

**Curiokids** p.31

## Quand les morts parlent encore !

**Société** p.18

## Traitement de l'obésité : une révolution en marche ?





# ÉDITO



## L'habit fait-il le moine ?

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

**S**i l'on s'en réfère au célèbre roman de R. L. Stevenson «*L'étrange cas du Dr Jekyll et de Mr Hyde*»: la réponse est clairement non. Si l'on va un peu plus loin: une personne peut-elle ne se définir que par ses actes ? J'aurais tendance à répondre non également. Sinon, pourquoi tant de criminels mettent des années à être découverts ? Pourquoi tant de méfaits peuvent-ils passer longtemps ou à jamais inaperçus ? Et pire, pourquoi tant de victimes ne sont-elles pas crues d'emblée ? Parce qu'on ne sait jamais ce qui se cache derrière les apparences, ni d'ailleurs ce qui se passe derrière la porte close d'une maison... ou d'une chambre à coucher. L'un des cas les plus explicites de l'Histoire est sans doute celui de l'Affaire des viols de Mazan. Derrière le père et le grand-père attentionné, derrière le «chic type» comme l'a décrit son épouse elle-même se tapissait une personnalité perverse, manipulatrice, exécrationnelle, misogyne. Il aura fallu une décennie pour être «bêtement» pris en flagrant délit de voyeurisme dans un supermarché. Ce «petit» crime en cachait de bien plus grands, innombrables sur lesquels il est inutile de revenir. Dominique Pélicot est ainsi devenu, à plus de 70 ans, un auteur reconnu d'infractions à caractère sexuel (AICS) condamné à 20 ans de réclusion. Évidemment, vu son âge et la peine infligée, il sortira de prison à la toute fin de sa vie. Un suivi

thérapeutique est-il nécessaire et utile dans son cas ? Peut-être pour lui-même. Par contre, pour tous les autres AICS, une prise en charge peut s'avérer indispensable et cruciale car contrairement à ce que l'on aurait tendance à croire, la délinquance sexuelle n'est pas immuable. De nombreux stéréotypes existent à propos de ce type de criminalité et pourtant, les risques de récidive peuvent être limités par une prise en charge thérapeutique globale et surtout, au cas par cas, car il n'y a pas de profil type. Pour parvenir à la réinsertion pérenne d'un délinquant sexuel, il faut aller au-delà de ses actes, de l'extériorisation de son comportement et analyser sa «carte du monde» intérieure afin de déterminer ce qui a pu l'amener à commettre une ou des infractions. C'est une démarche profondément humaniste qui demande de s'extraire du jugement ou de la notion de moralité. Bien sûr, beaucoup diront que ça ne sert à rien, que ces «ordures» n'ont qu'à croupir en prison... Oui mais la plupart en sortiront... Pour comprendre les enjeux de ce délicat débat et forger votre esprit critique, n'hésitez pas à lire ce dossier rédigé par Philippe Lambert en page 24. Bonnes lectures ! **A**



# SOMMAIRE

368

Septembre-Octobre 2024

Le mag scientifique



- 4 **Actualités** • Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Wall'Innove Tour** • Coris BioConcept
- 12 **Technologie** • Quand la nature inspire
- 16 **L'ADN de...** • Éléonore VERCRUYSSÉ, Carreleuse
- 18 **Société** • Traitement de l'obésité : une révolution en marche ?
- 22 **Mathématiques** • Mais pourquoi la racine carrée de -1, c'est interdit !?
- 24 **Dossier** • Délinquants sexuels : quelle prise en charge ?
- 30 **Colombe** • Aussi barje que *Barje*, elle nous partage son regard acéré sur l'actu scientifique
- 31 **Curiokids** • Quand les morts parlent encore !
- 35 **Santé** • Autisme, une vie hors du monde
- 39 **Qui est-ce ?** • Sarah BAATOUT
- 41 **IA** • Au fait, c'est quoi une intelligence artificielle ?
- 45 **Internet** • L'évolution des Réseaux Sociaux : de leur naissance à aujourd'hui
- 49 **Chimie** • Surface la plus imperméable au monde : les chercheurs surpris par leur propre invention
- 51 **Biologie** • Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 55 **Physique** • 70 ans d'accélération
- 57 **Tania nous parle de l'Espace** • Le Centre Européen des Astronautes
- 59 **Les anecdotes spatiales de Tania** • Les secrets (de polichinelle) de l'histoire spatiale
- 60 **Espace** • Cherchons-nous au bon endroit ?
- 63 **Agenda** • À voir, à tester, à cliquer, à lire...



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

PHOTOS : © REDPIXEL - STOCK.ADOBE.COM (P.4), © NENETUS - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © HAVE A NICE DAY - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © BENNYTRAPP - STOCK.ADOBE.COM (P.6), © MERCURY STUDIO - STOCK.ADOBE.COM (P.7), © ESA (P.8)

## VIH: De nouveaux espoirs

**C**est une épidémie qui ne fait plus guère la Une des journaux, et pourtant. Le VIH, le virus responsable du SIDA, fait encore près de 800 000 morts chaque année dans le monde et aucun vaccin ni traitement définitif contre la maladie n'a été mis au point jusqu'ici. Alors, lorsqu'un nouveau patient, le 7<sup>e</sup> seulement depuis l'apparition de l'épidémie en 1981, est annoncé comme guéri, il y a de quoi se réjouir.

Comme tous les virus, le VIH a besoin de pénétrer dans les cellules de son hôte pour se répliquer, les détruisant au passage. Ici, ce sont des cellules du système immunitaire, les lymphocytes CD4, qui sont particulièrement visées. Pendant la période d'incubation, le corps compense cette destruction en en fabriquant de nouvelles, jusqu'à l'épuisement de ses cellules souches, qui sont situées dans la moelle épinière.

À l'heure actuelle, il existe des antirétroviraux qui visent spécifiquement à enrayer la mécanique de réplication du virus. Ils diminuent ainsi la charge virale du patient, jusqu'à la rendre indétectable et permettent ainsi à ces personnes d'avoir une espérance de vie normale, et de ne plus être contaminante. Cependant, ce traitement doit être pris à vie, car le virus n'est pas éradiqué du corps pour autant. Il reste à un stade dormant, à l'intérieur des cellules, à l'abri des antirétroviraux. En cas d'arrêt du traitement, la charge virale augmente à nouveau rapidement.

Or, il s'avère que les 7 personnes ayant un jour été guéries du VIH ont pu arrêter complètement leur traitement antiviral, pour certains depuis plus de 10 ans, sans constater pour autant la réapparition du virus dans leur sang. La source de cette guérison se trouve dans une autre maladie. En effet, ils ont tous développé un cancer qui a nécessité une greffe de moelle osseuse. Et dans les 5 premiers cas, les donneurs de moelle étaient porteurs d'une mutation très rare, dite Delta32, et qui affecte les récepteurs CCR5, porte d'entrée du virus dans les cellules, empêchant ainsi ces derniers d'y pénétrer.

Dans le cas du 7<sup>e</sup> patient, présenté à la dernière conférence internationale sur le SIDA à Munich, le donneur de moelle ne portait la mutation Delta32 que sur une seule copie du gène CCR5, et non les 2 comme dans les cas précédents. Et pourtant, même avec des récepteurs CCR5 en partie fonctionnels, la charge virale de ce patient est restée indétectable après l'arrêt du traitement.

Bien sûr, il est impossible de proposer à tous les porteurs du VIH une greffe de moelle osseuse qui est un traitement lourd et risqué. Mais ces guérisons donnent des indications importantes sur les voies à suivre pour guérir un jour les personnes infectées par le VIH, tout en augmentant potentiellement le nombre de donneurs de moelle: 10% de la population européenne est porteuse de la mutation Delta32 sur un seul gène, contre seulement 1% pour les 2 copies.

Du côté de la prévention, la conférence de Munich a également permis de mettre en lumière des avancées majeures. Il existe, à l'heure actuelle, un traitement préventif oral, la PrEP, disponible en Europe depuis 2015, et qui consiste en une prise quotidienne de 2 antiviraux. Mais s'il est bien connu et suivi chez nous, notamment dans les milieux homosexuels masculins, très sensibilisés aux risques, il l'est en revanche beaucoup moins en Afrique subsaharienne, alors même que la majorité des personnes vivant avec le VIH y habitent. En 2022, environ 3 000 adolescentes et jeunes femmes de 16 à 24 ans y ont été infectées chaque semaine par le VIH. En cause, non pas la disponibilité, mais l'observance du traitement, trop peu suivie.

Des chercheurs ont donc mis au point un nouveau traitement, sous la forme de 2 injections par an, à la place d'une pilule quotidienne. Résultat, aucune nouvelle infection n'a eu lieu dans le groupe test, alors que le groupe sous PrEP a connu à peu près le même taux d'infection que des personnes sans traitement, signe d'une très mauvaise observance. Les laboratoires espèrent une disponibilité du traitement à grande échelle dès 2025. 

## L'ACTU DES LABOS

## La peur de l'étranger n'est pas une fatalité

**E**n raison d'une immigration plus importante, conjuguée à une diminution de la fertilité et un vieillissement des populations, les sociétés occidentales deviennent de plus en plus diversifiées. Malheureusement, cette diversité est présentée par nombre de politiques comme un problème, et les majorités ethniques (les populations blanches) peuvent se sentir menacées, au point d'avoir l'impression de perdre une partie de leur pouvoir social, économique, et culturel. Ce qui, en retour, peut provoquer des discriminations envers les minorités. Une équipe internationale, à laquelle ont participé des chercheurs de l'ULB, a tenté de mesurer l'impact des politiques publiques d'intégration des minorités au sein de la population, aux États-Unis et en Europe. Ils ont montré que l'impression de menace éprouvée par la majorité existait notamment alors que les discours politiques exacerbaient la peur de devenir une minorité. Ils ont aussi montré que cette peur pouvait être atténuée de façon très significative si l'État mettait en place des politiques publiques résultant en une meilleure intégration des groupes ethniques, et favorisant l'équité entre tous les groupes ethniques. <sup>A</sup>

► Kende et al. *Science Advance*, 2024

## Des contraceptifs plus respectueux de l'environnement

**À** l'heure actuelle, plus de 100 millions de femmes utilisent une pilule contraceptive formée de 2 composants: un œstrogène et une progestérone. Cependant, il a été démontré depuis les années 1990 que les œstrogènes de synthèse des pilules se retrouvent dans les eaux usées des villes, et qu'elles affectent la santé reproductive des poissons. Une équipe de chercheurs de l'UNamur a réalisé une étude écotoxicologique sur un œstrogène naturel produit par le foie du fœtus durant la grossesse. Ils ont ainsi montré que les poissons-zèbres, des poissons utilisés comme modèle, étaient beaucoup moins affectés par cette nouvelle hormone, et ce sur plusieurs générations. Cette étude a été menée conjointement avec la société *Mithra*, une biotech belge qui a acquis le brevet sur la synthèse de cette molécule. Cette recherche s'inscrit dans les objectifs du Green Deal européen qui prévoit que les sociétés pharmaceutiques apportent une plus grande attention à l'impact environnemental de leurs produits. <sup>A</sup>

► Baekelandt et al. *Environment International*, 2024



## Un nouveau type cellulaire impliqué dans la réparation pulmonaire

**V**ingt-trois mille fois par jour, nos poumons inspirent puis expirent. En assurant cette fonction vitale, ils sont aussi exposés à nombre de polluants et de virus pathogènes, comme celui de la grippe ou du Covid-19, à l'origine de dégâts réguliers. En conséquence, les poumons sont dotés d'un mécanisme de réparation particulier, et une équipe de l'ULiège a mis en évidence un nouveau type cellulaire qui n'avait jusqu'à présent jamais été observé. En effet, après une infection liée au virus de la grippe, les chercheurs ont observé des macrophages se multiplier dans les zones où débutait la régénération des tissus, pour disparaître rapidement ensuite. La découverte de cette population de cellules spécifiques ouvre la voie à de nouvelles thérapies, notamment dans le cas visant à améliorer la régénération alvéolaire et à réduire les complications liées aux infections respiratoires graves et les séquelles chroniques d'infections, comme le covid long. <sup>A</sup>

► Ruscitti et al. *Science immunology*, 2024

## Des colles biologiques remarquables

La sélection naturelle peut amener des organismes très différents à développer des stratégies de survie similaires. Ainsi, les adhésifs biologiques sont présents chez nombre d'espèces et remplissent divers rôles: attache à long terme aux rochers chez certains coquillages, mobilité chez les oursins et étoiles de mer, développement pour le cocon des papillons ou encore capture de proies chez les araignées. Des chercheurs de l'UMons ont participé à 2 études, l'une chez la loche roussâtre, une limace d'Amérique du Nord, et l'autre chez la grenouille tomate de Madagascar. Toutes 2 émettent des sécrétions défensives au niveau de leur peau en cas d'attaque, à partir de protéines utilisées au départ pour d'autres fonctions. Si les 2 mécanismes sont différents, ces 2 études offrent un regard précieux sur la formation des adhésifs au cours de l'évolution, ainsi que de nouvelles pistes pour le développement de glues innovantes, plus respectueuses de l'environnement. Le gel produit par la limace, notamment, se forme en quelques secondes alors que les temps de préparation sont d'ordinaire bien plus longs pour leurs équivalents synthétiques. <sup>A</sup>

► **Smith et al. *Soft Matter* 2024, et Zaman et al. *Nature Communications*, 2024**



## Costaud graphène

En dépit du prix Nobel accordé en 2010 pour sa découverte et les promesses répétées par les études concernant ce matériau, force est de constater que le graphène, un cristal de carbone dont la particularité est d'être formé d'une seule couche d'atomes, n'est pas encore sorti des laboratoires. Cela est principalement dû au fait que les chercheurs doivent se contenter de très petits échantillons, et qu'il est donc difficile de tester leur résistance mécanique. Une équipe de l'UCLouvain a réussi à développer une méthode pour tester les propriétés physiques d'échantillons de plus grande taille. Leurs résultats montrent qu'une feuille de graphène est 20 fois plus solide que le silicium, un matériau fragile utilisé dans les panneaux solaires et aux propriétés électriques similaires. De plus, les chercheurs ont atteint le record mondial d'énergie élastique stockée dans un matériau, avec une énergie élastique comparable à celle des explosifs TNT. Ces tests apportent un éclairage important en vue de l'application du graphène dans différentes technologies. <sup>A</sup>

► **Jaddi et al. *Nature Communications*, 2024**

## En Bref

Une étude menée par des chercheurs de l'UMons identifie pour la première fois les mécanismes impliqués dans la migration de petits groupes de cellules épithéliales dans des environnements confinés. Ces mécanismes, qui jouent un rôle crucial dans la migration coordonnée des cellules tumorales, pourraient potentiellement devenir des cibles thérapeutiques pour bloquer la dissémination des cellules métastatiques.

► **Vercruyse et al. *Nature Physics*, 2024**

Une étude internationale, à laquelle a participé un chercheur de l'ULB, révèle que les émissions de protoxyde d'azote ont augmenté de 40% durant la période 1980-2020, accélérant fortement le changement climatique. Les émissions de N<sub>2</sub>O, un gaz à effet de serre au pouvoir de réchauffement beaucoup plus important que le méthane et le dioxyde de carbone, sont principalement dues aux pratiques agricoles actuelles.

► **Hanqin Tian et al. *ESSD* 2024**

Une équipe internationale de recherche, à laquelle a participé l'ULiège, a établi un lien entre la désoxygénation aquatique et la stabilité générale des systèmes terrestres. Ils appellent à intégrer la désoxygénation comme dixième limite planétaire. Ces dernières sont des seuils à l'échelle mondiale à ne pas dépasser pour que l'humanité puisse vivre dans un écosystème sûr.

► **Rose et al. *Nature Ecology & Evolution*, 2024**

L'UNamur a renvoyé vers la Station Spatiale Internationale des rotifères bdelloïdes, des organismes microscopiques formés d'à peine un millier de cellules. Ces petits organismes possèdent des propriétés uniques de réparation de l'ADN, et sont capables de survivre aux conditions les plus extrêmes. Cette nouvelle expérience vise à étudier le comportement de ces minuscules organismes en microgravité.

L'alexithymie est un trouble de la régulation des émotions qui rend une personne incapable d'identifier ses propres émotions et celles des autres. Plus de 10% de la population est concernée. Des chercheurs de l'UCLouvain ont mis en lumière comment mieux cerner les situations et contextes qui rendent ce trouble plus difficile à vivre, et ainsi comment accompagner au mieux les personnes qui en souffrent.

► **Luminet et al. *Annual Review of Psychology*, 2024**

## L'ACTU DES ENTREPRISES

**Sciensano lance une nouvelle version de Airallergy**

**É**ternuements, nez qui coule, yeux irrités... L'allergie au pollen peut parfois être très invalidante. Selon *Sciensano*, 18% des gens seraient allergiques aux graminées, et 10% aux pollens des arbres de la famille des bétulacées, comme le bouleau ou le noisetier. Pour mieux aider les citoyens à gérer leurs allergies, l'organisation fédérale lance une application pour suivre en temps réel les taux de pollens des bouleaux et des graminées à Bruxelles, grâce à une nouvelle technologie et des mesures automatisées toutes les 3 heures. À terme, un système pleinement opérationnel sera également capable de détecter d'autres types de pollens. De plus, l'application fournit des mesures quotidiennes de tous les types de pollens allergènes belges dans cinq stations: Baudour, Bruxelles, Le Coq, Genk et Marche-en-Famenne. Et les cartes de prévisions provenant du modèle de l'Institut Royal Météorologique (IRM), fournissent des informations sur le risque d'allergie pour les 4 prochains jours dans l'ensemble de la Belgique. L'application comprend aussi une description de la situation pollinique actuelle, des conseils pour éviter les symptômes allergiques et des réponses aux questions fréquemment posées sur les allergies, la prévention et le changement climatique. **A**

Sur  Android et  iOS

**La Wallonie vous aide à calculer votre potentiel solaire**

**G**âce aux innovations technologiques de ces dernières années, les panneaux solaires sont de plus en plus performants. Même en Belgique, il devient possible d'être autosuffisant en électricité, à condition d'avoir une surface de toit suffisamment importante, assortie d'une bonne orientation. Mais comment le savoir ? La Région Wallonne s'est associée au fournisseur d'intégration de données géospatiales pour créer une application capable de connaître le potentiel photovoltaïque et thermique d'un bâtiment, à une adresse précise. Grâce à des données obtenues par LIDAR, l'application répertorie l'ensemble des toits wallons ainsi que leur orientation et leur inclinaison. En croisant ces informations avec les données météorologiques, l'application, disponible gratuitement, vous permettra de connaître le potentiel réel de votre toit, et proposera une configuration reprenant de nombreux paramètres: le nombre de panneaux à installer, leur production électrique, mais aussi leur coût, les économies réalisées et la durée de retour sur investissement, ou encore votre pourcentage d'auto-suffisance. En outre, l'application permet de personnaliser votre situation, comme l'utilisation d'un véhicule électrique. **A**

 <https://cartographie-solaire.spw.wallonie.be/>

**L'IRM va utiliser le super-calculateur le plus rapide d'Europe**

**L**es prévisions météo reposent sur des quantités astronomiques de données, et requiert en conséquence une puissance de calcul importante. L'institut Royal de Météorologie (IRM), qui participe au projet international *Destination Earth*, en collaboration avec le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme, va faire appel au supercalculateur le plus rapide d'Europe, LUMI, basé en Finlande, pour développer des systèmes de prévision innovants, et dotés d'une précision sans précédent. L'objectif du projet est de poursuivre le développement d'un système d'intelligence artificielle et de prévision intégrée, à la précision inégalée. La résolution atteindra 5,5 km, voire 2,5 km pour certains ensembles de données, loin devant les 31 km des modèles actuels. Ce système à haute résolution sera utilisé dans le futur système de prévision de l'IRM pour compléter les modèles numériques de prévisions météorologiques existants. **A**

**Coup d'envoi pour le réacteur nucléaire Myrrha**

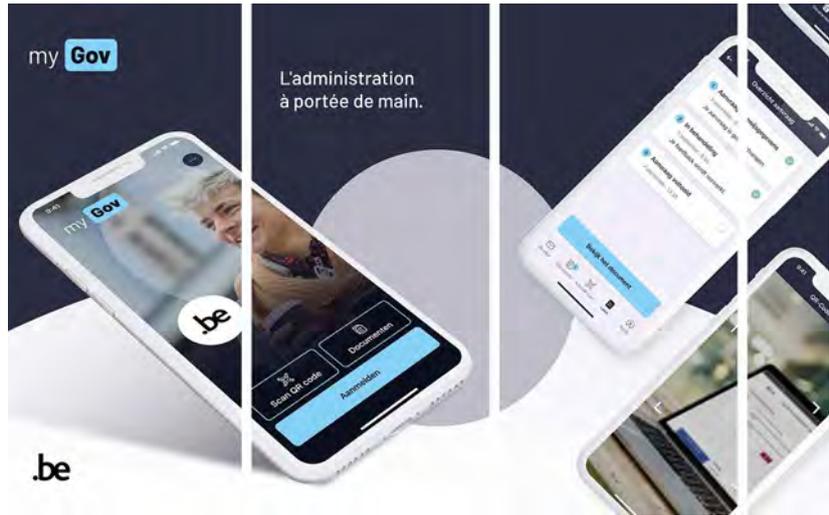
**R**etirer 25 ans après les premières esquisses, la construction du réacteur nucléaire de recherche unique au monde *Myrrha* (pour *Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications*) a débuté à Mol. Dans les réacteurs nucléaires destinés à produire de l'énergie, la réaction en chaîne de fission de la matière s'autoentretient tant que l'on rajoute du combustible. Ici, le réacteur est couplé à un accélérateur de particules, propulsant des protons à haute énergie. Si le faisceau est éteint, le réacteur s'arrête de lui-même, en toute sécurité. Ce nouveau réacteur, dont la mise en service est prévue en 2038 remplira plusieurs objectifs: compréhension des lois fondamentales de la physique via l'accélérateur de protons, test de matériaux destinés aux futurs réacteurs à fusion nucléaire, et production de radioisotopes nécessaires à la lutte contre le cancer. Mais surtout, *Myrrha* sera utilisé pour tester la transmutation des déchets des réacteurs classiques, qui sont des éléments hautement radioactifs, en substances moins toxiques à plus courte durée de vie. Ainsi, le volume des déchets finaux devrait être réduit d'un facteur 100, et leur durée de radiation devrait, quant à elle, passer de 300 000 à seulement 300 ans. **A**

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

## Lancement d'un portefeuille digital en Belgique

**E**n dépit de la digitalisation d'un nombre toujours plus important de services publics, il est parfois difficile de s'y retrouver: un site pour les impôts, un autre pour les documents d'état civil, encore un autre pour les informations médicales... Pour y remédier, le gouvernement fédéral a lancé l'application *MyGov*, disponible sur toutes les plateformes. Elle permet d'accéder en ligne à ses données d'identité et à une série de documents officiels: permis de conduire, extrait d'acte de naissance ou de mariage, certificat de vaccination Covid... L'application donne également accès aux messages reçus sur *My eBox*, la boîte aux lettres électronique des autorités. On peut aussi passer par *MyGov* pour demander des attestations et documents officiels, via un guichet virtuel. Au fil des années, l'application devrait intégrer de nouvelles fonctionnalités, et impliquer de nouvelles administrations, comme les finances ou les impôts. *MyGov* devrait bientôt intégrer *MyBenefits*, l'application qui aide les citoyens bénéficiaires d'avantages sociaux et, à plus long terme, la carte européenne d'assurance maladie ou encore la carte européenne pour personne handicapée. Attention toutefois, tous les documents accessibles virtuellement via *MyGov* n'ont pas (encore) une valeur légale équivalente au papier. **A**

Sur  Android et  iOS



## L'IMAGE DU MOIS

**C**inq nouvelles images de notre cosmos ont été envoyées par le télescope *Euclid*, durant sa phase d'observation, et auquel a participé *SpaceBel*: L'amas de galaxies Persée, la galaxie spirale IC 342, la galaxie irrégulière NGC 6822, l'amas globulaire NGC 6397 et la nébuleuse de la tête de cheval. **A**



## En Bref

La Belgique met fin à l'exportation de carburant trop polluant. En effet, alors que de nombreux carburants trop soufrés, appelés aussi *Dirty Diesel*, sont interdits en Europe, ils sont toujours fabriqués ici, avant d'être exportés dans des pays d'Afrique de l'Ouest. Désormais, les carburants destinés à l'exportation devront respecter les mêmes normes de qualité que celles applicables aux carburants pour le marché européen.

Vilvorde va accueillir l'un des plus grands parcs de batteries d'Europe. Le site, exploité par *Engie*, accueillera à terme 320 modules de batteries, d'une puissance de 200 MW. Il sera ainsi capable de couvrir la consommation électrique de 96 000 ménages. La mise en service se fera de septembre 2025 à janvier 2026. En Belgique, outre ce parc à Vilvorde, l'entreprise développe 2 autres projets à Kallo (100 MW) et Drogenbos (80 MW).

 <https://www.engie.be>

Le satellite *EarthCare*, auquel a participé *SpaceBel*, a décollé de la base américaine de Vandenberg en mai dernier. Ce satellite d'observation de la Terre permettra aux scientifiques d'améliorer la compréhension des interactions complexes entre les nuages, les aérosols et les radiations, ainsi que leur rôle dans la régulation du climat. Avec un poids d'1,4 tonne, le satellite embarque 4 instruments de mesure qui fonctionneront simultanément.

 [spacebel.com](https://spacebel.com)

En dépit de sa bouille sympathique, de ses yeux cernés de noir, et de son indéniable intelligence, le raton-laveur est une espèce exotique envahissante en Belgique, menaçant la biodiversité locale. La Wallonie a annoncé un plan pour lutter contre sa prolifération, alors que sa population a atteint 70 000 individus en 2023.

## INTERVIEW

## De l'huile contre le cancer

Actuellement en 3<sup>e</sup> année de thèse, Antoine Ide de l'UCLouvain a remporté en mai dernier la finale belge de *Ma Thèse en 180 secondes* (MT180), avec sa présentation «*La gourmandise est un bien vilain défaut*». Il représentera la Belgique le 21 novembre prochain lors de la finale internationale à Abidjan, en Côte d'Ivoire.

## Sur quoi travaillez-vous ?

Je m'intéresse à une huile bien particulière, extraite des amandes contenues dans les graines de ricinodendron, un arbre qui pousse en Afrique subsaharienne. Cette huile contient un lipide très particulier que l'on ne trouve presque nulle part ailleurs, l'acide alpha-éléostéarique. Or, il se trouve que cet acide gras, en raison de sa structure chimique particulière, est très sensible à l'oxydation: une fois intégré par les cellules tumorales, ces dernières meurent à cause du manque de mécanisme de protection contre cette oxydation. Il faut être prudent, car nos résultats sont encore préliminaires, mais c'est un sujet passionnant.

## Pensez-vous que cette huile puisse un jour être utilisée ici, en Europe ?

Dans des pays comme la Côte d'Ivoire, cette huile est très utilisée par les femmes comme onguent sur la peau. Mais inutile

de prendre l'avion pour aller y faire votre marché ! Les graines de ricinodendron sont tellement difficiles à décortiquer que les graines y sont bouillies avant d'être séchées au soleil. Après un tel procédé, presque tous les alpha-éléostéariques ont été oxydés... Pour mener cette étude, nous travaillons d'ailleurs avec 2 universités au Bénin, qui nous fournissent des graines de qualité.

## Que retirez-vous de cette expérience MT180 ?

Plein de choses ! Apprendre à parler en public, à transmettre un message, à vulgariser son propos... Tout cela me restera longtemps. D'autant que c'est par la porte de la vulgarisation scientifique, notamment sur Youtube, que je me suis passionné pour les sciences. Je suis donc très heureux de m'y essayer à mon tour. 



Regardez la présentation d'Antoine:

<https://www.youtube.com/watch?v=6zi7iMYfGUE>

## DATA

160  
milliards

C'est un chiffre qui invite à l'humilité. Dans chacune de nos cellules, notre ADN compte 3,12 milliards de lettres, le tout formant un code génétique propre à chacun. Et pourtant, ce chiffre impressionnant est loin d'être le plus grand du monde vivant. Le singe bonobo, par exemple, a un génome d'une taille légèrement supérieure à la nôtre. Et le record était jusque-là détenu par une plante aux délicates fleurs blanches, *Paris japonica*, avec environ 150 milliards de lettres. Ce record a été récemment battu par *Tmesipteris oblancoolata*, une modeste plante apparentée aux fougères, endémique de l'est australien, avec environ 160 milliards de lettres. Les chercheurs ne savent pas pourquoi la plante a évolué de cette manière, ni comment elle accède à la relativement petite proportion d'ADN effectivement utile. «C'est comme essayer de trouver quelques livres contenant des instructions de survie dans une bibliothèque de millions de livres, c'en est presque ridicule», a déclaré la biologiste de l'évolution Ilia Leitch, qui a co-découvert ce génome.

## COUP D'CRAYON

VINCE · VINCENT\_DUBOIS@ME.COM

Les grands événements sportifs ont un impact notable sur le tourisme, la couverture médiatique, l'économie, la culture et... la natalité ! Une étude irlandaise s'est penchée sur les statistiques des naissances dans différents pays environ 9 mois après divers événements sportifs comme la Coupe du monde de football, l'Euro, le Super Bowl américain, la Première League britannique ou encore la Coupe du monde de rugby. Ils ont constaté qu'à quelques exceptions près, une victoire des pays concernés se traduisait par une augmentation des naissances 9 mois plus tard ! De plus, le nombre de garçons serait légèrement supérieur, indiquant d'après les chercheurs qu'une émotion importante consécutive à la victoire entraînerait des modifications hormonales, et ainsi des changements de comportement sexuel dans la population. Nelson Mandela, en déclarant que le sport avait le pouvoir d'unifier les peuples, avait donc raison...

► Masukume et al. PeerJ, 2024 -  <https://peerj.com/articles/16993/>





# WALL'INNOVE TOUR: arrêt sur Coris BioConcept

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



## CARTE D'IDENTITÉ

**CRÉATION:** 1996

**SIÈGE SOCIAL:**

Parc scientifique Crealys,  
rue Guillaume Fouquet, 11  
5032 Gembloux

**SECTEUR**

**D'ACTIVITÉS:**

Kits de diagnostic de  
détection de maladies  
infectieuses

**MEMBRES**

**DE L'ÉQUIPE:**

33

**CONTACT:**

081 71 99 17

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

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

## Il était une fois...

**E**n 1996, Thierry Leclipteux, docteur en biologie, fonde, avec quelques partenaires biologistes et investisseurs, la société *Coris BioConcept*. «*Je me suis lancé dans un domaine que je connaissais bien, et sur la base d'un lot de réactifs conservés dans l'azote liquide que mon employeur précédent m'avait légué en clôturant l'activité, commence-t-il. Nous avons démarré très petitement, avec seulement quelques milliers d'euros. Les premières années, nous avons fonctionné sans nous rémunérer. Au début, l'entreprise était située chez moi, à la maison. La production était réalisée dans l'entreprise d'un ami à Liège. Le tout était conditionné dans la cuisine et mes enfants collaient les étiquettes !*» La petite entreprise prend rapidement de l'ampleur. En 1997, elle sort son premier test sur le marché. Celui-ci permet de détecter le Rotavirus, un virus pouvant causer des gastroentérites graves, en particulier chez de jeunes enfants. En 2000, le premier employé est engagé et l'entreprise entame dans la foulée son développement à l'international. Cela

marque si bien qu'elle est élue en 2002 lauréate du Grand Prix à l'exportation de l'Awex et Prix Wallonie à l'exportation en 2004. Pour pouvoir assurer son développement, la société déménage dans le parc scientifique *Crealy* à Gembloux.

Différents tests de détection de pathologies ont été mis au point. *Coris BioConcept* développe principalement des gammes de produits ciblées sur les pathogènes respiratoires, gastro-intestinaux et transmissibles par le sang (bactéries, virus et parasites), ainsi que des tests sérologiques. «*Les tests développés se basent sur la méthode de l'immunochromatographie, directement dérivée des tests de grossesse. Ils sont aussi simples et les résultats aussi rapides.*» L'entreprise réalise également des tests sur mesure pour des clients belges et étrangers, comme la mise au point d'un test spécifique pour l'armée française et la société *Exxon*. La rapidité et la fiabilité de ces kits de diagnostic sont reconnues et la gamme de produits s'étoffe constamment, tout comme l'équipe de recherche et développement. «*Nous avons bénéficié des aides financières de la Région wallonne, de l'Awex et de programmes européens. C'est une manière de s'intégrer dans des réseaux avec d'autres entreprises et centres de recherche. Dans le cadre de certains projets européens, nous avons développé des produits avec lesquels nous ne ferions pas nécessairement de chiffre d'affaires, entre autres des kits de diagnostic pour les fièvres hémorragiques à destination de l'Afrique dont on savait qu'il n'y aura peu ou pas de retour financier. Évidemment, les technologies développées sont*

finale<sup>ment</sup> utilisées pour d'autres produits.» L'exportation représente 80% de son chiffre d'affaires. Ses produits sont commercialisés dans plus de 50 pays.

Depuis juin 2023, la société fait partie du groupe anglais *Avacta*. Récemment, *Coris* a déménagé dans un nouveau bâtiment de 2 000 m<sup>2</sup> doté d'une zone de production en conditions GMP (*Good Manufacturing Practices*) et un laboratoire de R&D équipé d'une zone de confinement permettant la manipulation d'organismes pathogènes ou recombinants. Pour 2024, elle envisage une demande de certification à la FDA (*Food and Drug Administration*) américaine.

## ...l'envie d'innover

Le département R&D de l'entreprise ne cesse d'innover pour développer de nouvelles techniques. Il fait évoluer ses tests notamment dans le cadre de projets en partenariat avec le pôle de compétitivité *Biowin* et de financements R&D européens.

Pour ses tests prêts à l'emploi, *Coris* utilise l'immunochromatographie. Comment ça se passe ? «L'échantillon biologique est d'abord dilué dans un tampon de dilution fourni avant d'être déposé dans une ouverture du dispositif de test (la cassette). Une fois déposé, l'échantillon liquide entame sa migration de long des membranes par le phénomène de capillarité et réhydrate ainsi un premier réactif, le conjugué préalablement séché. Si l'échantillon contient la cible (le pathogène ou les antigènes ciblés), le conjugué réhydraté et la cible interagissent. Le complexe résultant migre ensuite sur la membrane de nitrocellulose pour atteindre la ligne de test où un second réactif spécifique de la cible est adsorbé. Si la cible est présente, le complexe formé préalablement reste fixé sur la ligne test et une ligne colorée apparaît. La solution continue sa migration pour rencontrer la ligne de contrôle où se produit une seconde immuno-réaction pour valider la bonne migration du test. Le résultat est visible sous la forme de 2 lignes rouges en 10 ou 15 minutes selon le test. Si la cible est absente, une seule ligne sera visible.»

Après la crise du SARS en 2003, puis l'épidémie de grippe en 2009, *Coris BioConcept* a dû faire face, en 2020, à l'afflux massif de demandes de kits pour détecter le Covid-19, complétant ainsi la gamme des autres virus déjà ciblés. «Pour y répondre, nos équipes ont développé un système pouvant permettre un dépistage à large échelle en collaboration avec différents partenaires cliniques pour les validations, dont le Laboratoire hospitalier de l'Université de Bruxelles (LHUB), le CHU de Liège et la KUL de Leuven. Nous avons été

la première société à mettre sur le marché un test de diagnostic du Covid-19 avec une capacité de production de 240 000 tests par semaine. Ces tests antigéniques étaient capables de détecter des antigènes viraux. L'échantillon naso-pharyngé était dilué dans une solution liquide dans laquelle une tigelette, comprenant les réactifs biologiques nécessaires au diagnostic était placée. En 15 minutes, l'apparition d'une ou deux lignes sur la tigelette indiquait la présence ou l'absence du virus dans l'échantillonnage.»

Les technologies comme l'immunochromatographie, l'amplification moléculaire isotherme (LAMP) et l'électrochimie sont utilisées dans les laboratoires de microbiologie du monde entier. Grâce à des subventions belges et/ou européennes, *Coris BioConcept* est actuellement impliquée dans de multiples collaborations internationales pour le développement de nouveaux tests rapides de diagnostic. À présent, l'entreprise se focalise sur la résistance antimicrobienne et les maladies tropicales négligées ou émergentes. Le phénomène grandissant de la résistance aux antibiotiques (AMR) l'a poussée à développer une gamme de tests pour la détection rapide de mécanismes de résistance aux antibiotiques. «Outre cette gamme, une autre approche innovante de détection des C3G (céphalosporines de 3<sup>e</sup> génération) par électrochimie a été récemment lancée avec un test électrochimique de première ligne. Cette expertise en R&D est parfaitement adaptée à la production de solutions innovantes. Un monde en évolution rapide nécessite une biotechnologie de pointe pour nous faire avancer vers un avenir sain.»

Pour résister à la concurrence accrue des sociétés chinoises dans le domaine des tests AMR (*Antimicrobial Resistance*), le département R&D de l'entreprise finalise plusieurs nouveaux produits pour une mise sur le marché en 2025-2026. <sup>4</sup>



## QUI EST THIERRY LECLIPTEUX, FONDATEUR ET CEO ?

Un biologiste à la fibre entrepreneuriale. Titulaire d'un doctorat en biologie de l'Université de Namur, Thierry Leclipteux entame sa carrière à l'Institut national des radioéléments à Fleurus dans un projet financé par la Région wallonne. Il rejoint ensuite *Beldico*, une société spécialisée dans les tests à usage vétérinaire, en tant que directeur scientifique. Cinq ans plus tard, il entre à la Faculté vétérinaire de l'Université de Liège en tant que Senior Research Assistant. Il reste dans la Cité ardente jusqu'à ce que, vers la quarantaine, la fibre entrepreneuriale vienne sérieusement le titiller. C'est alors qu'en 1996, il fonde *Coris BioConcept* avec 3 autres partenaires. Il a aussi été chargé de cours en biologie et chimie à l'ICHEC-Saint-Louis à Bruxelles et à l'Institut Gramme à Liège, ainsi qu'à l'Université de Hasselt comme professeur invité. Il entretient sa forme par le squash et la course à pied et achève de se détendre en cuisinant.



# Quand la nature inspire

Le monde vivant est fascinant à bien des égards. Mère Nature nous montre une variété de formes et de comportements répondant à des fonctions particulières. Il est donc logique d'en prendre de la graine pour relever les défis techniques et technologiques auxquels l'humanité est confrontée. De cette idée sont nées les sciences bio-inspirées, qui prennent exemple sur l'ingéniosité de la nature pour répondre aux problématiques actuelles et futures dans divers secteurs. Se démarquant du biomimétisme qui cherche à imiter des formes, des structures, des mécanismes naturels ou des fonctions biologiques existantes, ces sciences incitent les chercheurs à innover en s'appuyant sur leurs observations et leur compréhension du monde vivant. Prenons notre microscope et immergeons-nous dans le *nanomonde* pour découvrir ce que l'échelle moléculaire a de plus étonnant à nous offrir

TEXTE : VIRGINIE CHANTRY - VIRGINIE@MARKETROTTERS.COM

PHOTOS : © NICO99 - STOCK.ADOBE.COM (P.12), © DANITA DELMONT - STOCK.ADOBE.COM (P.13), © MARCIN - STOCK.ADOBE.COM (P.14), © PEXELS (P.15)

**M**édecine, architecture, énergie, électronique, aérospatial... Tous ces secteurs peuvent tirer avantage des innovations bio-inspirées. L'adjectif «bio-inspiré» se réfère à des techniques développées en s'appuyant sur des principes et des structures observés dans le monde vivant, jusqu'à des échelles aussi petites que le nanomètre (un milliardième de mètre, soit  $10^{-9}$  mètre): animaux, plantes, virus, champignons, micro-organismes... Cette approche exploite les solutions que le monde vivant a affinées au fil de l'évolution dans le but de créer des innovations durables, moins polluantes et plus économes en énergie, et de produire des matériaux recyclables qui sont à la fois de haute qualité et efficaces.

## Science et pédagogie

Afin d'inciter le grand public à explorer ce monde riche et incroyablement diversifié du vivant, Mathieu Surin, directeur de recherches FNRS à l'Université de Mons et enseignant en chimie supramoléculaire et chimie bio-inspirée, a rédigé un ouvrage traitant des matériaux bio-inspirés. Intitulé *Matières vivantes. Créer des matériaux bio-inspirés* et paru aux *Éditions Universitaires de l'UMons* en avril dernier, ce livre (1) est un savant mélange entre essai scientifique et manuel pédagogique. Il plonge le lecteur à l'échelle des structures moléculaires naturelles des organismes vivants.

Mais qu'entend-on par «vivant» ? Dans son ouvrage, Mathieu Surin corrèle ce concept avec la notion de mouvement telle que définie par Léonard de Vinci au travers de sa célèbre phrase «*le mouvement est le principe de toute vie*». Qu'il s'agisse des animaux et de leur capacité à se mouvoir de façon autonome ou des plantes et de leur croissance, c'est à l'échelle cellulaire, et même moléculaire, que l'on trouve l'origine de ce mouvement caractéristique des êtres vivants.

## Les super-pouvoirs des animaux

Une source évidente d'inspiration et de fascination pour l'être humain est le règne animal. En témoignent les nombreux longs métrages faisant référence aux aptitudes uniques des animaux: *Black Panther*, où les technologies et les costumes s'inspirent des caractéristiques et capacités défensives des félins; *Ant-Man*, qui explore la force et l'agilité extraordinaires des fourmis; ou encore *The Shape of Water* qui s'inspire des capacités adaptatives des créatures aquatiques à des environnements extrêmes à travers le personnage principal qui est amphibie.

Dans son livre, Mathieu Surin met en avant plusieurs spécificités intéressantes de certains animaux et ce qu'ils peuvent inspirer dans le domaine des matériaux:

- la surface des ailes des papillons qui est hydrophobe, c'est-à-dire qui repousse l'eau, et empêche la croissance des bactéries: textiles imperméables antibactériens;
- les pattes du gecko qui sont «collantes» (ce petit coquin grimpe partout où ça le chante, même au plafond) ou la «salive» du caméléon qui possède une très haute viscosité (un liquide à haute viscosité, comme le miel, s'écoule lentement et semble épais, tandis qu'un liquide à faible viscosité, comme l'eau, s'écoule rapidement et facilement): nouvelles matières extrêmement adhésives;
- les épines des oursins qui sont à la fois très poreuses et robustes: matériaux auto-nettoyants, anti-reflets ou anti-corrosion en jouant sur la taille des pores;

L'aile de papillon, observée au microscope, révèle une surface couverte d'écaillés hydrophobes aux structures complexes et irrégulières. Cette architecture limite les points de contact pour l'eau, permettant aux gouttelettes de conserver une forme sphérique et de rouler en emportant les impuretés.

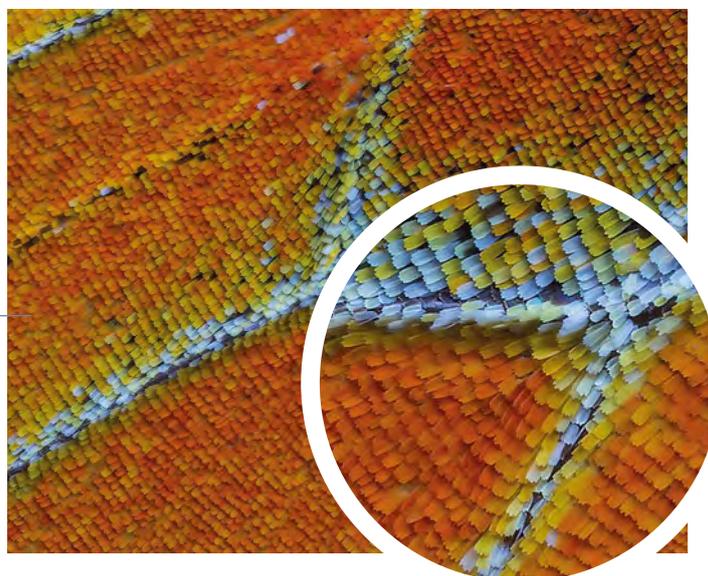
Ce phénomène naturel inspire aujourd'hui des matériaux déperlants dans les domaines du textile et du revêtement.

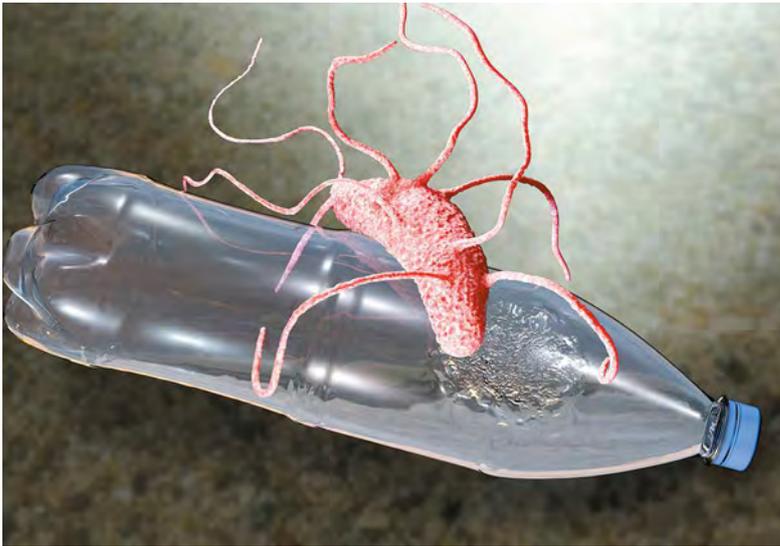
- les toiles d'araignées dont la soie est élastique et résistante: nouveaux textiles en tout genre. De plus, cette soie peut absorber une quantité d'énergie supérieure au Kevlar, matériau utilisé pour réaliser des gilets par-balles, avant de rompre. Des recherches se basant sur les protéines composant les fibres de soie d'araignée ont donné naissance à un matériau flexible et résistant qui pourrait être utilisé dans la fabrication de gilets par-balles, de cordages, de sutures chirurgicales ou encore dans le domaine de la construction ou de l'aviation.

Les matériaux bio-inspirés pourraient offrir une solution aux défis majeurs de l'humanité tels que les besoins alimentaires croissants ou la production d'énergie sans génération de déchets toxiques

## Le monde des plantes

Tout comme le monde animal, règne végétal offre des modèles fascinants pour des matériaux bio-inspirés qui pourraient bien changer la donne en termes de production d'énergie renouvelable. En effet, qui dit plantes et lumière du soleil dit photosynthèse. Les pigments des feuilles, tels que la chlorophylle (verte) et les caroténoïdes (tons orange), sont des molécules photosensibles qui jouent un rôle crucial en capturant l'énergie solaire. Grâce à des mécanismes complexes, cette dernière est transformée en énergie chimique utilisée pour fabriquer des glucides, à partir de molécules d'eau et du dioxyde de carbone de l'air. Tout cela est loin d'être évident à reproduire. C'est pourtant une très belle voie à exploiter





La bactérie *Ideonella sakaiensis*, mangeuse de plastique. Sur cette illustration, elle est agrandie et n'est donc pas à l'échelle par rapport à la bouteille. Elle mesure en général entre 1,2 et 1,5  $\mu\text{m}$  de longueur et 0,6 à 0,8  $\mu\text{m}$  de largeur.

pour répondre aux 2 grands défis énergétiques de ce siècle, comme le souligne Mathieu Surin dans son ouvrage: l'augmentation des besoins en énergie liés à la croissance démographique et aux nouvelles technologies d'une part, et les changements climatiques dus aux émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère par la combustion d'énergies fossiles comme le pétrole d'autre part.

La photosynthèse, qui convertit donc la lumière en substances organiques, utilise le soleil. Cette source d'énergie est à la fois abondante et renouvelable. Théoriquement, l'ensoleillement de la Terre pendant une heure pourrait couvrir les besoins de la planète entière pendant une année, si toute cette énergie pouvait être captée et utilisée efficacement, autrement dit avec un rendement (rapport entre l'énergie produite utilisable et l'énergie consommée) de 100% (donc 0% de perte). Cela n'est bien entendu pas réaliste même si c'est de bon augure. Toutefois, et comme déjà mentionné dans un précédent numéro d'Athena (voir Athena n° 362, pp. 12-15), l'importance d'analyser le cycle de vie entier d'un dispositif, comme un convertisseur d'énergie solaire en électricité, est cruciale pour déterminer sa pertinence écologique. Un paramètre dont il faut notamment tenir compte est le Taux de Retour Énergétique ou TRE, qui mesure le rapport entre l'énergie utilisable produite par le dispositif et l'énergie consommée pour sa fabrication. Il est également essentiel de considérer la disponibilité des matières premières. Comme l'observe Mathieu Surin, un bon exemple est celui des panneaux photovoltaïques. Bien qu'ils offrent un rendement énergétique de 15-20%, leur TRE se situe entre 2 et 3 en moyenne, ce qui signifie qu'il faut plusieurs années pour compenser l'énergie investie dans leur production. De plus, les panneaux, qui ont une durée de vie d'environ 30 ans, sont généralement fabriqués à partir de silicium, une ressource qui se raréfie...

(1) Mathieu Surin, *Matières vivantes. Créer des matériaux bio-inspirés*, Éditions Universitaires de l'UMons, 2024.



En ce qui concerne la photosynthèse des plantes, le TRE – dans ce cas-ci le rapport entre l'énergie capturée et convertie par photosynthèse et l'énergie dépensée pour leur survie – peut atteindre jusqu'à 30 pour certaines variétés tropicales, bien que le rendement soit seulement de quelques pourcents. Il est intéressant de souligner que ce processus consomme du  $\text{CO}_2$ , gaz à effet de serre s'il en est, offrant ainsi une double utilité - production d'énergie verte et dépollution de l'atmosphère. Bien que les chercheurs aient encore beaucoup de défis à relever, des initiatives émergent dans ce domaine en plein essor. Citons par exemple les recherches sur la spiruline, micro-algue riche en chlorophylle et utilisée pour développer de nouveaux types de cellules photovoltaïques souples, promettant ainsi une plus grande polyvalence que les actuelles. Le rendement n'y est pas encore, mais les perspectives sont encourageantes.

## Dépollution, thérapies & Co

Le PET (polyéthylène téréphtalate) est un plastique très utilisé dans le secteur alimentaire, notamment pour conditionner diverses boissons telles que l'eau et le soda. Gros bémol cependant, son recyclage n'atteint pas une qualité suffisante pour remplacer le matériau d'origine... En conséquence, environ 70 millions de tonnes de nouveau PET sont produites chaque année, une grande partie terminant soit en décharge, soit dispersée dans l'environnement. Cependant, la nature offre une lueur d'espoir avec la bactérie *Ideonella sakaiensis*, qui a évolué pour «manger» ce type de plastique. Elle dégrade les chaînes polymères (voir Athena n° 361, pp.12-15) du PET, qui sont des macromolécules composées de répétitions d'unités moléculaires identiques appelées monomères, en leurs composants plus simples, rendant ainsi possible un recyclage plus efficace. De quoi donner de belles idées aux chercheurs !

L'inspiration pourrait également venir de certaines plantes, telles que les fougères, capables de métaboliser les métaux toxiques présents dans les sols, contribuant ainsi à leur assainissement. En développant des techniques pour extraire efficacement ces métaux des feuilles, il serait possible de les réutiliser, favorisant ainsi une plus grande circularité dans la gestion des ressources. Cette approche pourrait non seulement réduire l'impact environnemental des déchets industriels mais également ouvrir de nouvelles voies pour le recyclage des métaux.

Même les virus peuvent stimuler la créativité dans la recherche scientifique, comme le souligne

Mathieu Surin. Grâce à leur capacité exceptionnelle à traverser les membranes cellulaires, ils offrent une source d'inspiration précieuse pour développer de nouvelles méthodes en pharmacologie. Ces techniques pourraient permettre de concevoir des médicaments capables de cibler spécifiquement certaines cellules, en franchissant leurs membranes, afin d'améliorer significativement leur efficacité.

Et la liste est loin d'être terminée. Il existe de nombreux autres mécanismes naturels que les scientifiques explorent pour créer de nouveaux matériaux bio-inspirés: les sens de l'odorat et du goût pour développer des capteurs capables de détecter des drogues ou des molécules toxiques; les mouvements collectifs des protéines qui gèrent la contraction et la détente des muscles comme modèle pour concevoir des machines moléculaires artificielles utilisées en biomédecine; l'ADN et sa remarquable capacité à stocker des informations sur de longues périodes qui pourrait révolutionner le stockage de données informatiques...

Cet aperçu des matériaux bio-inspirés ne représente qu'une infime partie de l'immense potentiel que recèle ce domaine porteur. Alors que nous continuons de déchiffrer les secrets de la nature, chaque découverte ouvre la voie à des innovations qui pourraient transformer notre manière de construire, de guérir et de vivre. Les futures avancées promettent non seulement d'améliorer les performances et la durabilité des matériaux, mais aussi de contribuer à une approche plus écologique et plus durable de la technologie. À mesure que nous progressons, il devient essentiel que les biologistes, les chimistes, les ingénieurs et les technologues collaborent étroitement pour exploiter pleinement ces inspirations naturelles. En fin de compte, les matériaux bio-inspirés ne sont pas seulement une réponse aux défis techniques et environnementaux. Ils sont aussi un hommage à la sophistication et à l'ingéniosité de Mère Nature elle-même.

## «Explorer l'invisible - 3<sup>e</sup> édition»

Pour ceux qui voudraient pousser plus loin la découverte de l'infiniment petit (et de l'infiniment grand par la même occasion), l'exposition «Explorer l'invisible - 3<sup>e</sup> édition» se tient au MUMONS, musée de l'Université de Mons dédié aux sciences, aux arts et aux curiosités, jusqu'au 13 avril 2025. Au travers d'images scientifiques obtenues dans les laboratoires de l'UMons et sélectionnées avec soin par l'équipe du musée,

## TECHNO-ZOOM

Jana Skirnewskaja, doctorante au département d'ingénierie de l'Université de Cambridge, a récemment développé, avec une équipe de chercheurs, un système novateur pour aider les automobilistes à éviter les obstacles invisibles, contribuant ainsi à la réduction du nombre d'accidents. Ce système utilise la technologie LiDAR, acronyme de «*Light Detection And Ranging*» ou «détection et estimation de la distance par la lumière», afin de collecter des nuages de points grâce à un scanner laser 3D, permettant de définir les silhouettes des objets et personnes présents dans l'environnement de l'automobiliste. Ces données sont ensuite utilisées pour représenter, en temps réel et en 3D, les obstacles et les projeter directement dans l'œil du conducteur grâce à un laser de très faible puissance. Cette projection réaliste permet au conducteur de maintenir son attention sur la route tout en bénéficiant d'informations supplémentaires sur les dimensions et positions des obstacles, améliorant significativement la sécurité routière. Les premiers tests, effectués dans deux rues de Londres, ont permis d'identifier plusieurs obstacles. À terme, l'objectif est de déployer ce système partout en temps réel, grâce notamment à un modèle de *machine learning* permettant une identification automatique et précise des obstacles présents sur la route. Pour ce faire, les voitures devront être équipées de plusieurs capteurs LiDAR.



des «créatures, parfois monstrueuses, qui mènent une vie insoupçonnée loin des regards indiscrets» (2) sont dévoilées dans toute leur intimité. Un savant mélange de science et d'art contemporain qui surprend de bien des façons. A

(2) <https://mumons.be/museum/activites/explorer-invisible-3e-edition/>



# L'ADN de...

## Éléonore VERCRUYSSÉ

### Carreleuse

*la physique, ou encore des ingénieurs spécialisés dans le développement de machines et de processus adaptés aux expériences scientifiques. Après mon doctorat, j'ai ressenti le besoin d'explorer une autre voie, quelque chose de plus concret et manuel. C'est alors que j'ai reçu un mail du FOREM annonçant une journée portes ouvertes au centre de formation de Nivelles, dédiée aux métiers en pénurie. La mosaïque m'avait toujours fascinée et depuis plusieurs années, j'avais envie de suivre des cours dans ce domaine. Curieuse, je me suis rendue à cette journée portes ouvertes et, séduite par ce que j'y ai découvert, je me suis inscrite pour une formation de six mois. C'est ainsi que j'ai entamé cette nouvelle aventure.*

#### **Vous exercez aujourd'hui en tant que carreleuse et mosaïste, quelle est votre journée-type ?**

*Il n'y a pas de journée type dans mon métier. Chaque projet est unique, mais suit généralement les mêmes grandes étapes. Tout commence par la création de l'avant-projet et le chiffrage, en fonction des matériaux choisis et du temps de travail estimé. Ensuite, il faut passer commande auprès de différents fournisseurs, gérer le planning, respecter les délais annoncés, et parfois faire face à des imprévus, comme un support qui n'est pas prêt ou un chantier retardé. Finalement, ce processus ressemble beaucoup à ce qui se passe en laboratoire: un objectif est fixé, et il faut avancer méthodiquement pour trouver une solution à chaque problème rencontré en chemin.*

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

*La science est omniprésente dans mon travail et intervient à chaque étape, que ce soit pour choisir le matériau adéquat, préparer les supports ou assurer la durabilité des réalisations. Je manipule des matériaux très variés: pierre naturelle, surfaces poreuses et rugueuses, polymères souples ou rigides, et même des produits acides. Mes*

**Recto**

#### **Carreleuse, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ?**

*Pas du tout ! Je suis diplômée en biophysique. Pourtant, c'est un peu par hasard que je me suis retrouvée dans ce laboratoire, après un master en chimie des matériaux. Le chef de service recherchait une personne motivée pour une thèse, et la thématique proposée m'a tout de suite captivée. En revanche, j'ai toujours été fascinée par la recherche. Plus jeune, je pouvais passer des heures à regarder des documentaires où des chercheurs partageaient leurs découvertes. Parallèlement à cette passion scientifique, les métiers manuels m'ont toujours attirée. Enfant, je faisais de la broderie, puis j'ai appris la couture – j'ai même obtenu un diplôme de couturière. Mais à l'époque, mes enseignants m'ont dissuadée de poursuivre cette voie, car j'obtenais d'excellentes notes à l'école.*

#### **Comment devient-on biophysicienne et carreleuse ?**

*La biophysique est une discipline fascinante qui combine physique, biologie et chimie. Les parcours pour y parvenir sont donc très variés. Parmi les biophysiciens que j'ai rencontrés, on trouve des physiciens, des chimistes (comme moi), des biologistes qui se forment ensuite à*

connaissances théoriques en chimie et en physique sont un atout précieux qui m'aide au quotidien.

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

Les défis sont multiples. Tout d'abord, développer une entreprise rentable représente déjà un véritable challenge. Il faut parvenir à se faire connaître, ce qui n'est pas toujours simple, car les clients potentiels n'ont pas forcément conscience du coût réel de la main-d'œuvre qualifiée et des matériaux. Ensuite, gérer un planning est une autre difficulté majeure, notamment lorsqu'il faut se coordonner avec d'autres entrepreneurs intervenant sur le même chantier.

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

L'un de mes chantiers a été récompensé par la médaille d'or 2024 de la Fédération belge du

Carrelage et de la Mosaïque (FECAMO). Il s'agissait d'un sol de cuisine réalisé en mosaïque avec un motif d'octogones et de cabochons, agrémenté d'une frise noire composée de carrés et de rectangles. Ce projet a demandé une grande précision, avec de nombreuses découpes et un travail géométrique minutieux pour garantir un résultat à la fois harmonieux et parfaitement aligné.

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

Lorsque l'on est motivé et passionné par quelque chose, il faut se donner à fond et, surtout, oser tester l'idée plutôt que de vivre avec des regrets. Le parcours scolaire importe peu. Ce qui compte, c'est d'être motivé le matin à l'idée de la journée qui nous attend. J'ai adoré mes études et je ne regrette absolument pas mon parcours, bien au contraire ! Mais il était clair que j'avais besoin d'explorer ensuite une autre voie. 



Éléonore Verduyts

**ÂGE :** 30 ans

**NÉE À :** La Louvière

**VIT A :** Hyon, près de Mons

**SITUATION FAMILIALE :** en couple, sans enfant, un chien

**PROFESSION :** gérante de l'entreprise *EV Studio*, spécialisée en fourniture et pose de carrelage petit format, mosaïque et zellige (1)

**FORMATIONS :** master en chimie des matériaux, doctorat en biophysique; formation de carrelleur.se au FOREM de Nivelles

**MAIL :** hello@ev-studio.be

**SITE :**  ev-studio.be

(1) Le zellige est un carreau de terre cuite émaillée, réalisé à la main au Maroc.

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

C'est déjà ce que j'ai vécu !  Et au besoin, je n'hésiterai pas à changer de voie à nouveau. À mon sens, le schéma «une vie = un métier» n'a plus vraiment sa place aujourd'hui, surtout avec l'espérance de vie qui augmente. J'ai rencontré tellement de personnes qui ont changé de métier à un moment donné de leur vie.

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

Le don d'ubiquité. J'aime être sur tous les fronts, j'aime apprendre de nouvelles choses, et il n'y a pas assez d'heures dans une journée !

### Je vous offre un auditoire...

J'en profiterais pour inviter toutes les personnes au parcours inspirant que j'ai eu la chance de rencontrer. Leur témoignage permettrait de montrer qu'il existe une multitude de chemins possibles, bien au-delà des schémas classiques et des a priori.

### Je vous offre un laboratoire...

Je le transforme en atelier, un espace où je pourrais enfin explorer toutes les idées que je n'ai pas encore eu le temps de tester.

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

C'est peut-être un peu triste, mais la première chose qui me vient à l'esprit est un smartphone. À mes yeux, c'est l'un des outils les plus extraordinaires jamais inventés. Il donne accès à toutes les connaissances de l'humanité, et pour chaque question, on peut trouver une réponse (à condition, bien sûr, de savoir chercher et trier les informations !). C'est un outil formidable qui connecte les gens à travers les pays et les cultures, permettant de voir ce qui se passe à

l'autre bout du monde. Il offre aussi à chacun la possibilité de développer son entreprise ou de partager son art, ses connaissances, sans intermédiaire. Céramistes, peintres, photographes, scientifiques, designers, ébénistes... peu importe le métier, cet outil est une porte ouverte sur le monde. Naturellement, comme tout outil puissant, certaines personnes mal intentionnées ont réussi à le détourner de son usage initial pour en faire une machine à consommer, arnaquer, désinformer...

### Je vous offre un voyage...

Un tour du monde de 2 ans !

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

Aucune personnalité précise ne me vient en tête. Il existe tellement de personnes au parcours inspirant, qu'elles soient célèbres ou non d'ailleurs, qu'il est difficile d'en choisir une seule !

### La question «a priori»: porter des tonnes de carrelage, mélanger des kilos de ciment...

#### Carrelleur.se, c'est un métier de surhomme, non ?

J'ai choisi de créer mon entreprise dans une niche qui me correspond, ce qui signifie que je ne suis jamais amenée à préparer des tonnes de colle ou à déplacer des tonnes de carrelage. Cela reste un métier physique, bien sûr, mais il existe aujourd'hui de nombreux outils de manutention pour éviter de se blesser, que ce soit pour les hommes ou les femmes. Donc non, il ne faut pas être un surhomme. Ces idées reçues ont la vie dure et contribuent à ternir l'image de la profession. Actuellement, le secteur fait face à une pénurie de main-d'œuvre, avec plus de 6 000 postes à pourvoir. En réalité, les métiers de la construction sont très bien rémunérés et souvent bien moins inconfortables qu'on ne l'imagine. 

Verso

En savoir



<https://www.leforem.be/catalogue-des-formations/formations/ed1af3e9-ea07-4114-81cd-4c132ffdcd8b>



# Traitement de l'obésité: une révolution en marche ?

Aujourd'hui, l'obésité est considérée comme une maladie chronique. 16% des adultes sont concernés dans le monde. Si l'arrivée de nouveaux médicaments anti-obésité crée des espoirs inédits, elle ne doit pas faire oublier l'importance de la prévention

TEXTE: JULIE LUONG • JULUONG@YAHOO.FR

PHOTOS: © HALFPOINT - STOCK.ADOBE.COM (P18), © RYANKING999 - STOCK.ADOBE.COM (P19), © SCHÉMA ADAPTÉ DEPUIS STOCK.ADOBE.COM (P19), © STOCK.ADOBE.COM (P21)

**S**elon la définition de l'*Organisation mondiale de la Santé (OMS)*, l'obésité est une maladie chronique complexe qui se définit par un dépôt excessif de tissu adipeux pouvant nuire à la santé. Elle augmente le risque de diabète de type 2, de maladies cardiovasculaires, peut affecter la santé des os et la procréation, et augmente également le risque de certains cancers. «*Environ la moitié des patients qui consultent se plaignent non pas de problèmes de santé à proprement parler mais de répercussions sur la qualité de vie*», précise Jean-Paul Thissen, endocrinologue et nutritionniste aux Cliniques universitaires Saint-Luc. Car l'obésité a également une influence sur le sommeil ou la mobilité. Sans parler bien sûr de la discrimination que subissent les personnes en surpoids, dans un monde où la minceur est à la fois synonyme de beauté, de compétence et de contrôle de soi.

## Densité calorique

Le diagnostic de surpoids et d'obésité se fait en calculant l'**indice de masse corporelle (IMC): poids (kg)/taille<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>)** (voir schéma p. 19). On parle ainsi de surpoids quand l'IMC est égal ou supérieur à 25 et d'obésité quand l'IMC est égal ou supérieur à 30. Suivant ces critères, selon l'*OMS*, 2,5 milliards d'adultes de 18 ans et plus sont en surpoids dans le monde et sur ce total, plus de 890 millions sont obèses, ce qui signifie que 43% des adultes de plus de 18 ans sont en surpoids (43% des hommes et 44% des femmes)

tandis que 16% sont obèses. Une proportion qui a doublé entre 1990 et 2022. La prévalence de l'obésité varie par ailleurs selon les régions: si en Asie du Sud-Est et en Afrique, 31% de la population est en surpoids, ce pourcentage atteint 67% sur le continent américain. En Belgique, selon les derniers chiffres de *Sciensano*, 49% de la population adulte est en surpoids et près de 16% en situation d'obésité.

«Il y a probablement toujours eu des patients obèses, explique Jean-Paul Thissen. Mais le problème s'est installé depuis la Seconde Guerre mondiale, avec un point d'inflexion au début des années 90. Dans les pays occidentaux, l'obésité touche surtout les classes défavorisées - alors qu'en Afrique centrale, c'est encore l'inverse. Elle est liée à la mise à disposition d'alimentation bon marché, avec un prix de la calorie qui est devenu très très bas.» La part du budget familial consacrée à l'alimentation n'a ainsi cessé de diminuer, cependant que la part consacrée au logement, aux loisirs, à l'informatique, aux vacances ou à la voiture n'a cessé d'augmenter. «Malheureusement, l'industrie agroalimentaire a suivi le mouvement et offre une nourriture de moins en moins qualitative et d'un prix de plus en plus faible, poursuit le spécialiste. Avec les aliments ultratransformés, sans manger de grosses quantités, votre apport calorique est couvert... alors qu'avant, vous deviez manger de grosses quantités, notamment de légumes, pour avoir assez de calories.»

Cette augmentation de la «densité calorique» s'est par ailleurs accompagnée d'une diminution de nos dépenses énergétiques, avec l'apparition des transports motorisés et de modes de vie toujours plus sédentaires. Ainsi, selon l'Enquête de Santé 2018, le Belge de plus de 15 ans passe en moyenne 6 heures par jour en position assise. Or en position assise, la dépense énergétique est inférieure à 1,5 unité métabolique: le corps va dépenser au maximum 50% d'énergie en plus par rapport au simple état de veille, alors qu'en position debout, la dépense énergétique va déjà augmenter de 30% supplémentaire.

## Ozempic: du diabète à l'obésité

«L'obésité est de plus en plus reconnue comme une maladie, poursuit Jean-Paul Thissen. Or qui dit maladie, dit traitement... Pensons au cholestérol ou à l'hypertension. Donc l'industrie a toujours cherché des remèdes à cette problématique. Mais si l'histoire des médicaments anti-obésité est pavée de bonnes intentions, il y a eu beaucoup d'échecs par rapport à d'autres pathologies.» *Pondéral*, *Acomplia*, *Reductil*: tous ces médicaments ont

## SET POINT

Le fait que la prise de poids soit en grande partie liée à un excès de calories a longtemps laissé penser qu'il suffisait de manger moins pour revenir à son poids de forme. Mais les choses sont loin d'être aussi simples. «La correction, même complète, des "erreurs alimentaires" va certes vous faire perdre du poids mais ne vous ramène pas au point de départ, détaille Jean-Paul Thissen. C'est comme si l'organisme défendait un nouveau point qu'il avait atteint et considérait que c'était son "set point". Aujourd'hui, il apparaît de plus en plus évident que lorsqu'on diminue son apport calorique, on va perdre 5 ou 10 kilos, mais rarement beaucoup plus... En réalité, dès que vous perdez du poids, votre métabolisme de base diminue, donc vous brûlez moins et votre appétit augmente...» Un mécanisme qui explique pourquoi l'accumulation de régimes restrictifs aura tendance, à terme, à faire grossir... Un «effet yoyo» décourageant, par ailleurs susceptible de favoriser une dérégulation du comportement alimentaire. «L'obésité est "facile" à prévenir mais difficile à traiter, résume Jean-Paul Thissen. On le voit aussi dans la chirurgie bariatrique avec des patients qui ont tendance à reprendre du poids au fil du temps.»



IMC = Indice de Masse Corporelle

$$\text{IMC} = \frac{\text{poids (en kg)}}{\text{taille x taille (en m}^2\text{)}}$$

## QUELQUES CHIFFRES ALARMANTS

- 1 personne sur 8 dans le monde est obèse.
- L'obésité chez les adultes a doublé à l'échelle mondiale depuis 1990 et l'obésité chez les adolescents a quadruplé.
- 2,5 milliards d'adultes sont en surpoids dans le monde. Sur ce total, 890 millions sont obèses.
- 37 millions d'enfants de moins de 5 ans sont en surpoids dans le monde.
- 390 millions d'enfants et d'adolescents âgés de 5 à 19 sont en surpoids dans le monde. Parmi eux, 160 millions étaient obèses.

(Chiffres OMS 2022)

été retirés du marché après quelques années, soit suite à des effets secondaires indésirables, soit parce que les pertes de poids étaient trop modestes. Mais depuis peu, une nouvelle classe de médicaments, parmi lesquels l'Ozempic (sémaglutide), administré sous forme de stylo injecteur et produit par la firme danoise Novo Nordisk, suscite un engouement inédit. Prescrit depuis des années pour traiter le diabète de type 2, l'Ozempic appartient à la famille des analogues du Glucagon-like peptide-1 (GLP-1), une hormone intestinale qui stimule le pancréas pour qu'il produise davantage d'insuline. Ce médicament a donc comme effet de faire baisser le taux de sucre dans le sang. Mais il agit par ailleurs sur l'hypothalamus, une zone du cerveau qui intervient dans le comportement alimentaire et le sentiment de satiété. En ralentissant la vidange gastrique, le sémaglutide donne aussi le sentiment d'avoir le ventre plein, incitant à diminuer les prises alimentaires.

En 2018 déjà, une étude (1) avait comparé l'effet du sémaglutide sur la perte de poids par rapport à un placebo. Après un an de traitement, des doses comprises entre 0,05 mg et 0,4 mg par jour avaient entraîné des pertes de poids de 6% à 11,2%. Le sémaglutide a ensuite été testé à une dose supérieure, hebdomadaire et unique de 2,4 mg. Au terme de 68 semaines de traitement, les participants de l'étude affichaient une perte de poids de 15%, contre 2% avec de simples mesures hygiéno-diététiques. Depuis quelques années, l'Ozempic est donc parfois prescrit à des personnes obèses pour les aider à perdre du poids. «Ces effets sur le comportement alimentaire et la perte de poids étaient inattendus, commente Jean-Paul Thissen. Ce n'était pas

*l'effet initialement recherché, mais cela ne veut pas dire pour autant que ces médicaments ont été "détournés" comme on l'entend parfois.»*

La découverte d'un effet «non recherché initialement» est en effet fréquent dans l'histoire du médicament. Mais concernant la problématique du surpoids, il existe une crainte particulière de mésusage, notamment au vu de l'engouement sur les réseaux sociaux et de la publicité assurée par certaines personnalités publiques au sujet de l'Ozempic... Aujourd'hui, en Belgique, ce médicament n'est pourtant prescrit qu'à de strictes conditions, à savoir un IMC de plus de 35 ou de plus de 30 avec comorbidités. Mais pour Jean-Paul Thissen, la méfiance vis-à-vis de ces médicaments tient aussi à la «moralisation» de l'obésité, encore perçue par certains non comme une maladie mais comme un manque de volonté... et qui, en tant que tel, ne «mériterait» pas de bénéficier d'un traitement pharmacologique. «Quand je prescris ces médicaments à des patients diabétiques, ils ne rencontrent jamais de problème à la pharmacie. Mais si je les prescris à des patients qui ont un excès de poids, le pharmacien est souvent réticent. Cette perception que l'excès de poids est "la faute du patient" est malheureusement présente aussi chez des professionnels de la santé», déplore le spécialiste. Par ailleurs, aujourd'hui, en Belgique, l'Ozempic est uniquement remboursé dans l'indication diabète. Les patients avec obésité doivent pour leur part s'acquitter de quelque 110 euros par mois. «Et pourtant les patients sont très enthousiastes. Ils ont très peu de réticences, posent peu de questions sur les effets secondaires... Les femmes sont aussi plus nombreuses à consulter pour cette raison, probablement parce qu'elles souffrent davantage de la stigmatisation. Récemment, une patiente très intelligente, avec une fonction importante, me disait encore à quel point les gens supposent que si vous êtes en excès de poids, vous êtes idiot...»

## Une révolution ?

Bientôt, d'autres médicaments anti-obésité comme le Mounjaro (tirzépatide), commercialisé par la firme américaine Eli Lilly, devraient arriver sur le marché. Cette molécule permettrait d'atteindre des pertes de poids jusqu'à 20% (2). La même firme a annoncé travailler sur la commercialisation d'une autre molécule encore, le rétatrutide, qui promet des pertes de poids jusqu'à 25%... Si des études complémentaires doivent confirmer la sécurité et l'efficacité de ces médicaments - qui pourraient être disponibles sous forme orale -, l'industrie pharmaceutique semble donc avoir franchi un pas décisif... «L'Ozempic agit essentiellement sur le comportement alimentaire,

(1) O'Neil PM, Birkenfeld AL, McGowan B, Mosenzon O, Pedersen SD, Wharton S, Carson CG, Jepsen CH, Kabisch M, Wilding JPH. Efficacy and safety of semaglutide compared with liraglutide and placebo for weight loss in patients with obesity: a randomised, double-blind, placebo and active controlled, dose-ranging, phase 2 trial. *Lancet*. 2018 Aug 25;392(10148):637-649.

(2) <https://bit.ly/4gYLrZ>

<https://bit.ly/3NcPI34>



mais le Mounjaro a en plus un effet sur le tissu adipeux. Quant au rétatrutide, il pourrait agir sur la dépense énergétique avec un effet brûle-graisses», précise Jean-Paul Thissen, qui parle d'un «changement majeur» dans la prise en charge de l'obésité. «On ne parle pas de 10 ou 15% de perte de poids, mais de 20 voire 25%, ce qui s'approche des résultats de la chirurgie bariatrique. On voit aussi que ces médicaments exercent un effet bénéfique sur les problèmes cardiovasculaires et rénaux... Par ailleurs, nous avons un recul de 10 ou 15 ans et nous savons que s'il existe des effets secondaires, ceux-ci restent relativement rares.» À savoir des nausées et vomissements (en cas d'estomac paresseux), des cas ponctuels de pancréatites mais aussi une fatigue importante chez certains patients.

Peut-on imaginer que ces nouvelles molécules marqueront d'ici peu la fin de l'épidémie d'obésité ? «Je ne le pense pas, répond Jean-Paul Thissen. On l'a vu avec le HIV: ce n'est pas parce qu'on a des traitements efficaces qu'il y a moins de cas. En fait, avoir des traitements peut même avoir comme effet indésirable une diminution des efforts de prévention et créer un retour de manivelle.» Pour le spécialiste, il est donc très important de ne pas laisser entendre que les médicaments vont tout résoudre, d'autant qu'ils doivent être pris à vie. «À l'arrêt, les personnes reprennent en moyenne deux tiers du poids perdu», pointe Jean-Paul Thissen. Leur coût est donc significatif et leur accessibilité future incertaine. «Il est clair qu'en Belgique, les personnes potentiellement concernées forment un fameux lobby... Donc soit

on l'accorde à tous les patients, mais ça fait quand même près de 2 millions de personnes en Belgique et ça va coûter très cher ! Ceci dit, la question va se poser de plus en plus: est-ce que ne pas traiter l'obésité n'expose pas à un risque et un coût plus important ? À l'inverse, si on ne le rembourse pas du tout, ce seront les plus riches qui pourront se permettre de le prendre, alors que l'obésité touche plutôt des classes défavorisées... Il faudrait donc un remboursement ciblé, qui consiste à voir chez quel patient l'investissement va "rapporter" le plus, c'est-à-dire lequel pourra, grâce aux traitements, éviter d'autres problèmes de santé. Ce seront probablement les plus jeunes qui seront les meilleurs candidats.»

Pour ce spécialiste, ce sont aussi les campagnes de prévention qui doivent aujourd'hui être davantage ciblées. «Je pense qu'il faut notamment une prévention à destination des femmes enceintes. On sait aujourd'hui que celles qui prennent plus de 10 ou 15 kilos pendant leur grossesse sont, à long terme, à risque accru d'excès de poids. Celles qui commencent leur grossesse avec un excès de poids vont par ailleurs donner naissance plus facilement à des enfants qui auront eux-mêmes un excès de poids. Autrement dit, l'épidémie d'obésité est à la fois liée à des inégalités entre individus d'ordre génétique et à l'environnement, avec une alimentation trop calorique mais aussi d'autres facteurs comme le manque de sommeil ou le travail de nuit... Il faut aussi retrouver la dimension hédonique de l'alimentation, favoriser le manger en pleine conscience et non devant un écran...» Lutter contre l'épidémie d'obésité, ce n'est donc pas seulement chercher de nouveaux médicaments: c'est aussi privilégier des modes d'organisation du travail qui respectent les rythmes biologiques, lutter contre les inégalités sociales, retrouver le plaisir de manger et favoriser des politiques qui garantissent l'accès de tous à une alimentation de qualité. «Les individus ont une part de responsabilité, mais les pouvoirs publics aussi ! souligne encore Jean-Paul Thissen. La suppression de la TVA sur les légumes serait par exemple une très bonne chose. Et les agriculteurs seraient ravis.» 

# Mais pourquoi la racine carrée de -1, c'est interdit !?

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

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

PHOTOS : © XYZ+ - STOCK.ADOBE.COM (P.22), © STOCK.ADOBE.COM (P.23)

**C'**est cool comme opération, la racine carrée. La racine de 9 par exemple, c'est le nombre 3, c'est-à-dire le nombre qui une fois multiplié par lui-même permet de retomber sur 9. «Le» nombre ? Il y a en fait une autre racine, un peu moins «sexy»: -3, vu que  $-3 \times -3$  ça fait bien 9 aussi ! Mais peu importe, le point essentiel est qu'en multipliant une racine par elle-même, on doit pouvoir reconstituer le nombre initial. Et quelle galère c'est quand le nombre à reconstituer est négatif, comme -1... Vous voyez le problème ? Si la racine est positive, sa multiplication par elle-même est forcément positive, impossible d'avoir -1. Si la racine est négative, sa multiplication par elle-même donne aussi un nombre positif, donc impossible de retomber sur -1. Bref la racine de -1 n'est ni positive, ni négative. Fichtre !

Sur les bancs de l'école, avant ma rétho, je me souviens distinctement de mes professeurs de mathématiques expliquant que la racine carrée d'un nombre négatif, ça n'existait pas, POINT ! Oser écrire le contraire à une interro, c'était risquer de se prendre un 0. Et puis, sur la fin de ma scolarité, mon prof me dit ceci: «*La racine de -1, certains disent que ça n'existe pas. Mais peut-être que c'est juste un nombre d'un nouveau genre, exotique, tout comme les nombres négatifs qui, à une époque, ont été vus comme très étranges !*»

Bref, déclarons que la racine de -1, même si ça reste mystérieux, cela vaut «*i*», un nombre qui n'est ni négatif, ni positif, car bien plus compliqué que ça, on va d'ailleurs dire que c'est un nombre «complexe».

Propriété fondamentale de «*i*» ? Comme il s'agit de la racine de -1, la seule certitude le concernant est  $i \times i = -1$ .

Ce point de départ vous semble naïf ? Et pourtant, c'est grâce à lui que le champ des nombres complexes a été ouvert !

Supposons qu'on souhaite obtenir la racine de -4. On peut écrire:

$$\sqrt{-4} = \sqrt{-1 \times 4} = \sqrt{-1} \times \sqrt{4} = i \times 2$$

La racine de  $-4$  est donc égale à  $2 \times$  la mystérieuse racine de  $-1$  ! À partir de là, nous pouvons juste craquer notre slip et tenter toutes les opérations habituelles: Que vaut par exemple  $2i+3i$  ? Hé bien,  $5i$  ! C'est la racine de  $-25$  vu que  $5i \times 5i = -25$

Et si j'ajoute, disons, l'entier  $3$  au nombre  $i$ , quel est le résultat ?  $i$  étant mystérieux, pas clair de comment y incorporer l'entier  $3$ . Mais on peut toutefois écrire « $i+3$ » faute de mieux. Et que se passe-t-il si je tente d'additionner  $i+3$  d'un côté et  $2i-2$  de l'autre ? Hé bien, cela devrait en toute logique donner:

$$(i+3) + (2i-2) = 3i+1$$

Poussons plus loin encore: que devrait faire  $(i+3)^2$  par exemple ? Il suffit de développer:

$$(i+3)^2 = i^2 + 6i + 9$$

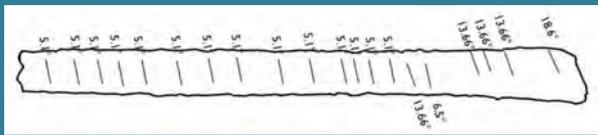
Et comme  $i^2 = i \times i = -1$  (rappelez-vous, c'est notre seule certitude concernant  $i$ ), on peut aussi écrire:

$$i^2 + 6i + 9 = -1 + 6i + 9 = 6i + 8$$

Que retenir pour briller en société ? La racine de  $-1$  n'est ni un nombre positif, ni un nombre négatif, mais quelque chose de nouveau: un nombre complexe. Tout nombre qui peut s'écrire sous la forme  $ai+b$  est appelé nombre complexe, le nombre complexe « $i$ » seul étant le cas particulier où  $a=1$  et  $b=0$ . 

## 1 CHAT, 2 CHATS, 3 CHATS

Compter nous vient très naturellement. Si naturellement qu'on faisait déjà des entailles dans des os il y a 40 000 ans pour s'en sortir, bien avant l'invention des chiffres arabes qui se sont imposés aujourd'hui.



L'os de Lebombo aurait servi pour compter le nombre de jours d'une lunaison il y a 40 000 ans !

Notons que d'autres os avec entailles vieux de 80 000 ans ont été retrouvés, mais ces entailles avaient peut-être un simple but décoratif (ce n'est pas clair !)

Quoi qu'il en soit, les mathématiciens regroupent aujourd'hui les nombres utilisés pour compter sous l'appellation «nombres naturels», c'est l'ensemble  $\mathbb{N}$ . Le nombre 42 en fait partie, tout comme 0, le nombre 8977 ou le nombre 698744 !

Toutefois, il est assez clair que les nombres naturels ne suffisent pas pour gérer le quotidien. Comment indiquer qu'une personne \*nous doit\* 2 pommes ? Il s'agit d'étendre l'ensemble des nombres naturels pour y incorporer des nombres négatifs tels que  $-4$ ,  $-3$ ,  $-2$ ,  $-1$ . Ce nouvel ensemble étendu porte le nom d'ensemble des entiers (relatifs) et il est souvent désigné par la lettre  $\mathbb{Z}$ .

Mais que faire si on se met à manipuler des morceaux de pomme (c'est mieux que des morceaux de chats) ?

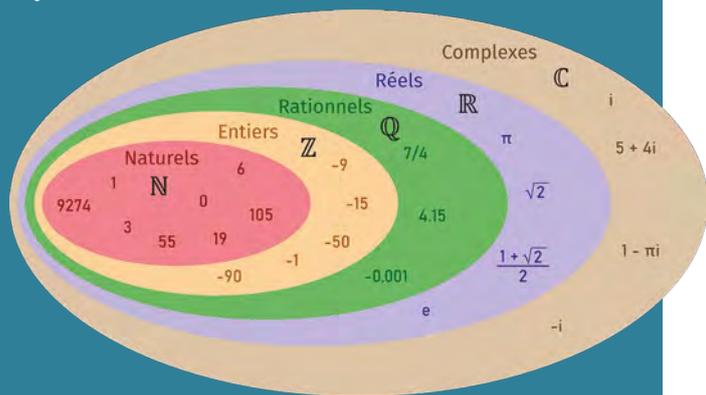
En divisant des entiers entre eux, comme 1 par 3, nous obtenons de nouveaux nombres, jamais rencontrés encore, mais aussi des nombres déjà bien connus, comme  $-16$  divisé par 2 qui donne  $-8$ .

L'ensemble des nombres obtenus en divisant des entiers entre eux est appelé l'ensemble des nombres rationnels, symbolisé par la lettre  $\mathbb{Q}$ . Cet ensemble contient tous les nombres entiers qui lui-même contient tous les naturels (voir schéma ci-dessous).

Toutefois, certains nombres ne sont pas le résultat de la division de deux entiers. Notamment le nombre  $\pi$ , qui peut être grossièrement approximé par la fraction  $22/7$  mais ne correspond à aucune fraction de nombres entiers !

En ajoutant à l'ensemble des nombres rationnels les nombres dits irrationnels comme  $\pi$ , nous arrivons enfin à l'ensemble des nombres dits « réels » ( $\mathbb{R}$ ).

L'ensemble des réels est-il lui-même inclus dans un ensemble plus large ? Oui, il s'agit de l'ensemble des nombres complexes ( $\mathbb{C}$ ) dont le présent article est le sujet !



# LE DOSSIER

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT - PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE  
WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE

PHOTOS: © BRAINWASHED 4 YOU - STOCK.ADOBE.COM (P.24),  
© YAKOBCHUK OLENA - STOCK.ADOBE.COM (P.26),  
© BITS AND SPLITS - STOCK.ADOBE.COM (P.28)



# Délinquants sexuels : quelle prise en charge ?

**Beaucoup d'idées erronées circulent à propos des auteurs d'infractions à caractère sexuel. Et de toute façon, il n'existe pas de profil type de ces délinquants. Leur prise en charge thérapeutique nécessite une analyse au cas par cas et doit être centrée sur l'individu dans sa globalité et non sur le ou les délits dont il s'est rendu coupable**

Certains stéréotypes tenaces circulent à propos de la délinquance sexuelle. Selon une des représentations erronées les plus courantes, les auteurs d'infractions à caractère sexuel (AICS) seraient des multirécidivistes. «*La clinique montre au contraire que la plupart d'entre eux ne commettent qu'une infraction ou un groupe d'infractions dans une période bien circonscrite de leur vie. Parmi les auteurs d'infractions de tout type, avec ou sans violence, ce sont les AICS qui récidivent le moins*», indique le criminologue et sexologue Julien Lagneaux, directeur de l'Unité de psychopathologie légale (UPPL) créée en 1998 dans la foulée de l'affaire Dutroux. Une ASBL au carrefour de la justice et de la santé, désignée comme Centre d'appui wallon (1) par le ministre fédéral de la Justice et le ministre régional wallon chargé de la Santé.

Aussi bien les recherches belges qu'internationales mettent en évidence qu'une prise en charge spécialisée des AICS réduit fortement les risques de récidive. En Région wallonne, ils seraient alors de 6,65% à 5 ans, durée classique des thérapies, auxquelles se greffe le plus souvent l'intervention d'un assistant de justice qui chapeaute la réinsertion sociale et professionnelle du sujet, et de 12,7% à 10 ans. Certes, 12,7%, ce n'est pas rien, évidemment, mais c'est néanmoins très éloigné de l'image d'une fatalité de la récidive. «*Les chiffres chez les délinquants sexuels emprisonnés qui vont en fond de peine sans prise en charge spécialisée*

*atteignent des niveaux supérieurs*», précise Julien Lagneaux.

Un autre stéréotype très répandu concerne les actes de délinquance sexuelle dont sont victimes des mineurs. Il est communément admis dans la population qu'ils sont le fait de pédophiles. Or, plus de 80% des délits incriminés sont l'œuvre d'auteurs qui ne sont spécifiquement attirés ni par les enfants ni par les adolescents. Les comportements délictueux se révèlent alors opportunistes - consommation de substances, circonstances... «*Il faut distinguer la pédophilie, au sens diagnostique, qui est une paraphilie dans laquelle il y a une attirance préférentielle, voire exclusive pour des mineurs, sans préjuger d'un éventuel passage à l'acte, et la pédocriminalité, qui correspond concrètement à un passage à l'acte à l'égard de mineurs indépendamment d'un diagnostic*», souligne le directeur de l'UPPL.

Au-delà des stéréotypes susmentionnés, qui figurent parmi les plus fréquents à propos des AICS, une vérité s'impose : l'approche du thérapeute spécialisé ne doit pas se focaliser sur le comportement, l'acte délictueux commis, mais sur la personne qui en est l'auteur. Car la nature des faits incriminés n'offre qu'une vision très parcellaire de la personnalité et des motivations du délinquant, des circonstances qui ont présidé à son infraction et d'autres éléments sur lesquels la prise en charge ne peut faire l'impasse. La nature de l'acte délictueux (viol, exhibitionnisme,



## Un canevas d'analyse

C'est à travers une démarche au cas par cas que doivent être élaborées les évaluations spécialisées que les professionnels sont appelés à remettre aux autorités judiciaires sur les auteurs d'infractions à caractère sexuel. De même, l'orientation de leur prise en charge thérapeutique, si elle est ordonnée, repose pour chacun d'eux sur la même approche personnalisée. Cette dernière s'abreuve à 2 sources. La première est le dossier judiciaire, qui peut contenir des éléments essentiels à la compréhension des passages à l'acte. Il peut s'agir d'expertises psychologiques ou psychiatriques ou d'auditions de l'auteur et de la ou des victimes. Le dossier peut notamment offrir un accès à des informations précises sur le modus operandi du délinquant, l'âge de ses victimes, le contexte du passage à l'acte, etc. Seconde source: des rencontres avec l'auteur des faits.

Une approche analytique est indispensable. *«Le but poursuivi est d'essayer de comprendre les éléments qui ont favorisé le passage à l'acte. Notre réflexion s'articule autour d'un canevas d'analyse que nous avons conçu et qui nous permet d'aboutir à une lecture dynamique de la situation d'un auteur et de son ou de ses passages à l'acte, et ce, à la lueur de son histoire et de ses profils psychologique, sexologique, criminologique et psychopathologique»*, dit Julien Lagneaux. De nombreuses questions sont alors passées au crible dans ces différents domaines. Au cours de ce cheminement, les équipes de santé spécialisées s'intéressent à tous les aspects permettant de mieux cerner qui est le délinquant concerné: famille, parcours scolaire et professionnel, expériences affectives, besoins sexuels, difficultés sur le plan de la sexualité, dysfonctions sexuelles, complexes, pathologies, antécédents judiciaires, modus operandi lors de l'exécution des actes délictueux, tendance à transgresser les règles, traits antisociaux, consommation de substances, symptômes anxieux ou dépressifs, troubles mentaux éventuels, quotient intellectuel, etc.

Dans cette approche globale, il est important de s'interroger sur de possibles antécédents de victimisation directe ou indirecte. *«Il ne s'agit pas nécessairement d'abus sexuels subis, mais parfois, plus largement, d'autres événements traumatiques, tels que du harcèlement scolaire, une exposition précoce à de la pornographie ou encore de la négligence, voire de la maltraitance parentales»*, précise le directeur de l'UPPL. Elena Kadare fait d'ailleurs remarquer qu'on observe relativement souvent, mais pas systématiquement, des antécédents de victimisation sexuelle chez les abuseurs, mais plus encore des antécédents de maltraitance ou de négligence durant l'enfance et

consommation de pédopornographie...) ne suffit dès lors en aucune manière à dégager un profil type de délinquant, pas plus qu'il n'existe de profil type des AICS pris dans leur ensemble. Le cas des pédophiles et des pédocriminels l'illustre bien: ils peuvent commettre des actes similaires, tel un viol d'enfant, mais, nous l'avons vu, les seconds ne partagent pas avec les premiers la paraphilie qui consiste à éprouver une attirance préférentielle, voire exclusive pour les mineurs. *«Longtemps, on a essayé de découvrir une structure pathologique qui pourrait conduire à la délinquance sexuelle ou à la délinquance en général, mais en vain. Notre pratique clinique et la littérature scientifique nous enseignent qu'il n'y en a pas et qu'il est impossible d'établir une typologie des auteurs d'infractions, en particulier d'infractions à caractère sexuel»*, explique Elena Kadare, psychologue clinicienne à l'UPPL.

<sup>(1)</sup> Il existe également un Centre d'appui pour Bruxelles (CAB) et un Centre d'appui pour la Flandre, l'Universitair Forensisch Centrum (UFC).

l'adolescence. S'ensuivent des carences affectives, éducatives, communicationnelles... qui induisent des difficultés à déterminer ses propres limites, à comprendre l'altérité d'autrui, et qui favorisent le passage à une action inadéquate au détriment de la verbalisation - celle, par exemple, qui permet de s'assurer du consentement de l'autre. *«Il est également utile de s'interroger sur le profil criminel du délinquant et sur les caractéristiques criminologiques de l'infraction sexuelle qui lui est reprochée, ainsi que sur les facteurs désinhibants externes qui ont favorisé son passage à l'acte»*, ajoute Julien Lagneaux.

Après la collecte de toutes les données récoltées dans les différents champs étudiés, l'étape suivante consiste à établir l'existence de possibles interactions entre elles, partant du principe que, chez les AICS, l'origine du passage à l'acte est plurifactorielle. Le temps sera alors venu d'opérer une synthèse portant sur les déterminants de l'infraction commise et le mode de fonctionnement du délinquant sexuel, ainsi que d'estimer, pour répondre à la demande judiciaire d'un avis spécialisé, la dangerosité et le risque d'une potentielle récidive. Ce travail doit idéalement se réaliser en équipe - psychologue, psychiatre, sexologue, criminologue. Quant à ses résultats, ils conservent une part d'incertitude. Le rapport d'évaluation final ne sert pas que le tribunal mandataire. Il est également un excellent outil sur lequel pourront s'appuyer les professionnels appelés à réaliser la prise en charge thérapeutique, très souvent imposée.

## Un vrai problème

Abstraction faite de l'éventualité d'une erreur judiciaire, un élément très débattu dans la littérature a trait à la reconnaissance, par le délinquant sexuel, des faits qu'il a commis. D'aucuns estiment que cette reconnaissance est cruciale pour qu'une thérapie puisse être entamée et porte ses fruits. Aujourd'hui, de nombreuses études, notamment anglo-saxonnes, suggèrent le contraire. *«Sur le plan clinique, tout indique que reconnaître ou non les faits dont on s'est rendu coupable n'a pas d'incidence sur la capacité du sujet à suivre une thérapie, sur celle de se réintégrer dans la société et sur la récidive»*, précise le psychologue Jérôme Englebert, professeur au sein des écoles de criminologie de l'Université libre de Bruxelles et de l'Université catholique de Louvain. Et d'ajouter que la qualité de la réinsertion sociale du délinquant est un facteur essentiel de diminution du risque d'un nouveau passage à l'acte.

D'après des données émanant d'une étude conjointe menée durant 2 ans par l'UPPL, le Centre d'appui bruxellois (CAB) et l'Universitaire

Forensisch Centrum (UFC - Flandre), 98,7% des auteurs d'infractions à caractère sexuel pris en charge par ces structures sont des hommes. Toutefois, le ratio hommes-femmes doit sans doute être quelque peu nuancé, notamment parce que les abus sexuels commis par un homme laissent généralement davantage de traces. Par ailleurs, 9 fois sur 10 environ, les AICS qui fréquentent les centres créés par les autorités publiques dans la foulée de l'affaire Dutroux ou qui sont réorientés vers des thérapeutes indépendants sont responsables d'abus sexuels sur au moins une victime mineure. Pourquoi ? Quand les victimes sont majeures, les magistrats ne sont pas soumis à l'obligation de solliciter un avis spécialisé. Dès lors, les réflexes sont manifestement différents selon que les faits impliquent ou non des mineurs d'âge. Lorsqu'un mineur est victime d'abus sexuels, l'avis spécialisé conclura généralement à l'intérêt d'une prise en charge thérapeutique spécialisée.

**Pour chaque AICS, il s'avère impératif que l'approche thérapeutique se fonde sur la volonté de comprendre sa carte du monde, c'est-à-dire ses représentations, son histoire, son mode de fonctionnement, son ressenti..., sans poser de jugement ni se référer à une conception d'ordre moral ou idéologique. La démarche doit être humaniste. Un objectif thérapeutique essentiel est que la personne se sente entendue et accompagnée et puisse élaborer son inscription dans un mode de vie plus prosocial.**

Les demandes de traitement concernent des AICS sous différents statuts judiciaires, mais dans la majorité des cas, il s'agit d'auteurs contraints dans le cadre de mesures probatoires. Des personnes incarcérées bénéficiant de permissions de sortie ou de congés pénitentiaires ont parfois l'obligation, elles aussi, de suivre une thérapie. *«Le système belge de prise en charge des AICS ne fonctionne pas mal en soi, mais il n'est pas sans défauts. Une de ses carences est notamment que les AICS ayant commis les faits les plus graves sont généralement ceux qui bénéficient le moins facilement ou le plus tardivement d'une thérapie. Ces auteurs ayant été condamnés à de lourdes peines mettent des années avant de sortir et ont rarement accès à une thérapie en prison, sauf s'ils disposent des moyens de rémunérer eux-mêmes un thérapeute qui viendrait jusqu'à eux. Il est d'ailleurs fréquent que certains aillent en fond de peine sans jamais avoir vu un thérapeute. C'est un vrai problème»*, indique Julien Lagneaux. Jérôme Englebert partage cet



avis. Il attire cependant l'attention sur le piège qui consisterait à médicaliser ou psychologiser la délinquance, le premier déterminant de celle-ci étant la précarité sociale en général.

## Démarche humaniste

Sur le plan thérapeutique proprement dit <sup>(2)</sup>, Julien Lagneaux et son équipe de l'UPPL insistent sur la nécessité d'une prise en charge au cas par cas et selon une approche intégrative. «*Envisager la personne dans sa globalité, c'est appréhender le comportement problématique comme le résultat d'influences multiples et redonner à cette personne le pouvoir d'agir sur sa situation*», déclarent-ils. Les AICS ne se résument pas à l'acte ou aux actes qu'ils ont perpétrés, d'autant, nous l'avons mentionné, qu'ils ne commettent le plus souvent qu'une seule infraction ou un groupe d'infractions dans une période bien circonscrite de leur vie. Ainsi que le fait remarquer Elena Kadare, ce sont aussi des pères, des fils, des travailleurs, etc. «*Aussi, estime-t-elle, l'approche thérapeutique doit-elle prendre en considération toutes leurs couches identitaires.*» S'agissant d'adolescents auteurs de faits qualifiés d'infractions à caractère sexuel, il est plus que jamais primordial de ne pas les enfermer dans la stigmatisation, les assimiler aux seuls faits répréhensibles qui leur sont reprochés. En effet, par définition, ils sont en pleine construction identitaire. «*Et les réduire au statut de délinquant augmente en outre le risque de récidive*», ajoute Elena Kadare.

Pour chaque AICS, il s'avère impératif que l'approche thérapeutique se fonde sur la volonté de comprendre sa carte du monde, c'est-à-dire ses représentations, son histoire, son mode de

fonctionnement, son ressenti..., sans poser de jugement ni se référer à une conception d'ordre moral ou idéologique. La démarche doit être humaniste. Un objectif thérapeutique essentiel est que la personne se sente entendue et accompagnée et puisse élaborer son inscription dans un mode de vie plus prosocial. Dans ces conditions, l'écoute du clinicien doit être à la fois bienveillante et vigilante.

Contrairement à une idée profondément enracinée dans la population, les délinquants sexuels sont rarement des individus hypersexuels à la libido débordante ou mus par un excès de pulsionnalité. «*Chez la plupart d'entre eux, les besoins sexuels se situent dans la moyenne mais, à un moment donné, ils n'ont pas été capables de réprimer une curiosité, voire une envie, ou de s'imposer des limites, et ils ont profité d'une occasion qui se présentait. Il n'est pas rare de voir utilisés des termes comme "pervers" ou "psychopathe" lorsque sont évoquées des situations d'infractions sexuelles impliquant des enfants, mais dans la clinique, pourtant, ces profils ne sont pas prédominants*», explique Julien Lagneaux. Le plus fréquemment, les AICS sont des individus incapables de nouer une relation «normale» avec une ou un partenaire. La prise en charge doit également permettre d'apporter des repères éducatifs et développer leurs compétences sociales – par exemple, comment entrer en contact adéquatement avec une personne, comment entreprendre une relation saine qui débouchera sur des rapports affectifs et/ou sexuels consentis et respectueux. Le développement d'habiletés en la matière doit ambitionner de les libérer de la probable frustration qui les habite et partant, est susceptible de les sortir d'un repli sur soi délétère et potentiellement dangereux. <sup>(A)</sup>

<sup>(2)</sup> La prise en charge thérapeutique d'un AICS s'étend habituellement sur 3 à 5 ans. Elle peut être individuelle, en groupe ou les 2.

## LES PSYCHOPATHES MANQUENT-ILS VRAIMENT D'EMPATHIE ?

Contrairement à l'idée largement partagée au sein de la population, les psychopathes n'ont pas inmanquablement pieds et poings liés avec la délinquance. S'il y a nombre de délinquants non psychopathes, il y a de même nombre de psychopathes non délinquants. Le mode de fonctionnement psychopathique peut se rencontrer chez des personnes n'ayant aucun démêlé avec la justice mais qui, par exemple, génèrent des environnements de travail délétères ou exercent une emprise ou une autorité absolue dans leur cellule familiale. Les Hannibal Lecter ne courent pas les rues !

Dans son ouvrage *L'Homme criminel* (1876), le médecin légiste italien Cesare Lombroso postula l'existence d'un gène du crime et donc de «criminels nés». Réactualisant ses hypothèses, un courant de recherche actuel ambitionne de mettre en évidence des traces neurologiques de la psychopathie à travers l'organisation anatomique du cerveau des psychopathes ou ses modes de fonctionnement. Mais pour l'heure, on ne peut s'appuyer sur aucune base scientifique solide pour conclure à la présence de particularités neurologiques associées au fonctionnement psychopathique. «De toute façon, il semble évident que les comportements humains déviants ne s'expliquent pas uniquement par des dysfonctions cérébrales. Ils sont multifactoriels et, outre des facteurs biologiques, incluent des facteurs environnementaux, sociaux et psychologiques», indique le psychologue Jérôme Englebert, professeur au sein des écoles de criminologie de l'Université libre de Bruxelles et de l'Université catholique de Louvain.

À ses yeux, ce sont les situations qui engendrent les comportements et, par conséquent, il est probable qu'en fonction de celles-ci, une société produise des personnes possédant un idéal psychopathique plus ou moins affirmé. Le psychiatre liégeois Albert Demaret, décédé en 2011, écrivait d'ailleurs dans *Éthologie et psychiatrie*, publié en 1979 aux Éditions Mardaga: «La fonction sociale des psychopathes dépend des conditions du milieu. Plus celles-ci sont perturbées, plus le "déséquilibré" se révèle

*adapté et même utile. En temps de paix, on les enferme; en temps de guerre, on compte sur eux et on les couvre de décorations.»* Ce qui amène Jérôme Englebert à rappeler que, selon Demaret, nombre de comportements jugés aujourd'hui pathologiques ou inadaptés «devaient avoir une valeur adaptative dans le milieu originel qui a façonné la morphologie et le psychisme de notre espèce».

Le diagnostic de psychopathie est presque exclusivement masculin, du moins sur la base des données criminologiques. Évaluer le pourcentage de psychopathes dans la population tient cependant de la gageure. Pour quels motifs ? D'abord, seuls sont connus ceux dont le diagnostic de psychopathie émane d'expertises médico-légales. Ensuite, il n'existe pas de définition internationale et définitive de la psychopathie. «Aujourd'hui, rapporte le professeur Englebert, elle est globalement considérée comme un trouble grave ou un déséquilibre du caractère ou de la personnalité sans présence d'une psychose ni d'une déficience mentale significative». Ce qui reste peu précis.

### FROIDEUR ÉMOTIONNELLE

La majorité des auteurs considèrent que le psychopathe se caractérise par un déficit, voire une absence d'empathie, une incapacité plus ou moins prononcée à comprendre et ressentir les émotions d'autrui. Pour d'autres, dont Jérôme Englebert, le psychopathe dispose au contraire d'une compétence certaine, parfois exacerbée, pour la compréhension des émotions, mais, malgré cela, ne manifeste aucune compassion, aucune bienveillance à l'égard de l'autre. Il lechosifie, le renvoie au statut d'objet et non de sujet, au profit de l'emprise qu'il veut exercer sur lui. «La psychopathie n'est pas le reflet d'un défaut d'empathie, mais d'un défaut de sympathie», estime le psychologue. Et l'on pourrait citer l'exemple classique et presque caricatural du psychopathe à même de décrire avec une extrême finesse la souffrance de ses victimes, faisant ainsi preuve d'empathie tout en n'ayant que faire de cette souffrance en raison de son trouble de la sympathie.

La froideur émotionnelle est une caractéristique redoutable du psychopathe. Elle traduit sa capacité à gérer l'émotion avec calme, sang-froid, distance. Est-elle un défaut ? Oui, si on l'habilite de sa dimension morale de manque de compassion et, plus encore, de vecteur privilégié d'une emprise sur autrui. Toutefois, une gestion froide des émotions est attendue d'un médecin urgentiste ou d'un dirigeant politique.

La froideur émotionnelle du psychopathe le distingue du pervers, qui, lui, fait preuve de chaleur émotionnelle. Le pervers «joue» avec l'autre, sa victime, lui laisse croire qu'il le considère, puis le jette. En revanche, le psychopathe, plus distant, laisse à l'autre le sentiment d'être un objet gelé. Dans certains cas extrêmes de délinquants comme Dutroux ou Fourniret, il est parfois malaisé de déterminer s'il s'agit de psychopathes ou de pervers. Car certains d'entre eux associent les 2 modes de fonctionnement et sont au centre de subtils débats d'experts.

### SONT-ILS INCURABLES ?

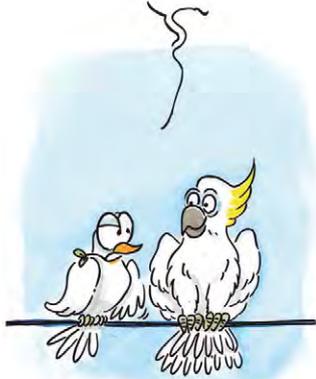
Il n'y a pas de traitement médicamenteux de la psychopathie. Et il existe une littérature scientifique soutenant l'idée que le psychopathe est incurable. De fait, s'agissant de profils psychopathiques «purs et durs», tels ceux que l'on rencontre en thérapie dans le cadre médico-légal, le pronostic thérapeutique est des plus réservés.

Fondés sur la conception traditionnelle voulant que le psychopathe soit en proie à un déficit, voire une absence d'empathie, les programmes thérapeutiques sont axés sur une remédiation dans ce domaine. Si au contraire le psychopathe est doté d'une haute compétence en matière d'empathie, mais pêche par un défaut de sympathie, cet effort thérapeutique est voué à l'échec et serait même susceptible de renforcer la psychopathie existante. D'où la nécessité de remettre en question les préceptes thérapeutiques. «Mais sans sombrer dans l'angélisme, dans l'affirmation qu'on "vaincra le mal" pour autant», insiste notre interlocuteur. D'autant que lors de la prise en charge thérapeutique, le clinicien se rend souvent compte, après quelques séances encourageantes, qu'il est mené en bateau.

# Colombe

©Alsy 2024

Je peux savoir ce que tu fais ici?



Bonjour. Je suis ton fact-checker. Je vérifie si tout ce que tu dis est factuel.



Je n'ai pas besoin d'un gros abruti de perroquet dans ma rubrique!



Bonjour. Je suis ton modérateur de contenu.



Allez, dis quelque chose...

Je n'ose pas. Je sens que vous allez me censurer...



Mais non. Dis seulement quelque chose de modéré...

et de factuel.



Alors là, comme ça, j'ai deux noms d'oiseaux qui me viennent en tête...



Chers lecteurs, chères lectrices, nous vous informons que le contenu de cette dernière case a d'avance été supprimé, car il risque de ne pas respecter les standards de la communauté.

On n'est pas bien, là... Dans notre petite communauté?



Alsy



CurioKids

# Quand les morts parlent encore !

En médecine légale: les morts racontent, la science résout

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE - INFO@CURIOKIDS.NET  
PHOTOS: © KICHIGINI9 - STOCK.ADOBE.COM (P.31), © SUJIT - STOCK.ADOBE.COM (P.33)  
ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT

Savais-tu que les morts pouvaient parler ? Pas avec leur bouche (ouf !), mais grâce à une science bien particulière: la médecine légale. Quand une mort est suspecte, le médecin légiste part à la chasse aux indices pour en comprendre l'origine et aider à identifier le coupable, s'il s'agit d'un crime. Rien que ça ! Leur terrain de jeu ? Les scènes de crime, comme à la télé ou presque, et leur laboratoire. Entre les os qui murmurent des vérités, les organes qui livrent leurs derniers mots, et les dents qui racontent des secrets, chaque détail compte et tu vas découvrir comment. Même le plus minuscule des cheveux peut révéler des indices incroyables !

Philippe Boxho est professeur à l'Université de Liège, Président du Conseil d'Administration du CHU Liège et auteur de plusieurs

livres qui lui ont permis de devenir le médecin légiste le plus célèbre de Belgique. Et il a accepté de livrer tous les secrets de son métier fascinant. Alors oui, on va parler de morts (gloups), mais sache que cette science-là est faite pour aider les vivants. Elle permet de résoudre des mystères, de protéger des innocents et d'identifier des coupables. Prêt ou prête à entrer dans le monde captivant de la médecine légale ?

## Un interrogatoire post-mortem

### • MÉDECIN LÉGISTE: LE DOCTEUR DES MORTS

Philippe Boxho aime bien cette expression, inventée par sa fille. Pourquoi ? Parce que le





médecin légiste est le seul à pouvoir répondre à une question essentielle: «De quoi cette personne est-elle morte?».

Ici, pas de stéthoscope, de bâton sur la langue ou de lumière dans les oreilles ! C'est une autre branche de la médecine qui s'occupe spécifiquement des patients dont le cœur a cessé de battre. Le médecin **légiste** est un spécialiste de la médecine **légale**. C'est-à-dire qu'il met ses connaissances médicales et scientifiques au service de la justice. Son rôle est d'examiner scrupuleusement les cadavres ou les corps de victimes vivantes à la recherche d'indices laissés par des blessures, les organes, les os, les cheveux ou même les ongles. Grâce à lui, des vérités incroyables peuvent être révélées sans que personne n'ait avoué.

#### • L'AUTOPSIE: UN VOYAGE AU CŒUR DU CORPS

L'autopsie, qui s'effectue post-mortem (après la mort), c'est un peu comme une enquête sur la dépouille du patient. Pas seulement son enveloppe extérieure car ce n'est pas suffisant pour comprendre l'origine du décès, il faut aussi examiner l'intérieur du corps. Une simple égratignure par exemple peut cacher une blessure profonde. Et seule l'autopsie permet de le savoir. Pour cela, il y a toute une procédure à suivre: le

médecin légiste ouvre le corps en suivant des étapes bien précises, toujours dans le même ordre. Les découpes se font selon différents axes que l'on appelle, en biologie, les plans de découpe.

Geste après geste, il va recueillir des indices, parfois bien cachés. Un bleu (hématome) provoqué par un coup de poing par exemple, peut sembler sans gravité à l'extérieur mais à l'intérieur, il a pu provoquer une **hémorragie** invisible qui explique le décès. Voilà pourquoi l'autopsie révèle toute son utilité scientifique. Ce qu'on voit à l'extérieur ne raconte souvent qu'une partie de l'histoire. Les vraies réponses se trouvent à l'intérieur.

#### • LES INSTRUMENTS: COMME DANS LES SÉRIES ?

À la télé, tu as peut-être vu des médecins légistes munis de gadgets high-tech et de produits chimiques colorés ou fluo. Eh bien surprise: dans la vraie vie, ce n'est pas comme ça ! Philippe Boxho le confirme: ses instruments sont simples, mais incroyablement efficaces.

Le **scalpel** est l'instrument incontournable, parfait pour découper précisément la peau. Ensuite, il y a les ciseaux chirurgicaux, avec des bouts arrondis pour ne pas abîmer les **tissus**. Un grand couteau pour découper les organes en fines tranches, qui partiront ensuite à l'analyse. Enfin, la pince à viscères, avec de petits crocs pour manipuler les organes comme un chef. Et pour ouvrir un crâne ? Pas besoin d'une machine futuriste: une scie à plâtre suffit pour couper les parties dures comme les os. Il peut aussi parfois avoir besoin d'une tige métallique, qui aide à suivre la trajectoire d'une balle. Cet indice est précieux pour identifier l'angle de tir.

Il y a aussi des petites astuces à bien connaître. L'estomac d'une victime peut être plein d'aliments en cours de digestion. Pour éviter que son contenu ne se vide et salisse le corps (et ses chaussures !), il emploie des pinces de Kocher. Bref, ce métier demande un certain doigté. Les instruments du

### Le truc de ouf !

#### Des cadavres qui bougent, mythe ou réalité ?

Tu as sûrement vu la série *Mercredi* et son héroïne un peu chelou qui adore déterrer les cadavres. Si elle tombait sur un corps qui «bouge», elle s'écrierait sûrement: «*Trop cool !*» Mais pas de panique: dans la vraie vie, les cadavres ne bougent pas comme dans les films. Par contre, il existe un phénomène surprenant qu'on appelle les fasciculations musculaires. Ce sont de petites contractions des muscles qui peuvent survenir après la mort. Un peu comme ta paupière qui tremble toute seule quand tu es fatigué.e. Ici, c'est pareil, sauf que le cœur a déjà cessé de battre. Mais pourquoi ça arrive ? Tout est une question de chimie (encore !): quand le corps manque d'oxygène, les muscles réagissent en se contractant brièvement. Ces petites secousses peuvent donner l'impression que le cadavre «bouge», mais pas de bras qui se lèvent ou de jambes qui marchent toutes seules, comme dans les films d'horreur.

Comme le dit Bernard Knight, un célèbre médecin légiste: «*La mort est un processus, pas un événement.*» Le corps continue d'évoluer après le dernier battement de cœur. Donc, même si Mercredi Addams trouve ça fascinant, toi, tu sais maintenant que c'est juste de la science en action.



médecin légiste peuvent paraître simples, mais en science, ce n'est pas le gadget qui compte, c'est la précision et la méthode !

#### • CHEVEUX, FOIE ET COMPAGNIE: DES TISSUS TRÈS BAVARDS

Après la mort, les organes deviennent les meilleurs alliés du médecin légiste pour résoudre le mystère d'un décès. Chaque organe a des indices à livrer, mais pas comme dans le *Docteur Maboul* ! Le foie, par exemple, est une vraie boîte noire: il accumule plein de substances comme les médicaments, l'alcool ou même les drogues. Les reins, eux, révèlent ce que l'organisme a éliminé par l'urine tandis que les poumons racontent ce qu'une personne a inhalé ou fumé. Le cerveau, de son côté, garde des traces des substances qui affectent notre esprit, comme certaines drogues.

Pour analyser tout ça et pouvoir en tirer des conclusions, le médecin légiste prélève des échantillons et les envoient au laboratoire. Là-bas, des machines ultra-perfectionnées recherchent la présence de drogues, de poisons ou des anomalies dans le sang ou les tissus. Grâce à ces analyses, on peut répondre à des questions importantes: est-ce que la mort est naturelle ou violente ? Y a-t-il eu un empoisonnement ? Est-ce qu'une maladie cachée ou l'intervention d'une tierce personne a pu jouer un rôle ?

Et ce n'est pas tout: en regardant de près les organes, on peut repérer des blessures internes invisibles de l'extérieur, comme une **hémorragie** ou une maladie non détectée. Bref, chaque organe, qu'il soit grand ou petit, aide le médecin légiste à comprendre ce qui s'est passé. Cette étape est très importante pour la police, la justice et même les familles des victimes !

### BIG DATA

**2 à 12 h**

c'est le laps de temps nécessaire avant de pouvoir observer une rigidité cadavérique

**2 h 30**

c'est la durée moyenne d'une autopsie

**1 à 2%**

c'est le taux d'autopsies réalisées en Belgique. L'Europe demande à atteindre l'objectif de 10%

**70 à 80**

c'est le nombre de meurtres non élucidés chaque année en Belgique

### KESAKO ?

## La cémentochronologie, c'est quoi ?

Savais-tu que les dents pouvaient révéler l'âge d'une personne même après sa mort ? Cette technique scientifique est de plus en plus utilisée en médecine légale pour estimer l'âge de la victime. Comment ? Un peu comme les arbres, le ciment, la substance qui recouvre les racines des dents, produit une nouvelle couche chaque année. En étudiant ces couches, comme on compte les anneaux (les cernes) d'un tronc d'arbre, les experts peuvent estimer l'âge de la personne avec une précision impressionnante !

Bien que cette méthode ne soit pas encore utilisée partout, elle est très prometteuse, surtout quand d'autres techniques ne fonctionnent pas. Les scientifiques espèrent qu'elle devienne une référence en médecine légale.



### Le selfie du jour



## Les dents ne mentent jamais !

Et si tes dents étaient, à l'instar de ton ADN, comme une carte d'identité unique ? En médecine légale, elles jouent un rôle clé pour identifier une personne dont on ne connaît pas l'identité. Comment ? On commence par examiner chaque dent: leur état, celles qui ont été soignées, remplacées ou perdues. On peut même faire des radiographies spéciales pour comparer avec les dossiers dentaires du défunt, s'il est identifié.

Et ce n'est pas tout: les dents peuvent aussi nous renseigner assez précisément sur l'âge d'une personne, surtout avant 21 ans. Après, c'est plus compliqué et la marge d'erreur est un peu plus importante. Cette technique est appelée la cémentochronologie (tu en sauras plus en lisant l'encadré «Késako ?» ci-dessus). Grâce à ces différentes analyses, les médecins légistes peuvent souvent répondre à la question: «Qui est cette personne ?». Incroyable, non ?

## LE P'TIT DICO



**Hémorragie:** c'est quand le sang s'échappe de ses «tuyaux» (les vaisseaux sanguins). Ça peut arriver à l'extérieur du corps, comme quand tu te coupes, ou à l'intérieur, où c'est plus dangereux. En gros, c'est une fuite de sang !

**Scalpel:** c'est un petit couteau de précision à manche plat pour faire des incisions, des coupures.

**Tissus:** c'est un groupe de cellules qui travaillent ensemble pour faire un job précis dans le corps. Par exemple, le tissu musculaire aide à bouger, le tissu nerveux transmet des messages, et le tissu osseux rend ton squelette solide.

**Bactérie:** c'est une cellule vivante tellement minuscule qu'on ne peut la voir qu'avec un microscope. Certaines bactéries sont sympas, comme celles de nos intestins pour nous aider à digérer (microbiote), tandis que d'autres peuvent nous rendre malade (tuberculose, pneumonie, angine, infection urinaire...).

**Putréfaction:** c'est quand un corps mort commence à se décomposer à cause des bactéries qui mangent les tissus et libèrent des gaz et des liquides qui sentent mauvais.

## QUAND LA SCIENCE JOUE UNE PARTIE DE CLUEDO

### RAIDE MORT

On a trouvé un cadavre, une enquête commence à la recherche d'indices ! Savais-tu que les cadavres devenaient durs comme du bois après la mort ? C'est ce qu'on appelle la rigidité cadavérique. Mais ne t'imagines pas que cela provient d'une contraction musculaire, comme si le défunt se mettait au sport. En réalité, c'est une histoire de chimie !

Dans tes muscles, tu as des filaments de protéines. Leur joli nom: myosine et actine. Ces filaments, très très fins, glissent les uns sur les autres pour faire bouger tes muscles. Pour réussir cette prouesse, ils ont besoin de calcium, dont l'apport est contrôlé par le corps lorsque la personne est en vie. Ce minéral rentre et sort des cellules musculaires comme un va-et-vient. Quand on meurt, ces mouvements s'arrêtent. Le calcium s'échappe de partout et les filaments, au lieu de glisser les uns sur les autres, collent entre eux. Résultat: les muscles se rigidifient si bien que 12 h suffisent pour que le corps devienne raide comme une planche. Cette rigidité cadavérique dure entre 24 et 36 h car ensuite, les **bactéries** de **putréfaction** se mettent au travail et grignotent les fibres musculaires pour les transformer en gaz et en un liquide de putréfaction. Le corps redevient alors souple simplement parce que les protéines musculaires ont été mangées par les bactéries.

### L'ODEUR DE LA MORT

Es-tu déjà tombé sur le cadavre d'un animal mort et observé qu'il sentait très mauvais ? L'odeur infecte qui se dégage d'un corps est également liée aux bactéries. De ton vivant, des bactéries vivent tranquillement dans tes intestins et ton système immunitaire veille à ce qu'elles ne se multiplient pas trop. Mais après la mort, on a vu que les bactéries de putréfaction envahissaient tout le corps en à peine 48 h. Elles s'attaquent aux tissus pour

désintégrer les protéines et les graisses. Une véritable usine biochimique qui produit des gaz et... des molécules odorantes. Parmi elles, des sulfures, de l'ammoniac, du méthane, des acides. Ces gaz s'accumulent dans le corps du défunt et doivent bien en sortir... d'où l'odeur. L'intensité de la puanteur dépend de plusieurs facteurs: la température, l'humidité, la masse grasseuse et musculaire, les médicaments pris avant la mort... Est-ce que ces gaz ont une utilité pour le médecin légiste ? Oui, car cette analyse peut au moins aider à déterminer depuis combien de temps la victime est décédée. Comme quoi, même les mauvaises odeurs peuvent servir la science.

### HEURE DU DÉCÈS

En parlant d'heure de décès, on sait donc qu'un corps, quand il meurt, devient raide, puant mais pas que ! Il devient aussi froid, en cause, le cœur qui ne pompe plus le sang pour maintenir la température. Un corps perd environ 0,8 à 1 °C par heure, jusqu'à atteindre la température ambiante. Cependant, la température du corps dépend de plusieurs choses, comme la température de la pièce, les vêtements ou même le poids. Pour établir l'heure du décès avec plus de précision, le médecin légiste utilise un outil appelé le nomogramme de Henssge. Voici comment ça marche:

- on mesure la température interne du corps avec un thermomètre. On relève la température ambiante et on pèse le cadavre.
- Ensuite, on utilise un graphique (le fameux nomogramme) pour croiser les données: la température actuelle du corps, la température de la pièce et d'autres paramètres. En suivant les lignes du graphique, on peut estimer l'heure du décès avec une précision impressionnante !

Grâce à ce savant mélange de biologie et de maths, le médecin légiste peut dire si une personne est morte il y a 2 ou 10 h. Mais attention, cette équation fonctionne dans les premières 24 h suivant la mort. 🕒



## TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec Curiokids: «Fabrique du slime phosphorescent»

SCANNE-MOI





# Autisme, une vie hors du monde

Les théories explicatives de l'autisme sont relativement nombreuses. Même fondées, elles ne constituent que des pièces d'un vaste puzzle. L'autisme se décline sur un continuum de gravité, raison pour laquelle on parle aujourd'hui des troubles du spectre autistique. Ces derniers sont d'origine plurifactorielle avec une base génétique prépondérante, des centaines de gènes de prédisposition ayant été identifiés.

La prise en charge demeure ardue

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

WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE

PHOTOS: © NEW AFRICA - STOCK.ADOBE.COM (P.35), © MASTER1305 - STOCK.ADOBE.COM (P.36)

Publiée en 1994, la 4<sup>e</sup> édition du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-4) de l'Association américaine de psychiatrie (APA) définissait l'autisme comme un «trouble envahissant du développement», appellation sous laquelle elle rangeait non seulement l'autisme pur ou «autisme de Kanner», mais également d'autres troubles tels le syndrome de Rett, le trouble désintégratif de l'enfance et le syndrome d'Asperger.

Trouble envahissant, pourquoi ? Parce qu'il ruine chez l'enfant des dimensions essentielles en induisant des altérations qualitatives des interactions sociales et de la communication. Difficulté à établir des relations avec les autres, manque de réciprocité sociale ou émotionnelle, retard ou absence de langage, manque de dialogue, difficulté dans la communication verbale et non verbale constituent quelques exemples de perturbations observées dans le cadre de ces altérations. En outre, l'autisme est indissociable d'un phénomène de résistance au changement. Le DSM-4 soulignait à ce propos le caractère restreint, répétitif et stéréotypé des comportements, des intérêts et des activités. «Un enfant avec autisme peut, par exemple, passer des heures à ranger des objets dans un ordre déterminé. En revanche, tout changement l'effraie et le perturbe», indique Ghislain Magerotte, professeur émérite de l'UMons et fondateur, avec Éric Willaye, du Service universitaire spécialisé pour personnes avec autisme (SUSA).



## Deux grands types de symptômes

Édité en mai 2013 et révisé en mars 2022, le DSM-5 ne définit plus l'autisme comme un trouble envahissant du développement mais se réfère au concept de «trouble du spectre de l'autisme» (TSA). «On est passé d'une approche catégorielle basée sur des diagnostics par sous-catégories à une approche dimensionnelle constituée d'une catégorie large formée par les troubles du spectre de l'autisme, lesquels s'inscrivent désormais sur un continuum de sévérité comportant trois niveaux», explique le professeur Alain Malchair, pédo-psychiatre, chargé de cours honoraire à l'Université de Liège et actuellement directeur médical du centre *La Manivelle*, à Liège.

L'approche dimensionnelle de l'autisme fait fi de catégories telles que le trouble désintégratif de l'enfance et le syndrome d'Asperger ainsi que du syndrome de Rett, déficience intellectuelle sévère et progressive, exclusivement féminine, sans lien objectif avec l'autisme. Dans la pratique courante, l'emploi de la terminologie de syndrome d'Asperger, qui concerne des autistes de haut niveau (traits autistiques assez marqués, intelligence élevée), demeure fréquente. Et même abusive, car il est «très tendance» de se déclarer Asperger de la même manière qu'il est à la mode de se revendiquer «haut potentiel».

Le DSM-5 fonde le diagnostic de TSA sur 2 grandes dimensions symptomatologiques: d'une part, des déficits persistants de la communication et des interactions sociales observés dans des contextes variés; d'autre part, un caractère restreint et répétitif des comportements, des intérêts ou des activités. «Ces symptômes doivent être présents durant la petite enfance, mais il n'existe plus de critère strict quant à l'âge», commente Alain Malchair. En effet, les signatures de l'autisme ne sont pas nécessairement manifestes avant que les sollicitations sociales n'excèdent les capacités

limitées de l'enfant. En outre, pour qu'on conclue à un TSA, il faut que les symptômes aient un retentissement significatif dans la vie de l'individu et que les troubles observés ne s'expliquent pas par un handicap résultant d'un trouble du développement intellectuel ou par un retard global de développement.

La question du quotient intellectuel des personnes avec autisme reste brûlante. Il y a quelques années encore, on considérait qu'en leur sein, plus de 50% avaient une déficience intellectuelle (Q.I. inférieur à 70) tandis qu'une minorité (quelque 10%), les sujets avec Asperger, bénéficiait de capacités cognitives affûtées, voire supérieures. Le chercheur et psychiatre Laurent Mottron, de l'Université de Montréal, insiste cependant sur le fait que les outils utilisés pour appréhender l'intelligence des personnes avec autisme (essentiellement des tests verbaux) ne sont pas adéquats. Il a cette phrase, en substance: «C'est comme si on évaluait l'intelligence d'une carpe à sa capacité de grimper aux arbres.» Les chiffres ont été revus à la baisse. L'*Institut du cerveau* (ICM - Paris) considère à présent qu'environ 30% des personnes avec autisme sont affectées d'une déficience intellectuelle dont la gravité est très variable.

## Des gènes et des anomalies

L'autisme est à large prédominance masculine - 3 à 4 garçons pour une fille. Comment expliquer ce «sex-ratio»? Selon Simon Baron-Cohen, directeur du centre de recherche sur l'autisme à l'Université de Cambridge, l'autisme serait une forme extrême de masculinité. Aux termes de son hypothèse, qui a ses partisans comme ses détracteurs, un taux très élevé de testostérone prénatale pourrait baliser la voie de l'autisme, les performances normales du cerveau masculin s'avérant déjà inférieures, en moyenne, à celles du cerveau féminin sur les plans de la reconnaissance des émotions, de la perception sociale ou encore des capacités langagières, mais meilleures dans le domaine de la systématisation. Ce qui, exacerbé par un très haut taux de testostérone prénatale, cadrerait avec les symptômes des TSA: déficits dans la communication et les interactions sociales, stéréotypies.

En 2014, une équipe helvético-québécoise conduite par Sébastien Jacquemont a analysé chez plusieurs centaines de patients autistes, hommes et femmes, quelque 1 300 gènes importants pour le développement cérébral. Qu'ont constaté les chercheurs en s'intéressant à 2 types d'anomalies génétiques? Que le nombre de ces dernières était significativement plus élevé chez les femmes avec autisme que chez leurs homologues masculins.



### Plus d'infos

Ghislain Magerotte, Céline Baurain et Jo Lebeer, *Vers une école inclusive*, De Boeck supérieur, 2024.

Pour Sébastien Jacquemont, un tel résultat suggère qu'à nombre égal d'atteintes génétiques, les femmes expriment moins de symptômes de l'autisme. En d'autres termes, elles seraient plus résistantes que les hommes face aux mutations.

Les TSA sont clairement d'origine plurifactorielle, ils éclosent chez des personnes génétiquement prédisposées après une exposition à un ou des facteurs environnementaux qui demeurent inconnus, même si l'on évoque la prise de certains médicaments pendant la grossesse, la prématurité ou encore le manque d'oxygène à la naissance. Une chose est certaine, la thèse défendue par le psychanalyste américain d'origine autrichienne Bruno Bettelheim dans son livre *La Forteresse vide* (1967) n'a plus voix au chapitre depuis longtemps déjà. S'est ainsi effacée une approche culpabilisante et profondément délétère qui attribuait l'origine de l'autisme à l'attitude des parents, en particulier au manque d'amour et d'empathie de la mère à l'égard de son enfant.

Confirmée par la forte concordance (70%) de l'autisme chez les jumeaux monozygotes, la composante génétique des TSA apparaît aujourd'hui comme prépondérante dans l'apparition de ces troubles. Selon les données de l'ICM, plusieurs centaines de gènes de prédisposition ont été identifiés. Beaucoup sont impliqués dans des étapes cruciales de la formation du cerveau.

Des anomalies sur les plans neuroanatomique et neurophysiologique ont été révélées par les études d'imagerie cérébrale. Chez les personnes avec autisme, on observe notamment une altération et des défauts d'activation du sillon temporal supérieur. «Connecté aux cortex préfrontal ventromédian, pariétal inférieur et périamygdalien, ce sillon est impliqué dans la reconnaissance des aspects intentionnels, affectifs et sociaux de la voix, du regard et des mouvements, dans l'imitation, via le système des neurones miroirs, et dans l'attribution d'actes intentionnels et de pensées à autrui», rapporte Alain Malchair. Autre exemple d'anomalie: certains travaux ont mis en évidence un mode de perception anormal des visages chez les individus présentant un TSA. Au lieu d'activer le gyrus fusiforme, structure des régions occipito-temporales inférieures dévolue à cette fonction, ils activent une autre région normalement dédiée au traitement visuel des objets. Ce qui est en phase avec une perturbation du traitement des stimuli sociaux.

## Un autre espace-temps

Si les TSA sont associés à des prédispositions génétiques et que le cerveau des personnes avec autisme présente des anomalies neuroanatomiques et neurophysiologiques, diverses

théories neuropsychologiques viennent compléter l'approche de ces troubles. Elles doivent néanmoins être appréhendées comme des pièces d'un vaste puzzle, dont aucune ne peut se suffire à elle-même. L'une des principales est centrée sur la «théorie de l'esprit» qui, les mots sont trompeurs, ne désigne pas une théorie, mais l'aptitude à attribuer des états mentaux (intentions, souhaits, convictions...) à soi-même et à autrui. Aussi permet-elle de prédire les conduites de ceux avec qui on interagit. Différentes expériences empiriques ont abouti à la conclusion que cette capacité était déficiente chez les enfants avec autisme. Leur inaptitude innée à «se mettre dans la tête de quelqu'un d'autre» serait le germe du caractère atypique des interactions qu'ils entretiennent avec autrui. «Certains jeunes enfants avec autisme sont complètement emmurés dans une absence de partage d'états mentaux. En consultation, nous avons parfois l'impression qu'ils ne nous voient pas. Nous essayons de les interpeller. Aucune réaction !», dit le professeur Malchair. L'approche explicative basée sur la théorie de l'esprit fait toutefois l'objet de certaines réserves, notamment parce qu'elle n'a pas une portée universelle chez les enfants avec autisme et qu'elle ne rend pas compte des stéréotypies qui constituent le second critère diagnostique des TSA.

**Les TSA nécessitent une prise en charge aussi précoce que possible. Elle est indispensable si l'on veut améliorer sensiblement la qualité de vie des personnes atteintes, favoriser autant que faire se peut leurs interactions sociales et agir sur d'éventuels troubles associés, dont de potentiels troubles comportementaux**

Des facteurs sensoriels et perceptivo-moteurs semblent également en cause dans les manifestations de l'autisme. Chercheur au laboratoire *Parole et langage* de l'Université de Provence, Bruno Gepner a développé une théorie fondée sur la perception du temps par les sujets avec autisme, lesquels éprouveraient de grandes difficultés à décoder le monde environnant car son tempo serait trop rapide pour eux. Des désordres perceptifs joueraient dès lors un rôle cardinal dans les TSA. En 2009, Bruno Gepner et Carole Tardif, professeure de psychologie du développement à l'Université de Provence, écrivaient dans le magazine *La Recherche*: «(...) certaines personnes autistes n'arriveraient pas à percevoir en temps réel le flux continu rapide d'informations visuelles, auditives et proprioceptives en provenance de leur environnement. (...) La désynchronisation des échanges langagiers, émotionnels et sociaux propre à l'autisme résulterait au moins en partie de ces désordres perceptifs. Pour s'adapter à un monde dans lequel les changements sont trop rapides pour elle, la personne autiste aura logiquement tendance à vouloir le ralentir, voire l'arrêter, ou le fragmenter spatialement en de multiples détails plus faciles à percevoir et à intégrer.»

Cela pourrait expliquer pourquoi les individus concernés tendraient à focaliser leur attention sur des détails visuels statiques, surtout, mais également sur des éléments relevant d'autres sens, et pourquoi, s'agissant des autistes de «haut niveau» (Asperger), à faire montre de certaines habiletés hors du commun principalement dans la sphère visuo-spatiale (puzzle, reconnaissance de formes dans des dessins complexes, etc.) ou dans d'autres domaines (mémoire, mathématiques, sciences...). Nonobstant, ces îlots de compétences exceptionnelles n'ont pas nécessairement d'intérêt dans vie courante, d'autant que tout changement de l'environnement réclame une réinterprétation de la part des sujets avec autisme. Ainsi, les personnes avec Asperger peuvent perdre leur chemin quand elles sont appelées à emprunter une rue dans le sens inverse de celui qu'elles suivent habituellement.

En outre, les individus atteints d'autisme peuvent être affectés de troubles de la régulation sensorielle: une hypersensibilité ou une hyposensibilité selon le canal sensoriel activé et même, au sein d'un même canal, selon le type de stimuli perçus. «Par exemple, certains enfants atteints d'un TSA manifestent une très forte intolérance aux bruits, ce qui les amènent à adopter des comportements tels que casser les téléphones de peur qu'ils ne sonnent. D'autres se déshabillent parce qu'ils ne supportent pas le contact avec leurs vêtements», rapporte le professeur Magerotte. Quant à l'hyposensibilité, elle peut notamment se manifester par une indifférence apparente à l'égard de stimuli tels que la chaleur, des sons ou encore la douleur. Ces phénomènes de dérégulation sensorielle débouchent souvent sur des comportements réputés déviants.

Après avoir renié la thèse défendue par Bruno Bettelheim dans son livre *La Forteresse vide*, la psychanalyse (mais pas seulement) adhère largement à ce que le psychiatre et psychanalyste Jacques Hochmann, aujourd'hui professeur émérite de l'Université Lyon 1 - Claude Bernard, a appelé le «processus autistique». «Au cours de la période périnatale, l'enfant, handicapé par la déficience de ses "outils" cérébraux en raison d'anomalies génétiques, neuro-anatomiques et neurophysiologiques, entretiendrait une relation d'incompréhension mutuelle, d'étrangeté avec autrui, dont spécialement avec sa mère, explique le professeur Malchair. Au lieu de partager un "bain psychique" à deux, fait d'échanges fondateurs pour le développement cognitif et relationnel de l'enfant, chacun se sentirait comme étranger à l'autre.» Ce qui, selon cette hypothèse, permettrait à l'autisme de s'enkyster.

## Des outils pour communiquer

L'autisme est un trouble qui dure toute la vie et donc pour lequel le vocable de «guérison» est inapproprié. Un point fait l'unanimité: les TSA nécessitent une prise en charge aussi précoce que possible. Malheureusement, d'après Ghislain Magerotte, elle a bien du mal à se mettre en place en Belgique francophone. Elle est pourtant indispensable si l'on veut améliorer sensiblement la qualité de vie des personnes atteintes, favoriser autant que faire se peut leurs interactions sociales et agir sur d'éventuels troubles associés, dont de potentiels troubles comportementaux. Ainsi que le souligne l'ICM, aucun médicament ne vise spécifiquement l'autisme en tant que tel, mais certains traitements médicamenteux peuvent se révéler nécessaires pour faire face à la possible présence d'un ou plusieurs troubles associés, spécialement des troubles comportementaux.

En 1987, Ivar Lovaas, de l'Université de Californie, montra que de jeunes enfants avec autisme bénéficiant un programme intensif (40 heures par semaine) ressortissant à la psychologie comportementale et centré sur des interventions personnalisées avaient beaucoup plus de chance que d'autres, soumis à une intervention nettement moins intensive, de réussir à intégrer plus tard une classe scolaire ordinaire. «La stratégie appliquée était celle des "essais distincts"», rapporte le professeur Magerotte. Dans ce cadre, l'enfant est conditionné à répondre à une consigne spécifique simple. Par exemple, «Mets ton doigt sur le bout de ton nez». S'il le fait, il reçoit une gratification. Dans le cas contraire, l'intervenant l'oriente vers la réponse attendue et le récompense dès qu'il effectue le geste demandé. L'exercice est répété tant que l'enfant n'a pas répondu à la consigne sans recevoir d'aide.

L'efficacité de la prise en charge suppose également qu'elle se déroule dans un environnement adapté au style de l'enfant. Le plus souvent, les personnes avec autisme possèdent des aptitudes visuelles très supérieures à leurs aptitudes auditives. «Aussi est-il fréquemment utile de recourir à des dessins, des photos, des pictogrammes, des objets pour organiser l'environnement des enfants atteints de TSA et structurer l'approche éducative», s'accordent à dire les professeurs Magerotte et Malchair. La structuration visuelle de l'environnement fut initialement mise sur pied dans le programme TEACCH (*Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped Children*), qui se fonde sur la psychologie cognitivo-comportementale et est actuellement le plus prisé. Mais, malgré ses succès, il ne constitue pas la panacée.

Pour l'heure, tous les spécialistes insistent sur la nécessité d'une prise en charge pluridisciplinaire des TSA - psychiatrie, psychologie, logopédie, psychomotricité, approche éducative... «La réussite de l'action entreprise passe également par une implication et un accompagnement familial de tous les instants, ou presque», insiste Ghislain Magerotte. Comme le souligne toutefois le professeur Malchair, «aucun enfant ne sort guéri d'un centre de prise en charge quelle que soit l'approche utilisée». L'objectif est alors de donner à la personne avec autisme des outils pour communiquer différemment, pour mieux se faire comprendre, de lui enseigner des comportements positifs et d'améliorer de la sorte son insertion sociale et sa qualité de vie. S'agissant d'enfants avec un autisme très sévère, permettre à leurs parents de les emmener dans un lieu public tel un supermarché est déjà un succès. 🗺



# Qui est-ce ? Sarah BAATOUT

TEXTE : JACQUELINE REMITS - JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE  
PHOTOS : © SCK CEN (P.39)

médecine, mais j'ai opté pour la recherche où se rejoignent sciences et santé. Je me suis donc dirigée vers des études de biologie à l'UCLouvain. J'ai réalisé ma thèse de doctorat en biochimie au sein des services d'oncologie des hôpitaux Saint-Luc et Mont-Godinne. Par la suite, je me suis spécialisée en radiobiologie et à ses applications dans le traitement du cancer. J'ai toujours cherché à concilier la biologie et la médecine afin de trouver des solutions aux niveaux moléculaire et cellulaire. Mon profil spécifique m'a conduite vers le SCK CEN, où suis entrée en 1995 comme post-doctorante.

## Je suis...

**D**epuis un an directrice-adjointe de l'Institut des applications médicales nucléaires au SCK CEN, le Centre belge de recherche nucléaire de Mol, après y avoir été, durant 15 ans, directrice de l'unité de radiobiologie. J'ai toujours eu beaucoup d'intérêt pour les sciences. Depuis mon plus jeune âge, je suis fascinée par le fonctionnement, mais encore davantage par le dysfonctionnement, du corps humain et tout ce qui peut conduire à des maladies. Mes parents avaient acheté une série d'anthologies de médecine. Je passais des heures à lire ces ouvrages sans comprendre grand-chose. Petite, je passais des heures à feuilleter ces ouvrages, fascinée par les affreuses photos de maladies, captivée par le désir de comprendre les mécanismes qui mènent aux maladies et pouvoir trouver des solutions. J'aurais pu suivre une carrière en

Dans mon unité de radiobiologie, nous nous concentrons essentiellement sur les radiations. Au niveau sociétal, nous œuvrons afin d'améliorer les traitements radiothérapeutiques contre le cancer, développer de nouveaux radio-pharmaceutiques et diminuer les effets secondaires. Cette passion de toujours se traduit par un engagement profond dans la lutte contre le cancer. Depuis plus de 20 ans, mon laboratoire étudie l'impact des rayonnements ionisants sur la santé à travers le développement de traitements de radiothérapie plus efficaces pour les patients cancéreux. Nous nous investissons également dans la médecine personnalisée, adaptée à la génétique de chaque patient. Avec l'augmentation continue du nombre de patients atteints du cancer, la médecine de demain se tournera de plus en plus vers des traitements sur mesure. Aujourd'hui, les traitements contre le cancer sont bien plus efficaces et ciblés qu'auparavant. Nous



### CARTE D'IDENTITÉ

**NAISSANCE:** 9 mars 1969,  
Uccle

**NATIONALITÉ:** Belge

**SITUATION FAMILIALE:**  
Mariée, 2 enfants

**DIPLÔME:** Master en  
biologie, spécialisation  
en biochimie et biologie  
moléculaire, doctorat en  
biochimie oncologie de  
l'UCLouvain

**CHAMPS DE RECHERCHE:**  
Médecine des radiations,  
radiopharmaceutiques

**DISTINCTIONS:** Prix de la  
personnalité BeSpace de  
l'année 2018; prix Adolphe  
Wetrens (Académie royale  
des sciences, des arts et des  
lettres de Belgique); Femme  
de l'Année 2020

adaptons les protocoles en fonction du site corporel, et visons à aller plus loin en personnalisant les traitements pour chaque patient. Les radiopharmaceutiques interviennent généralement en fin de chaîne de traitements quand les patients sont métastasés et que les traitements conventionnels ont échoué.

Depuis 2002, notre unité de radiobiologie explore également la médecine spatiale. Avec mon équipe, nous avons travaillé à la préparation des astronautes pour les futures missions lunaires et martiennes et surveillé la santé de plusieurs astronautes en mission dans la station spatiale internationale. Nous mesurons les effets des rayons cosmiques qui représentent un problème majeur pour les astronautes dans l'espace profond, en raison des doses beaucoup plus importantes que sur Terre. Toutes les connaissances acquises avec les patients sont directement applicables aux astronautes.

J'aimerais aussi pousser mes recherches jusque dans l'espace. J'ai donc postulé pour participer aux prochaines missions vers la Lune en 2025, celle pour laquelle Raphaël Liégeois a été sélectionné. Bien que ma

candidature n'ait pas été retenue, j'ai entrepris un projet de recherche sur lui en tant que sujet médical avec les universités belges.

## À cette époque...

L'année de ma naissance, en 1969, les premiers hommes ont marché sur la Lune. En 1986, alors que je faisais mes études de biologie, l'accident de Tchernobyl m'a fortement marquée. Au fil du temps, toutes les avancées médicales dans les traitements du cancer m'ont fascinée, alors qu'il était quasi mortel quand j'étais enfant. Durant mes secondaires, dans les années 80, tout ce qui avait un rapport au sida m'a secouée, je pense que cela faisait peur à tous les jeunes. L'affaire Dutroux en 1996 m'a également beaucoup touchée. Elle a bouleversé notre perception de la sécurité personnelle et des risques pour nos enfants.

## J'ai découvert...

J'ai à cœur de décrypter le comportement de notre corps, en particulier le système immunitaire et le système cardiovasculaire lorsqu'ils sont confrontés à des conditions extrêmes, stress, isolement, apesanteur, confinement ou exposition prolongée aux radiations cosmiques. Conditions que rencontrent les astronautes lors des missions spatiales de longue durée. C'est essentiel de savoir à quelle dose de radiations l'astronaute pourra être exposé et combien de sorties extravéhiculaires sur la surface de la Lune il pourra effectuer, sans parler d'un voyage vers Mars où il sera confronté à l'espace profond. Non seulement ces radiations sont dangereuses et très pénétrantes, mais l'espace est aussi un lieu qui amplifie les problèmes. On connaît, par exemple, les accélérations du vieillissement de la peau, le rythme circadien perturbé, mais il y a aussi les problèmes cardiovasculaires ou les allergies nouvelles, tandis que le système immunitaire s'affaiblit. Il faut développer de nouveaux outils et mieux comprendre les mécanismes moléculaires sous-jacents.

Durant l'hiver 2017-2018, je me suis rendue à la station belge Princesse Elisabeth en Antarctique pour étudier la santé dans cet environnement extrême considéré comme un analogue spatial. Lors de cette mission, nous avons mené plusieurs études. Même s'il est impossible de recréer l'environnement spatial, l'Antarctique est un bon test, notamment pour les conditions extrêmes de confinement. Nous avons pu étudier l'impact de ces conditions sur le système immunitaire, cardiovasculaire et la santé en général. **A**

## SAVIEZ-VOUS QUE...

**S**arah Baatout enseigne également en tant que professeure invitée aux Universités de Gand et de Leuven où elle donne plusieurs cours en médecine spatiale, biologie spatiale et radio-protection. Elle a encadré de nombreux doctorants en tant que promotrice et est co-auteur de plus de 200 publications scientifiques internationales.

En 2020, le Roi Philippe et la Reine Mathilde l'ont invitée au Palais Royal en tant que *Femme de l'Année* pour son engagement dans la société.

Elle est présidente de l'UNSCEAR, le comité scientifique des Nations-Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants, et joue un rôle clé dans les discussions internationales sur ces questions.

Mère de 2 enfants, elle est aussi passionnée de patinage artistique.

Sarah est sensible à la place des femmes dans les domaines scientifiques. Malgré son agenda chargé, elle tient à participer à des initiatives de promotion des sciences auprès des jeunes filles. *«Même si de gros changements ont été opérés ces dernières années, il demeure des a priori pour les filles autour des sciences et des technologies. Dès l'école, il est important de développer tous les outils pour les stimuler à ces domaines et leur insuffler un petit coup de boost pour leur donner confiance en elles. Et surtout, développer leur intérêt pour les sciences. Le désintérêt vient entre 11 et 15 ans. Elles pensent encore que les métiers scientifiques sont réservés aux hommes. C'est important de les soutenir, de les mentorer.»*



# Au fait, c'est quoi une intelligence artificielle ?

Pour certains, l'IA est la technologie la plus dangereuse de notre temps. Pour d'autres, elle est une bulle qui va faire *pschitt*, comme elle l'a déjà fait par le passé. Pour d'autres encore, elle est une technologie totale, créatrice de croissance économique et émancipatrice de l'être humain. Mais à la fin, de quoi parle-t-on exactement ?

THIBAUT GRANDJEAN - GRANDJEAN.THIBAUT@GMAIL.COM

PHOTOS: © ALPHASPIRIT - STOCK.ADOBE.COM (P.41), © FRAMESTOCK - STOCK.ADOBE.COM (P.43),

© VESUVIUS CHALLENGE (P.44), © ADIDAS (P.44), © STOCKPHOTOPRO - STOCK.ADOBE.COM (P.44)

Voici ce que répond *ChatGPT* lorsqu'on lui demande ce qu'est une intelligence artificielle: «*Une intelligence artificielle (IA) est un ensemble de théories, de méthodes et de technologies visant à créer des systèmes capables de réaliser des tâches normalement associées à l'intelligence humaine. Ces tâches incluent la compréhension du langage naturel, la reconnaissance des formes et des images, la prise de décision, la résolution de problèmes et l'apprentissage.*»

Cette déclaration est suivie de définitions plus techniques, de questions éthiques qu'elle suscite, ainsi que d'exemples d'applications, comme l'analyse d'image, la détection de fraude bancaire, les véhicules autonomes ou encore les chatbots. Si cette réponse semble un peu bateau, et décidément trop fade au regard des passions qu'elle déclenche, c'est sans doute parce qu'elle dit si peu de choses de ce qu'est véritablement une IA, de son fonctionnement, de ses faiblesses, ou de ses origines.

«*Bien avant l'informatique, on se posait déjà des questions sur la manière dont les humains réfléchissent, et s'il était possible de reproduire artificiellement cette façon de fonctionner, raconte Benoît Frenay, professeur en IA à l'Université de Namur. Bien qu'elle ne se nommât pas encore de cette manière, les débuts de l'IA moderne se situent en 1943, lorsque McCulloch et Pitts élaborent les premiers neurones artificiels.*»

Lorsqu'on tente de reproduire la réflexion humaine, quoi de plus évident, en effet, que de tenter d'en simuler son premier composant, le neurone ? Depuis ces débuts, les chercheurs en IA ont exploré différentes logiques, et certaines sont encore utilisées couramment, comme par exemple dans le système GPS, ou le filtre anti-spam. Mais les neurones artificiels sont redevenus, depuis quelques années, particulièrement tendance, avec l'apparition de ce qu'on appelle le *deep learning*.

## Calculs en série

Bien plus sommaires que les nôtres, les neurones artificiels n'ont gardé de l'original qu'une seule fonction: ils émettent un signal en fonction des informations qu'ils ont reçues. Et pour comprendre comment ils fonctionnent, prenons l'exemple d'une petite machine chargée de prédire si, oui ou non, vous regarderez le match de ce soir à la télévision. Pour se décider, elle a besoin de plusieurs informations: êtes-vous présent ce soir chez vous ? S'agit-il d'un match de votre équipe préférée ? Vos amis sont-ils disponibles pour le regarder avec vous ? etc. De plus, chacune de ces informations se voit attribuer un poids, c'est-à-dire une importance relative: peu importe en effet qu'il s'agisse d'un match important pour vous, alors même que vous êtes absent pour cause de rendez-vous avec votre moitié. Mais peut-être aussi que du temps passé avec vos ami.e.s est au fond plus important que les clubs présents sur le terrain... Une fois toutes ces informations combinées, le neurone peut établir une prédiction.

S'il s'agit là d'un système particulièrement rudimentaire, augmenter significativement le nombre de neurones permet de traiter un grand nombre d'informations, et ainsi réaliser de nombreuses prédictions ou tâches de façon automatique: *«Ces neurones artificiels sont connectés les uns aux autres, et organisés en couches, décrit Benoît Frenay. Prenons l'exemple d'une analyse d'image: la première couche reçoit les données brutes de chaque pixel: sa couleur, sa luminosité, son emplacement dans l'image, etc. Chaque neurone va calculer une certaine valeur, qui va être combinée aux autres et être transmise à la couche supérieure, et ainsi de suite. Petit à petit, les différentes couches vont reconnaître des motifs, jusqu'à la dernière qui doit déterminer ce que représente l'image.»*

Bien sûr, le réseau de neurones ne «sait» pas ce qu'est l'image, et encore moins du premier coup. Comme nous, il doit être entraîné à réaliser la tâche demandée. *«Pour cela, on utilise des données que l'on connaît déjà, développe le chercheur. Imaginons que je veuille utiliser un réseau de neurones pour détecter si une image contient un chat ou un chien. Je vais lui soumettre plusieurs milliers d'images de chats et de chiens. À chaque fois, si la prédiction est erronée ou s'il n'est pas assez confiant, on va faire ce qu'on appelle une rétropropagation. L'information fait machine arrière, afin de déterminer l'importance relative qu'a eu chaque connexion entre deux neurones dans la décision finale. Chaque connexion est ensuite adaptée (renforcée ou affaiblie) pour améliorer la réponse du réseau de neurones.*

*Puis on recommence et ainsi de suite, jusqu'à ce que la proposition de la machine soit exacte: «ceci est l'image d'un chat» si l'image contient un chat (et vice versa). Mais à aucun moment la machine ne décide seule de la manière d'apprendre. Toutes les procédures de calcul, de propagation et rétropropagation de l'information, sont établies par des algorithmes que nous, en tant que spécialistes en IA, concevons.»*

## Quelle intelligence ?

Tout l'intérêt de ces machines apprenantes, selon le Pr Frenay, réside dans leur capacité à traiter des sommes d'informations trop importantes pour l'être humain. *«Selon l'objectif, elles peuvent être utilisées pour trier et explorer une masse de données de façon à trouver des liens. Elles peuvent aussi remplir une tâche donnée, comme reconnaître une image qu'elles n'ont jamais vue. Ainsi, une caméra embarquée dans une voiture capable de reconnaître des objets ou des animaux peut en déclencher bien plus rapidement que moi le freinage d'urgence.»*

Si les réseaux de neurones sont devenus extrêmement populaires, c'est en raison de leur capacité à apprendre à partir de n'importe quelles données. Grâce à vos données personnelles et un historique de visionnage détaillé, l'IA de Netflix peut ainsi vous proposer des séries parfaitement adaptées à vos goûts. Après avoir visionné quantité d'images médicales, des systèmes dans les hôpitaux sont devenus capables de repérer automatiquement des embolies pulmonaires, ce qui représente un gain de temps considérable dans un contexte d'urgence. Et via l'analyse de quantités de textes, de nombreuses entreprises sont désormais dotées de chatbots capables de répondre à la plupart de nos questions les plus basiques 24 h sur 24.

Face à de telles prouesses, il est cependant important de rester lucide: *«Ces machines donnent l'impression d'avoir affaire à quelque chose d'intelligent, une illusion renforcée par le terme même d'intelligence artificielle, estime Benoît Frenay. De la même manière, les réseaux de neurones font référence à un cerveau, alors qu'en réalité, ce qui s'y passe est très éloigné de notre biologie.»*

D'autant plus que les réseaux de neurones sont opaques, et qu'il est difficile de savoir ce qu'ils apprennent réellement. L'un des exemples les plus connus est celui du husky: un réseau de neurones est chargé de reconnaître l'animal sur une image. Très vite, il réussit sa tâche à la perfection, jusqu'à ce qu'on lui présente une image jamais vue: celle d'un husky se promenant dans la rue. Là, le système donne une réponse négative. Et pour cause: plutôt que les chiens, il n'avait appris à reconnaître que la neige présente sur chaque image ayant servi pour l'entraînement. *«L'exemple prête à sourire, mais cela peut être plus insidieux, insiste le Pr Frenay. Tout comme la neige est présente sur toutes les images, il est arrivé qu'un système reconnaisse le bruit typique de l'image produite par un appareil médical pour en déduire la pathologie associée, et non la pathologie elle-même.»*

En d'autres termes, les données utilisées pour entraîner ces machines sont cruciales. Le système ne connaissant du monde que ce qui lui est fourni, ces dernières vont alors jouer un rôle très puissant de norme. «Les données doivent être représentatives de ce qui va être utilisé par la machine, avertit Benoît Frenay. Par exemple, une chercheuse, Timnit Gebru, a montré il y a quelques années (1) que les systèmes de reconnaissance faciale marchaient très bien pour les hommes blancs, beaucoup moins pour les visages de femmes ou de personnes racisées. Pourquoi ? Parce que dans les filières informatiques américaines de l'époque, les hommes blancs sont surreprésentés. Donc la machine n'a jamais été confrontée à des visages féminins, ou des peaux de différentes couleurs.»

## Un automatisme douteux

Les humains, même ceux de bonne volonté, sont pétris de préjugés, plus ou moins racistes, sexistes, et xénophobes. Il n'est donc pas surprenant que ces défauts se retrouvent dans les machines qu'ils conçoivent, et les exemples en la matière sont légion. Malheureusement, le problème se pose avec d'autant plus d'urgence que ces systèmes automatisés se répandent

dans la société à grande échelle, avec de moins en moins de garde-fous humains. «En théorie, lorsqu'une machine émet une prédiction, elle doit émettre également une mesure de confiance de cette prédiction, éclaire Benoît Frenay. Mais il peut arriver que la machine soit mal calibrée et donc bien trop confiante. Ce qui va induire en erreur son utilisateur.»

Dès lors, comment faire pour mettre à disposition du public des IA dignes de confiance ? «C'est une des grandes questions sur lesquelles travaillent beaucoup de chercheurs, y compris en Wallonie et via l'institut Trail, explique Benoît Frenay. Jusqu'il y a peu, trop de gens travaillaient en silo. D'un côté, les informaticiens concevaient les IA, et de l'autre, les utilisateurs ou les chercheurs d'autres disciplines cherchaient à travailler avec l'IA, sans trop comprendre comment elle fonctionne. Aujourd'hui, on essaie de décroiser un peu tout cela, pour que les chercheurs se parlent entre eux. Par exemple, en collaborant avec des juristes, nous nous sommes rendus compte qu'un certain nombre de questions qu'ils se posaient n'étaient même pas traitées par nos systèmes.» Discuter, se confronter à l'autre, douter... Autant de notions qui ne sont pas (encore) automatisables. 

 <https://gs.ajl.org>  
(en anglais)

## Un peu d'histoire

Les IA comportent de nombreux biais sexistes et racistes, en raison de la façon dont elles ont été entraînées, voire conçues. Régulièrement, la presse se fait écho de différentes histoires où des machines ont été discriminantes envers des personnes racisées. Ainsi, les algorithmes de reconnaissance faciale fonctionnent très bien pour les visages blancs, beaucoup moins pour les personnes noires. La reconnaissance automatique des visages est une technologie récente, mais l'histoire, elle, semble se répéter au cours des années: alors que les photographies couleurs sont accessibles au grand public depuis les années 1930, il a fallu attendre les années 1990 pour que les peaux noires puissent être capturées avec autant de nuances et de reliefs que les peaux blanches. La cause: la photo qui servait d'étalon pour la fabrication des bobines représentait une femme blanche, dénommée Shirley. Et si vous êtes un amateur de cinéma, vous aurez sans doute constaté que dans les anciens films, les acteurs noirs transpirent souvent beaucoup. Cela était dû à la chaleur des spots braqués sur eux, car les pellicules étaient bien moins sensibles à la couleur de peau des acteurs. 

► L. Roth, *Canadian Journal of Communication*, 2009



L'acteur Sidney Poitier en 1950

## Une IA pour déchiffrer les papyrus d'Herculanum

La ville d'Herculanum, détruite par l'éruption du Vésuve en l'an 79 de notre ère, est moins connue que sa «grande sœur», Pompéi. Pendant plus de 1 700 ans, une gangue volcanique y a conservé une collection inestimable de papyrus, alors rangés dans une bibliothèque. Malheureusement, la lave en fusion a transformé ces derniers en charbon de bois. Toute tentative de les dérouler les transforme en poussière. Depuis des années, des équipes de recherche rivalisent d'ingéniosité pour tenter de lire le contenu de ces papyrus sans les ouvrir, notamment grâce à des CT-scan, mais sans succès. Car contrairement à d'autres papyrus déjà déchiffrés de cette manière, les lettres ont été tracées grâce à du carbone et non du métal, et le contraste est trop faible pour y discerner quoi que ce soit. En combinant les scanners à un modèle d'apprentissage automatique, de récents travaux ont permis une grande avancée. En effet, des scientifiques ont remarqué des zones craquelées signalant la présence de l'encre. En entraînant des modèles de reconnaissance automatique sur ces zones, ils ont pu déchiffrer 2 000 caractères d'un texte probablement écrit par le philosophe Philodème, qui parlait du plaisir. Si cette technique venait à se généraliser, elle changerait complètement le travail des papyrologues du monde entier. <sup>A</sup>



<https://scrollprize.org/grandprize>



Le ballon connecté d'Adidas

## Des arbitres virtuels

Si vous avez regardé l'Euro de football en juin dernier, peut-être avez-vous remarqué comme un petit électrocardiogramme en bas à droite de l'écran, représentant les vibrations du ballon. Ce dernier contenait en effet des capteurs capables de donner sa localisation et son mouvement, 500 fois par seconde ! Cet outil faisait partie du VAR pour *Video assistant referees* (ou assistants-arbitre vidéo), un système d'IA semi-automatique venu épauler les arbitres en chair et en os. Il comprenait également un ensemble de 10 caméras, capable de tracer en temps réel 29 points sur le corps de chaque joueur. Cette technologie devait notamment permettre d'aider l'arbitre à déterminer si l'un des joueurs se trouvait en position de hors-jeu (un joueur est considéré hors-jeu si n'importe quelle partie de son corps se trouve au-delà de la ligne virtuelle constituée par le dernier défenseur de l'équipe adverse au départ du ballon). Alors que cette règle est soumise à l'appréciation de l'arbitre, l'utilisation du VAR doit permettre d'accélérer les décisions tout en les rendant plus justes. Le football, comme les autres sports, repose de plus en plus sur une collecte toujours plus massive de données devant servir à l'amélioration de la performance des joueurs. <sup>A</sup>

► S. Kulkarni, *Nature* 2024

## Ce que les gens font vraiment avec l'IA

Lorsque *ChatGPT* a été lancé il y a bientôt 2 ans, nombre de techno-prophètes nous ont vendu cet outil comme le futur du travail, capable de prendre en charge toutes nos tâches les plus rébarbatives, et ainsi augmenter notre productivité. Mais aujourd'hui, qu'en est-il vraiment ? En analysant un million de requêtes *ChatGPT*, une étude montre que le premier usage (et de loin) qu'en font les utilisateurs concerne en fait la créativité : ils demandent à la machine des fictions, de la poésie ou ont des conversations sous forme de jeu de rôle. Et ces dernières sont d'autant plus importantes lorsqu'elles sont à caractère sexuel, au point d'en faire le 2<sup>e</sup> usage le plus populaire. Une utilisation qui fait dire aux auteurs que nous commençons à intégrer les IA dans nos vies comme des ami.e.s, des amant.e.s, ou encore des thérapeutes. Et cette question ne concerne pas seulement *ChatGPT*. *Character.ai*, un site qui vous permet d'entretenir une conversation avec un bot inspiré d'un personnage fictif, comme Drago Malefoy dans *Harry Potter*, compte 475 bots thérapeutes. Le plus connu, *Psychologist*, totalise 154 millions de conversations ! Cet usage des IA doit plus que jamais être pris au sérieux par les autorités de régulation. <sup>A</sup>

► Longpre et al, *ArXiv*, 2024





# L'évolution des Réseaux Sociaux: de leur naissance à aujourd'hui

TEXTE : JULIE FIARD - JFI@EASI-IE.COM  
ILLUSTRATIONS : OLIVIER SAIVE

Les réseaux sociaux ont profondément transformé notre manière de communiquer et d'interagir. Ce qui a commencé comme de simples plateformes de connexion entre individus s'est rapidement imposé comme un élément clé de nos interactions personnelles, professionnelles et culturelles. L'aventure des réseaux sociaux a débuté en 1997 avec *Six Degrees* (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Sixdegrees.com>), considéré comme le premier réseau social moderne, permettant aux utilisateurs de créer des profils et de se connecter avec des amis. Bien qu'innovant, il n'a pas réussi à fidéliser suffisamment d'utilisateurs et a rapidement disparu. Cela n'a pas empêché des plateformes comme *Friendster* (<https://en.wikipedia.org/wiki/Friendster> - 2002) et *MySpace* (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Myspace> - 2003) de prendre la relève. *Friendster* s'est distingué par ses groupes d'intérêts communs, mais des problèmes techniques ont freiné son succès. *MySpace*, lui, a rapidement

conquis le public, notamment parmi les artistes et les jeunes, offrant un espace de personnalisation et de promotion musicale. Cependant, ces premiers réseaux ont cédé la place à des plateformes plus performantes, comme *Facebook*, qui ont su mieux répondre aux attentes croissantes des utilisateurs en offrant des fonctionnalités plus adaptées et une expérience utilisateur sans cesse améliorée. Ces premières expériences ont jeté les bases de l'architecture sociale numérique que nous connaissons aujourd'hui.

## L'émergence des géants: la domination de *Facebook*, *Twitter* et *LinkedIn*

Au milieu des années 2000, plusieurs réseaux sociaux ont vu le jour, mais 3 plateformes se sont rapidement imposées comme les leaders incontestés: *Facebook*, *Twitter* et *LinkedIn*. Chacune a joué un rôle crucial dans la définition des interactions en ligne, en offrant



des services uniques qui répondaient aux besoins spécifiques de leurs utilisateurs.

## ► FACEBOOK

Lancé en 2004 par Mark Zuckerberg, *Facebook* a d'abord été conçu comme un réseau social pour les étudiants de Harvard, avant de s'étendre progressivement à d'autres universités puis au grand public. Son succès repose sur une évolution constante de ses fonctionnalités, adaptées aux attentes croissantes des utilisateurs. Au-delà de la simple connexion entre amis, *Facebook* a introduit des Pages pour les entreprises et les personnalités publiques et des groupes pour créer des communautés autour de centres d'intérêt communs.

C'est sans conteste son fameux bouton *J'aime*, repris dorénavant par toutes les plateformes sociales, qui a révolutionné la manière dont les utilisateurs et les annonceurs interagissent entre eux, en fonction du contenu qu'ils partagent.

En intégrant également une *marketplace*, *Facebook* s'est transformé en une véritable plateforme multi-usages, devenant ainsi un écosystème numérique où le partage personnel, les affaires et la publicité coexistent.

Aujourd'hui, avec plus de 2 milliards d'utilisateurs, *Facebook* reste un acteur dominant, influençant

profondément la communication en ligne et les stratégies de marketing numérique.

En Belgique, début 2024, l'audience publicitaire potentielle de *Facebook* était de 6,3 millions de personnes, soit 53,8% de la population.

## ► TWITTER

Créé en 2006 par Jack Dorsey, *Twitter* a introduit un concept radicalement différent avec son format de microblogging, permettant aux utilisateurs de publier des messages courts, limités à 140 caractères à l'époque (280, à l'heure actuelle). Cette approche minimaliste a favorisé la diffusion rapide d'informations et en a fait une plateforme privilégiée pour les discussions en temps réel, notamment lors d'événements majeurs tels que des crises politiques, des catastrophes naturelles, ou des mouvements sociaux. L'impact de *Twitter* a été particulièrement visible lors du Printemps arabe ou du mouvement *#MeToo*, où les hashtags ont permis de centraliser les discussions et de mobiliser des communautés à travers le monde. De plus, *Twitter* est devenu l'outil préféré des journalistes, des personnalités politiques et des entreprises, permettant une communication directe avec leurs audiences, sans passer par les canaux médiatiques traditionnels.

En 2023, *Twitter* a amorcé un tournant majeur avec son rachat par Elon Musk et sa transformation en X, une nouvelle identité visant à redéfinir la plateforme. Ce changement marque la volonté d'élargir les fonctionnalités de *Twitter* au-delà du microblogging, avec des ambitions de devenir une «super application» intégrant des services de paiement, de messagerie et bien plus encore, inspirée par des modèles comme *WeChat* en Chine. Ce virage reflète une évolution vers une plateforme plus polyvalente, bien que cette transition ait suscité des réactions mitigées parmi les utilisateurs. Pour en savoir plus, voir *Athena* n°363: <https://bit.ly/4e7TZup>

## ► LINKEDIN

Fondé en 2003 par Reid Hoffman, *LinkedIn* a pris une orientation résolument professionnelle. Contrairement à *Facebook* ou *Twitter*, ce réseau s'est concentré exclusivement sur le monde professionnel et le réseautage lié, devenant rapidement un outil incontournable pour les recruteurs et les chercheurs d'emploi. Il permet non seulement de créer des connexions avec des collègues et des partenaires commerciaux, mais aussi de rechercher des opportunités d'emploi et de suivre des entreprises et des industries spécifiques. Au fil du temps, *LinkedIn* a élargi ses fonctionnalités pour inclure des

publications d'articles, des groupes de discussion professionnels et même des formations en ligne via *LinkedIn Learning*, ce qui en fait un réseau social de réseautage mais aussi de développement professionnel. Aujourd'hui, avec plus de 800 millions de membres, *LinkedIn* joue un rôle clé dans l'évolution des pratiques de recrutement et de la gestion de carrière.

Ces 3 plateformes (*Facebook*, *Twitter*, et *LinkedIn*) ont chacune défini un aspect particulier des interactions en ligne: *Facebook* a révolutionné la socialisation numérique à grande échelle, *Twitter* a inventé une nouvelle dynamique de communication instantanée et publique et *LinkedIn* a numérisé les relations professionnelles. Leur capacité à évoluer et à répondre aux besoins spécifiques de leurs utilisateurs leur a permis de s'imposer comme des géants incontournables dans le monde numérique.

## La révolution mobile et le partage visuel: *Instagram* et *Snapchat*

Avec l'avènement des smartphones et l'essor de la connectivité mobile, les réseaux sociaux ont dû s'adapter à un nouvel environnement numérique, menant à la popularité de plateformes axées sur le partage visuel et l'éphémère. Deux applications se sont particulièrement démarquées dans cette nouvelle ère.

### ► INSTAGRAM

Lancé en 2010 par Kevin Systrom et Mike Krieger, *Instagram* a révolutionné la manière dont les utilisateurs partagent des moments de leur vie en mettant l'accent sur la photo et la vidéo. À ses débuts, il offrait un cadre simple pour publier des photos avec des filtres artistiques, ce qui a rapidement séduit les utilisateurs cherchant à donner une touche esthétique à leur contenu. En 2012, *Facebook* rachète *Instagram*, permettant à la plateforme d'évoluer rapidement avec de nouvelles fonctionnalités telles que les *Stories*, inspirées par le format de *Snapchat*, et la possibilité de partager des vidéos jusqu'à 60 secondes. Ce format a particulièrement attiré les marques et les influenceurs, transformant le réseau en un puissant outil de marketing et de promotion. Aujourd'hui, *Instagram* continue de se diversifier avec des fonctionnalités telles que IGTV pour le contenu vidéo long, le shopping intégré et les *Reels*, une réponse directe à la montée de *TikTok*. Cette plateforme a non seulement modifié les habitudes de consommation de contenu, mais a également redéfini la manière dont les marques

interagissent avec leur public, mettant l'accent sur la narration visuelle.

En 2023, pour concurrencer *X*, *Instagram* développe *Threads*, une plateforme de microblogging qui capitalise sur les communautés existantes d'*Instagram* pour offrir un espace plus textuel. *Threads* se positionne comme une alternative centrée sur les conversations et les interactions en temps réel, dans un format épuré et simple. Ce développement montre l'ambition de *Meta* (maison mère d'*Instagram*) d'étendre son influence sur différents types de contenus, et d'attirer une audience déçue par les changements opérés sur *Twitter/X*. Cette plateforme incarne la capacité d'*Instagram* à innover et à s'adapter aux nouvelles tendances tout en misant sur la narration visuelle et la communication instantanée.



### ► SNAPCHAT

Lancé en 2011 par Evan Spiegel, Bobby Murphy et Reggie Brown, *Snapchat* a introduit en ligne une approche totalement différente avec son concept de messages éphémères. Contrairement à d'autres plateformes, elle permettait aux utilisateurs d'envoyer des photos et des vidéos disparaissant après quelques secondes, encourageant ainsi une communication encore plus spontanée. Ce format a particulièrement résonné auprès des jeunes, permettant ainsi de partager des moments de leur vie sans créer d'archives. L'invention des *Stories* en 2013, permet aux utilisateurs de créer des récits visuels de leurs journées a rapidement inspiré les autres plateformes, comme *Instagram* et *Facebook*, témoignant de l'influence grandissante de *Snapchat*. En plus, *Snapchat* intègre des fonctionnalités ludiques de réalité augmentée, permettant aux utilisateurs d'ajouter des filtres et

des effets amusants à leurs photos, renforçant ainsi l'engagement des utilisateurs. Bien que *Snapchat* ait connu des défis pour maintenir sa base d'utilisateurs face à la concurrence croissante, il reste un acteur clé dans l'innovation sociale et le partage visuel.

## L'explosion des vidéos courtes: *TikTok*

L'émergence de *TikTok* en 2016 a marqué un tournant radical dans la consommation de contenu numérique, donnant le coup d'envoi à une nouvelle ère dominée par les vidéos courtes. Conçue à l'origine comme une plateforme pour partager de courtes vidéos musicales, *TikTok* a rapidement évolué pour offrir un espace où les utilisateurs peuvent créer, partager et découvrir des vidéos de 15 secondes à 3 minutes sur une multitude de sujets, allant des danses aux tutoriels, en passant par des comédies et des défis viraux.

Ce qui distingue *TikTok* des autres réseaux sociaux, c'est son algorithme puissant qui personnalise le contenu affiché sur la page «Pour Toi». Grâce à une analyse sophistiquée des comportements des utilisateurs, *TikTok* est capable de proposer des vidéos qui correspondent aux intérêts spécifiques de chaque individu, ce qui maximise l'engagement et le temps passé sur l'application. Cette approche lui a permis de captiver un public diversifié, en particulier les jeunes générations, qui apprécient le format dynamique et la créativité illimitée qu'offre la plateforme. *TikTok* a également encouragé la viralité en rendant facile la création de contenus amusants et engageants, ce qui a conduit à des tendances mondiales, des danses virales et des défis qui ont souvent transcendé les frontières culturelles.

L'impact de *TikTok* a imposé aux autres géants des réseaux sociaux d'adopter des formats similaires.

## Les Réseaux Sociaux de niche et émergents

Ces réseaux sociaux, comme *Reddit* et *Discord*, se concentrent sur des communautés spécifiques. *Reddit* offre des discussions autour de sujets variés via ses *subreddits*, tandis que *Discord* est devenu une plateforme interactive pour divers groupes, au-delà du gaming, avec des échanges en temps réel. *Pinterest*, pour sa part, se spécialise dans l'inspiration visuelle et est un outil essentiel pour les créateurs et marques cherchant à découvrir et organiser des idées, planifier des projets ou trouver des inspirations créatives pour des domaines tels que la mode, la décoration, ou les loisirs, comme la cuisine.

Des plateformes plus récentes telles que *BeReal* prônent l'authenticité en proposant des posts spontanés sans retouche, tandis que *Mastodon* offre une alternative décentralisée à *Twitter*, permettant aux utilisateurs de rejoindre des serveurs adaptés à leurs intérêts. *Clubhouse*, malgré son succès initial, a montré l'intérêt pour les discussions audio en direct.

Ces réseaux témoignent d'une diversification des usages et des expériences, créant de nouveaux espaces dans l'écosystème des réseaux sociaux.

## Que nous réserve 2025 ?

Les réseaux sociaux continueront à se réinventer, misant sur des expériences encore plus immersives avec l'intégration de la réalité augmentée et des contenus créés par l'intelligence artificielle. La tendance vers des communautés plus intimes et spécialisées tend à se renforcer, avec des plateformes comme *Discord* ou *Mastodon* en plein essor, permettant aux utilisateurs de partager des intérêts communs dans des espaces dédiés. Les vidéos courtes et le contenu éphémère resteront dominants, mais les utilisateurs rechercheront également des interactions plus authentiques et des espaces moins saturés de publicité, favorisant un retour à des expériences de consommation plus significatives.

Une question, une réaction sur un de nos articles ? Partagez vos expériences avec nous via [contact@easi-ie.com](mailto:contact@easi-ie.com)





# Surface la plus imperméable au monde: les chercheurs surpris par leur propre invention

Il semblerait que les records de pluie de l'année écoulée aient inspiré un Belge travaillant dans une université finlandaise, Robin Ras. Lui et son équipe ont développé la surface la plus hydrofuge (1) connue à ce jour. Cela a tellement dépassé leurs attentes que la découverte a été publiée dans *Nature Chemistry* (2). Cette nouvelle surface à base de silice (3) pourrait nous faire oublier cette sensation humide dans notre imperméable après une drache bien belge ou permettre aux compagnies aériennes de ne plus dégivrer les avions !

TEXTE : MILAN VANDER WEE-LÉONARD • MILAN.VDWL@GMAIL.COM  
PHOTO : © EKATERINA OSMEKHINA

Gouttes d'eau sur une surface «liquide»

À moins d'être un canard ou un brocoli, l'eau se déposant sur une surface a tendance à y rester, voire à y pénétrer. Le canard enduit ses plumes de graisse pour devenir hydrophobe tandis que le brocoli profite d'une couche de cire structurée sur ses feuilles pour faire glisser l'eau à sa surface (4).

De nombreuses surfaces superhydrophobes ont été inventées par biomimétisme, l'art de reproduire ce que la nature fait de mieux. Un exemple intéressant est basé sur la fougère aquatique *Salvinia*. Cette dernière s'entoure d'une fine couche d'air lui permettant de flotter. Un effet secondaire est que l'eau l'atteignant forme des gouttelettes et s'écoule facilement. Cette découverte a été exploitée dans le développement de coques à bateaux pouvant mieux «glisser» sur l'eau (5).

Une autre technologie a été développée pour créer des surfaces qui se comportent comme des liquides (LLS). Ces surfaces «liquides» sont en fait des solides munis de «brosses» flexibles greffées à leur surface. Les espèces flexibles sont majoritairement des chaînes alkyles (6) et sont très mobiles à température ambiante. Cela confère aux surfaces solides une qualité de liquide unique et une répulsion dynamique sans précédent envers divers liquides, quelle que soit leur tension superficielle (7).

## Un processus revisité

Des chercheurs de l'Université Aalto, en Finlande, ont poussé ce concept plus loin en développant

une LLS à partir de monocouches auto-assemblées (SAM), appliquées sur un dérivé de silice. Les SAM se forment par chimisorption <sup>(8)</sup> de «groupes de tête» sur un substrat, à partir d'une phase vapeur ou liquide, suivie d'une organisation progressive des «groupes de queue». Les «groupes de tête» s'alignent sur le substrat, tandis que les «groupes de queue» se tournent vers l'extérieur.

Pour obtenir leur SAM-LLS, les chercheurs finlandais ont ajusté des paramètres comme la température, l'humidité et la quantité de silice pendant la production. Les résultats ont été conformes aux attentes: avec une couverture dense dans la monocouche, l'eau forme des gouttelettes et s'écoule par-dessus cette monocouche. Cependant, le test avec une couverture faible a surpris l'équipe: au lieu de perler, l'eau a glissé directement. Pourquoi ?

## Un record inattendu

À faible couverture, la «glissance» est exceptionnelle ! L'équipe de l'Université Aalto a interprété cela par le fait que l'eau s'écoule entre les molécules de la monocouche. Alors qu'avec une couverture élevée, elle reste au-dessus de la celle-ci et glisse tout aussi facilement. C'est seulement entre ces deux états que l'eau adhère à la surface. Dans ce dernier cas, les molécules d'eau se coincent dans la «brosse de chaînes alkyles». D'après les scientifiques, ces surfaces

SAM-LLS sont parmi les plus hydrofuges jamais observées, permettant à l'eau de glisser même sur des surfaces penchées à 0,01 ° !

## Un potentiel industriel

Cependant, la fine couche de chaînes alkyles pourrait se disperser avec le temps, c'est pourquoi l'équipe envisage de perfectionner cette technologie, qui pourrait avoir de nombreuses applications industrielles. En effet, la découverte promet d'avoir des implications partout où des surfaces repoussant l'eau sont nécessaires.

Parmi des centaines d'applications, on peut citer le transfert de chaleur dans les tuyaux, le dégivrage, l'antibuée, les surfaces autonettoyantes et la microfluidique, où de petites gouttes doivent être déplacées facilement. <sup>(1)</sup>

## DO IT YOURSELF !

Tu n'as pas de quoi réimpermeabiliser tes baskets préférées ou tu veux te préparer à l'hiver qui arrive avec ton plus beau manteau ? Oublie la silice fonctionnalisée de Robin Ras ou les sprays disponibles dans le commerce chargés en PFAS <sup>(9)</sup>. Impermeabilise tes vêtements et accessoires toi-même avec de la cire d'abeille ! Je te propose ici une recette mais tu en trouveras une panoplie sur Internet.

- 1 Commence par chauffer un pain de cire d'abeille au soleil ou au sèche-cheveux.
- 2 Quand la cire se ramollit, frotte le pain sur l'ensemble du vêtement ou de l'accessoire à imperméabiliser. Réalise des passages horizontaux puis verticaux pour imprégner correctement les fibres. Utilise ton doigt pour les recoins difficiles.
- 3 Une fois l'objet entièrement enduit d'une fine couche, chauffe-le rapidement au sèche-cheveux pour faire fondre le produit à nouveau et le faire pénétrer. Tu peux aussi utiliser un fer à repasser sans vapeur recouvert d'un tissu.
- 4 Laisse sécher une journée à l'air libre.

Au début, le textile se modifie, se durcit et se fonce. Ces effets s'estompent après quelques utilisations !

<sup>(1)</sup> Une surface hydrofuge est une surface qui fait «fuir» l'eau. On peut apparenter ce terme à «imperméable» ou «hydrophobe» bien que des différences techniques subsistent entre ces mots.

<sup>(2)</sup> S. Lepikko et al., *Nature Chemistry* 2024, 16, 506-513 (<https://doi.org/10.1038/s41557-023-01346-3>).

<sup>(3)</sup> La silice est un composé chimique minéral aussi appelé «dioxyde de silicium» (SiO<sub>2</sub>) et présent dans le sable, les roches ou le quartz.

<sup>(4)</sup> B. Rich et al., *Soft Matter* 2018, 14, 7782-7792 (<https://doi.org/10.1039/C8SM01115J>).

<sup>(5)</sup> C'est le projet AIRCOAT, financé par l'Europe (<https://aircoat.eu/>).

<sup>(6)</sup> Une chaîne alkyle est un groupe d'atomes constitué uniquement de carbone (C) et d'hydrogène (H), dérivé d'un alcane (une famille d'hydrocarbures saturés) en retirant un atome d'hydrogène.

<sup>(7)</sup> La tension superficielle est une force qui se manifeste à la surface d'un liquide en raison des interactions entre les molécules. Elle résulte de la tendance des molécules à minimiser l'énergie de la surface du liquide.

<sup>(8)</sup> La chimisorption est une absorption impliquant une réaction chimique.

<sup>(9)</sup> Les PFAS (substances per- et polyfluoroalkylées) que l'on prononce «pifasse» sont les fameux polluants éternels ayant fait la une de l'actualité belge en 2023-2024. Ces molécules organiques, décorées d'atomes de fluor, sont exploitées depuis des décennies pour leurs propriétés antiadhésives et imperméabilisantes. On les retrouve notamment dans les textiles, les emballages alimentaires, les cosmétiques, les dispositifs médicaux et les mousses anti-incendie. Ces composés peuvent entraîner des problèmes de santé tels que des lésions hépatiques, des maladies thyroïdiennes, de l'obésité, des problèmes de fertilité et des cancers.



# BIO NEWS

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

PHOTOS : © DINOZZAVER - STOCK.ADOBE.COM (P.51), © VACLAV - STOCK.ADOBE.COM (P.52),  
© LIFDIZ - STOCK.ADOBE.COM (P.53), © ANNE DEL SOCORRO - STOCK.ADOBE.COM (P.53),  
© SKT STUDIO - STOCK.ADOBE.COM (P.54)

Cimetière de navires (mer d'Aral, Ouzbékistan)

## Lacs en péril

Lorsqu'il est question d'évoquer la réduction des réserves aquifères de surface, c'est à la mer d'Aral que l'on pense en première intention et que les médias citent en exemple. Le cas est, il est vrai, catastrophique pour les régions concernées et relève, pour l'essentiel, d'une gestion mal menée et d'un pompage excessif. Des causes naturelles ont également été évoquées, comme une porosité trop importante du fond qui permettrait une vidange massive vers le bas. Quelle que soit la ou les cause(s), la situation est telle qu'elle peut être visualisée par satellite aujourd'hui.

Mais cette mer intérieure est loin d'être la seule réserve d'eau en perte. Certes, les variations climatiques et le déficit d'eau de pluie peuvent justifier une fluctuation parfois inquiétante des niveaux d'eau certaines années mais le plus souvent, c'est un pompage massif à usage agricole qui est à mettre en cause. Un exemple parmi d'autres est celui du Grand lac salé de l'Utah (Ouest des États-Unis). Si ce lac d'altitude (1 280 m) a causé des inondations

au cours des années 80, il est aujourd'hui victime d'une réduction massive de sa surface en raison d'un pompage excessif pour irriguer les terres agricoles en périphérie, mais aussi pour les besoins privés les plus divers. Le lac ne serait plus que le quart de ce qu'il était il y a quelques décennies et si on n'apporte pas un remède rapide, cette importante réserve (4 400 km<sup>2</sup> en temps normal) risque, selon les experts, de disparaître complètement dès 2028. Des mesures sont donc envisagées pour que les prélèvements effectués sur les affluents soient réduits au plus vite de 30 à 50%. Sauf que le problème ne se limite pas à la seule quantité d'eau. Sa réduction mène à une concentration de ses multiples sels dissous, ce qui en fait une sorte de «mer morte» américaine, presque abiotique aujourd'hui. Cette mer intérieure est également un réservoir pour de nombreuses espèces migratrices (on évoque le nombre de 10 millions d'oiseaux chaque année) qui n'auraient plus qu'à trouver un autre endroit de repos.

On peut imaginer que d'autres réserves, peut-être moins «visibles» en raison de leur taille plus réduite, connaissent un sort identique. Ce n'est pas rassurant au niveau planétaire. Et que l'on n'évoque pas de façon abusive le seul «réchauffement climatique» passe-partout. Il y a aussi des choix raisonnés à opérer dans la gestion des sols et des cultures. 

► **Science 2022; 379: 120**



## D'où vient la vitesse de battement d'ailes des colibris ?

Outre qu'ils sont de petite taille, les colibris (ou oiseaux-mouches) ont ceci de particulier qu'ils sont capables d'un vol stationnaire et même de faire de la marche arrière, de revêtir de jolies couleurs et d'être dotés d'une rétine qui dispose d'une structure de plus que chez les humains, leur permettant de percevoir les couleurs avec une palette de nuances plus affinée que la nôtre. Si le nom est générique et a été étendu à d'autres espèces, les taxonomistes ne reconnaissent que 4 espèces strictes, qui forment la sous-famille des *Trochilinae*.

Mais au-delà de tout ceci, ce qui intrigue les physiologistes, c'est comment font ces oiseaux pour avoir une fréquence de battement alaire aussi rapide, qui semble en outre être leur apanage exclusif ? Y a-t-il une différence dans leur génome qui les distinguerait, en matière musculaire, des aptitudes des autres espèces d'oiseaux ? Et bien oui ! Elle tient à une mutation du gène qui code pour une enzyme propre au muscle, FBP2. Cette enzyme est normalement une de celles qui participent au stockage de l'énergie alimentaire pour une utilisation différée. Mutée, elle ne remplit plus sa fonction, ce qui permet à l'oiseau une utilisation énergétique et musculaire immédiate; une aptitude qui entraîne la recherche permanente de nectar pour assurer l'entretien de la machinerie musculaire. Mais dans les forêts d'Amérique centrale et du sud qui constituent son habitat, cela ne semble pas réellement poser problème à ce petit vélocé. Cette mutation d'un gène impliqué dans une voie métabolique importante est un des rares exemples à ne pas porter préjudice à ceux qui en sont affectés. Ils se sont adaptés avec maestria. Quel autre animal est en effet capable d'entrer et de ressortir du calice d'une fleur pour en prélever le nectar sans le faire plier ? **A**

► *Science*, 379: 150 et 185-190

## Un étrange chemin de traverse

Dans quelques années peut-être, après avoir identifié un désordre nerveux central (autisme, maladie de Parkinson, dépression), on se contentera de prescrire à la personne diagnostiquée un probiotique plutôt qu'un médicament longuement mis au point par la recherche pharmaceutique et non dénué - comme souvent - d'effets secondaires. Fantaisie ? Pas vraiment: de nombreux résultats extraits, pour le moment surtout, de recherches menées sur l'animal, tendraient à montrer la chose possible. Mais comment ? En traitant le tube digestif...

On sait depuis plusieurs années que le contenu microbien de notre tube digestif a une influence sur nombre de nos fonctions. Ce n'est pas anecdotique: si le cerveau adulte a un poids proche de 1,4 kg, l'ensemble des colonies de microbes évoqué (le microbiote) pèserait, lui, 2 kg. Le poids ne fait évidemment pas tout dans le fonctionnement de notre organisme, loin s'en faut. La diversité spécifique compte sans doute davantage et notre tube digestif hébergerait plusieurs centaines d'espèces identifiées à ce jour: bactéries, mais aussi virus, champignons et archées; le tout riche d'environ 20 millions de gènes au total, soit mille fois plus que ce qui compose notre propre génome.

Ce seul tableau est déjà impressionnant. Mais ce n'est pas tout: on a remarqué que certaines des espèces de ce microbiote ont une relation particulière avec le système nerveux central par 4 voies au moins. La première, peut-être la plus immédiate, est celle qui consiste à déverser dans le réseau sanguin une substance qui vient stimuler des neurones spécifiques. Une autre tiendrait à l'émission, par l'une ou l'autre des espèces microbiennes, de pseudopodes (des expansions) qui viendraient stimuler le nerf vague tout proche, connecté en ligne directe vers le cerveau. La troisième consisterait en une activation de cellules endocrines du tube digestif, l'hormone produite diffusant ensuite vers ses récepteurs spécifiques. Enfin, quelques microbes intestinaux agiraient directement sur les cellules du système immunitaire et par conséquent aussi, sur l'inflammation.

Tout cela n'est finalement que la concrétisation d'une conception très ancienne qui liait les humeurs aux sécrétions internes du foie, dont la trop pénalisante atrabile ou bile noire. On n'en est pas loin finalement. Parce qu'il paraît évident aujourd'hui - preuves scientifiques à l'appui - que quelques états pathologiques comme le côlon irritable, l'autisme, le Parkinson ou les états dépressifs sont en lien avec le profil du

## Mutations pour rien ?

**D**epuis Darwin, on sait que l'évolution procède du hasard: des «accidents» génétiques peuvent survenir très tôt dans l'élaboration du génome et modifient spécifiquement un gène. Il s'agit, en clair, de mutations. Le résultat est de 3 ordres: soit la mutation est bénéfique pour l'individu (et progressivement pour l'espèce à laquelle il est lié) et elle est conservée puisqu'en adéquation avec l'environnement occupé. L'alternative est que la mutation soit délétère: elle nuit à l'individu qui en est porteur et qui est finalement éliminé. Il peut entretemps l'avoir transmise à sa descendance, mais le résultat final est en général le même. Puis il y a la troisième possibilité: la mutation est sans effet particulier et peut donc être évolutivement conservée sans que les individus porteurs soient le moins du monde lésés par rapport à leurs conditions de vie. On sait qu'il existe aussi des adaptations acquises qui concernent l'épigénétique mais qui sont hors sujet pour le présent article.

Nous portons donc tous, mais à titres divers, des variants de gènes qui ne nous favorisent en rien mais ne nous défavorisent pas non plus, ou alors si peu que l'on ne s'en rend pas compte. Ils appartiennent à la classe des «accidents génétiques mineurs». Mais sont-ils aussi mineurs que l'on veut bien le croire ? Tout dépend du contexte. Contrairement aux 2 autres classes de mutations qui sont plutôt rares, elles sont les plus fréquentes et participent donc à ce que nous sommes et à ce qu'est... notre lignage évolutif. Elles permettent par exemple d'établir des liens entre espèces compte-tenu de leur présence



relativement stable; une stabilité qui permet également de situer approximativement le temps écoulé entre une espèce et celle qui en a émergé. Elles peuvent aussi avoir un effet favorisant (ou pas) sur l'expression d'autres gènes. À ce titre, elles peuvent, si les conditions environnementales venaient à changer dans une large mesure, aider parfois à l'émergence d'une adaptation bienvenue. À la résistance à la dessiccation pour une plante ou à un type différent d'alimentation disponible pour un animal. Enfin, l'apparition de ces mutations neutres peuvent, au fil des générations, favoriser des polymorphismes qui, avec le temps, peuvent mener des individus pourtant apparentés à épouser des phénotypes (apparences) qui les rendent de plus en plus différents.

Il ne s'agit ici que d'une simple évocation, les études génétiques offrant bien d'autres applications et singularités liées à ces mutations. Mais bref, voilà des modifications silencieuses qui semblent parfois se montrer, sur un plan évolutif au moins, étonnamment... assourdissantes ! A

► *Médecine/sciences*, 10: 777-785 et 839-841

► microbiote ou l'activité de l'un ou l'autre de ses composants. L'adjonction de queuine (une base nucléique bactérienne) par exemple pourrait, par microbiote interposé, réduire certains états dépressifs en favorisant la production de GABA (acide gamma aminobutyrique), un neurotransmetteur.

Beaucoup semble encore à découvrir dans le domaine. On sait aussi que la flore intestinale est associée de près à l'alimentation. Peut-être qu'un régime adapté suffirait à réduire l'un ou l'autre des états pathologiques évoqués ? Et si c'était là que se trouvait finalement la solution. Les Grecs de l'Antiquité, soit dit en passant, en émettaient déjà l'idée il y a 25 siècles... A

► *Science*, 368: 570-573





## L'obésité au fond des yeux

Le surpoids et a fortiori l'obésité qui concernent une part croissante de la population des pays industrialisés est source, le temps aidant, d'une série de pathologies. On pense en première intention aux effets de la masse corporelle sur les articulations et sur la fatigue cardiaque, ainsi que ceux de la richesse alimentaire sur l'émergence du diabète de type 2. Mais on ignore souvent que le même état a des répercussions sur le contexte inflammatoire systémique, grâce ou plutôt à cause de l'intervention des cellules du sang spécialisées dans ce contexte, les macrophages. Celles-ci, qualifiées d'hématopoïétiques, sont en effet reprogrammées par les acides gras libres, abondants chez les personnes obèses. Comme cette modification du comportement cellulaire est acquise, liée à un état d'accroissement de la masse grasseuse, elle est d'ordre épigénétique: les gènes eux-mêmes ne sont pas modifiés, c'est leur transcription qui change, étant soit accrue, soit réduite. Et les cellules concernées prennent un profil pro-inflammatoire qu'elles conservent, même si la masse grasseuse est ensuite réduite. Ces cellules gardent donc, en quelque sorte, la «mémoire» de l'obésité d'avant.

Cette mémoire qui peut passer le cap des générations cellulaires, est due à un certain nombre de facteurs qui ne sont

pas encore tous identifiés. On sait qu'interviennent des récepteurs de reconnaissance de «motifs moléculaires», propres au système immunitaire, notamment aptes à reconnaître les caractéristiques propres (les motifs en question) des bactéries ou autres agents pathogènes.

Les cellules concernées sont donc les macrophages. Il s'agit d'une classe de globules blancs capables de phagocytose, c'est-à-dire d'engloutir des petits éléments (fragments de cellules en voie de dégradation, ou de pathogène par exemples) qui doivent être éliminés. Elles ont une fonction innée et sont d'origine embryonnaire. À ce titre, elles sont présentes dans tous les tissus pour assurer un rôle essentiel de nettoyage et de défense. Mais elles peuvent aussi avoir une fonction acquise dérivant, selon le besoin, d'une autre classe de globules blancs, les monocytes. C'est bien le cas chez les obèses évoqués, que ceux-ci décident à un moment de réduire ou non leur masse grasseuse excessive.

Le caractère inflammatoire acquis peut se manifester à des endroits où on ne l'attend pas vraiment. Comme des expériences menées chez la souris l'ont démontré, il peut y avoir, via le réseau circulatoire, une atteinte de l'œil. Avec comme possible conséquence, l'émergence avec l'âge d'une dégénérescence maculaire. La rétine atteinte peut altérer la qualité de la vision et mener, dans le pire des cas, à la cécité.

Il n'y a certes pas de lien immédiat; c'est un facteur de risque additionnel qui n'a pour le moment été validé que chez la souris. Mais connaissant l'importance qu'a la vue dans notre vie quotidienne, cela vaut tout de même la peine d'y penser... A

► **Science, 379: 28-29 et 45-62**



## BIO ZOOM

Ne vous fiez pas à sa mignonne petite tête, la marte à gorge jaune ou Marte d'Inde (*Martes flavigula*) est une redoutable prédatrice. Omnivore, elle peut tout autant se nourrir de fruits ou de baies, de lézards, d'oiseaux et de leurs œufs que s'attaquer à des proies bien plus imposantes ! Pour cela, elle est capable de grimper dans les arbres, sauter de l'un à l'autre comme un singe et parcourir jusqu'à 20 km ! Ce petit mammifère de la famille des Mustélinés peut mesurer jusqu'à 1 m de long (queue comprise) et vit dans les forêts tempérées de l'Himalaya, de l'Est et du Sud-Est de l'Asie.



# 70 ans d'accélération

**En 7 décennies, le CERN a bouleversé le monde. Un succès scientifique mais aussi humain auquel la Belgique a participé**

TEXTE : HENRI DUPUIS • DUPUIS.H@BELGACOM.NET  
PHOTO : © CERN (P.55)

<sup>(1)</sup> Allemagne (RFA), Belgique, Danemark, France, Grèce, Italie, Norvège, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Yougoslavie (qui quitte l'organisation en 1961).

**L**a convention fondatrice du CERN est entrée en vigueur le 29 septembre 1954, d'où ce 70<sup>e</sup> anniversaire. Mais dès 1950, lors d'une réunion de l'UNESCO à Florence, le physicien américain Isidor Rabi avait présenté l'idée d'une collaboration (qui ne soulevait pas que de l'enthousiasme au sein des pays européens...) dans le domaine atomique. Le pas décisif fut franchi le 17 décembre 1951 toujours lors d'une réunion de l'UNESCO, mais à Paris cette fois. Y participent, côté scientifique, Niels Bohr, Pierre Auger, Werner Heisenberg, Francis Perrin, George P. Thomson, etc. Rien que des grands noms de la physique européenne. On notera que, cette fois, contrairement à ce qui s'était produit après l'armistice de 1918, l'Allemagne (RFA) n'est pas mise à l'écart.

Le premier cyclotron du CERN, inauguré en 1957. On notera l'écusson des ACEC sur les aimants. Cliché pris le 27 décembre 1957

Après bien des discussions et divergences, la réunion se conclut cependant par un soutien à la construction d'un laboratoire européen. Ce qui a permis au président des débats, le diplomate français François de Rose, de conclure: «S'il était difficile de trouver des scientifiques parmi les diplomates, il était évident qu'il y avait beaucoup de diplomates parmi les scientifiques».

L'histoire s'emballa ensuite. Deux mois plus tard, le conseil d'administration provisoire est créé (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) et en octobre 1952 choisit Genève comme site du futur laboratoire. En juillet 1953, la Convention est ratifiée par les 12 états fondateurs <sup>(1)</sup>; elle entre en vigueur le 29 septembre 1954. Un premier cyclotron entre en service en 1957, bientôt suivi par un synchrotron à protons 2 ans plus tard.

L'histoire de la création du CERN est remarquable par sa rapidité: il n'a fallu qu'une décennie (à partir des ruines de la guerre) pour qu'il soit opérationnel et engrange ses premiers résultats. Après les premières réticences nationalistes du début, le projet a rapidement suscité l'enthousiasme. Notamment grâce à son objet: la physique des hautes énergies, domaine de la recherche fondamentale qui étudie les constituants de la matière et les énergies mises en jeu. Il était donc plus facile d'éviter les antagonismes, notamment

entre blocs idéologiques en ces temps de guerre froide. Après tout, comme l'avait fait remarquer Erwin Schrödinger, «*on ne peut tuer personne avec une de ces particules rapides, ou alors nous serions tous déjà morts !*» La physique des particules vise le progrès des connaissances et non un quelconque avantage concurrentiel, militaire ou économique. Malgré cela, prudents, les fondateurs ont prévu que les résultats des recherches et les technologies pour y parvenir soient accessibles aux chercheurs du monde entier et tombent dans le domaine public (article 11 de sa convention).

## Histoire belge

Un succès auquel la Belgique n'est pas étrangère. Dès 1947, le pays se dote d'un Institut Interuniversitaire de Physique Nucléaire dont Jean Willems, le directeur du FNRS, assure la direction. Cet IIPN se muera bientôt en IISN (Institut Interuniversitaire des Sciences Nucléaires) qui existe encore aujourd'hui et est une pièce maîtresse des rapports de la Belgique avec le CERN. C'est donc tout naturellement Jean Willems qui négocie l'accord fondateur du CERN et y appose sa signature au nom de la Belgique. Les débuts du CERN vont d'ailleurs être marqués par Jean Willems puisque, en plus de continuer à diriger le FNRS, il sera représentant belge au sein du Conseil du CERN dès 1954, il en préside le comité des finances jusqu'en 1957, en est le vice-président puis le président. Un «cursus» impressionnant que suivra aussi son successeur au FNRS, Paul Levaux, autre grande personnalité «politique» belge du CERN.

On ne sera donc pas étonné d'apprendre que lorsqu'il a été question, dans les années 1960, de construire un accélérateur plus puissant que le synchrotron à protons (PS) mis en service en 1959, il a été question de le localiser à Focant (Beauraing) en Wallonie. Des sondages géologiques préliminaires y furent d'ailleurs pratiqués ! Fort heureusement pour le CERN, mais sans doute pas pour la Wallonie, on s'aperçut en dernière minute que le PS pouvait servir de pré-accélérateur pour le nouvel accélérateur, le Supersynchrotron (SPS) qui entrera en fonction en 1976.

Cela n'a pas empêché notre pays de participer à la conception et réalisation des accélérateurs et détecteurs. Ainsi, parmi d'autres exemples, on notera que les aimants du premier cyclotron (1957) et ceux du synchrotron à protons (PS), mis en service en 1959, ont été fabriqués par les ACEC de Charleroi. L'IIHE (Institut Interuniversitaire des Hautes Énergies - ULB/VUB) et l'Université de Mons-Hainaut ont mutualisé leurs moyens pour développer et construire le détecteur de muons de l'expérience DELPHI dans les années 1980. Aujourd'hui, plusieurs universités belges (dont l'ULB et l'UCLouvain) ont été chargées de concevoir et construire le prochain trajectographe (instrument qui reconstitue la trajectoire des particules chargées) du nouveau détecteur CMS. Pour ce faire, les scientifiques belges construisent dans une chambre blanche

du campus bruxellois 1 500 modules qui seront ensuite assemblés à l'UCLouvain avant d'être acheminés et installés dans le CMS, sans doute en 2027.

## Retombées

Relater les découvertes du CERN, et leur importance, dans le domaine de la physique des particules et la place qu'ont prise les chercheurs belges dans celles-ci (pensons à la découverte du boson Brout-Englert-Higgs !) demanderait un ouvrage entier. Mais il faut en revanche souligner rapidement les retombées extraordinaires de ces recherches dans la vie quotidienne.

La médecine en a particulièrement bénéficié. Les détecteurs de particules ont servi l'imagerie médicale. C'est le CERN qui développa un prototype de caméra à positons, ce qui déboucha sur le premier scanner de tomographie par émissions de positons (TEP). Les chercheurs du CERN ont également investigué l'utilisation des ions de carbone et des protons pour soigner les cancers. Et si la recherche médicale sur les maladies du cerveau dispose depuis peu d'une IRM super performante, c'est à la connaissance des aimants du CERN qu'elle le doit. Bien évidemment, le secteur des ordinateurs et de l'information a été celui qui a sans doute le plus profité des connaissances développées au CERN. En 1976, le SPS a été le premier accélérateur à être commandé par ordinateur: les ingénieurs imaginèrent pour ce faire un système d'écrans tactiles et de boules de commande. Que dire alors du *World Wide Web* que le CERN a placé dans le domaine public le 30 avril 1983. Un «simple geste» qui a révolutionné l'économie, la culture, nos rapports à autrui. Selon l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI), «*Si le CERN avait essayé de limiter d'une manière ou d'une autre l'accès au Web, il est plus que probable qu'il y aurait aujourd'hui dans le monde tout un fouillis de systèmes différents pour accéder à l'information en ligne, au lieu d'un seul.*»

Si le CERN est surtout connu pour les résultats de ses expérimentations, il abrite aussi un département de physique théorique que François Englert (ULB) a beaucoup fréquenté à partir de 1982. Il y fut même un salarié tout en continuant à donner ses cours à l'ULB. Le futur prix Nobel adore l'atmosphère du CERN, y noue de nombreuses relations d'amitié. D'ailleurs, dira-t-il dans une interview: «*Il faudrait donner le prix Nobel de la Paix au CERN. Au-delà du développement technologique extraordinaire réalisé, c'est l'image de ce rassemblement de l'humanité qui est formidable.*» 

# Tania nous parle de l'Espace

## Le Centre Européen des Astronautes.

PAR  
PIERRE-EMMANUEL PAULLIS  
ET OLIVIER SAIVE



NOUS ARRIVONS À COLOGNE ! C'EST ICI QUE SE TROUVE LE CENTRE EUROPÉEN DES ASTRONAUTES...  
ON DIT AUSSI L'E.A.C. POUR "EUROPEAN ASTRONAUT CENTER" !



ILS HABITENT LÀ, LES ASTRONAUTES ?  
NON, ICI, CE SONT SEULEMENT LEURS BUREAUX, SALLES DE COURS, DE SPORT, PISCINE D'ENTRAÎNEMENT...



ET MÊME UN CENTRE DE CONTRÔLE, MAIS ALLONS VOIR TOUT ÇA DE PLUS PRÈS, NOUS SOMMES ATTENDUS !



JE VOUS PRÉSENTE KATHRIN ET HÉRVÉ, DEUX INSTRUCTEURS D'ASTRONAUTES, ILS SERONT NOS GUIDES POUR LA VISITE !  
BIENVENUE AU CENTRE EUROPÉEN DES ASTRONAUTES !  
C'EST UN PLAISIR DE VOUS RECEVOIR... ET VOUS AVEZ DE LA CHANCE CAR LE CENTRE NE SE VISITE PAS, HABITUELLEMENT !  
BONJOUR !  
BONJOUR, ET MERCI !



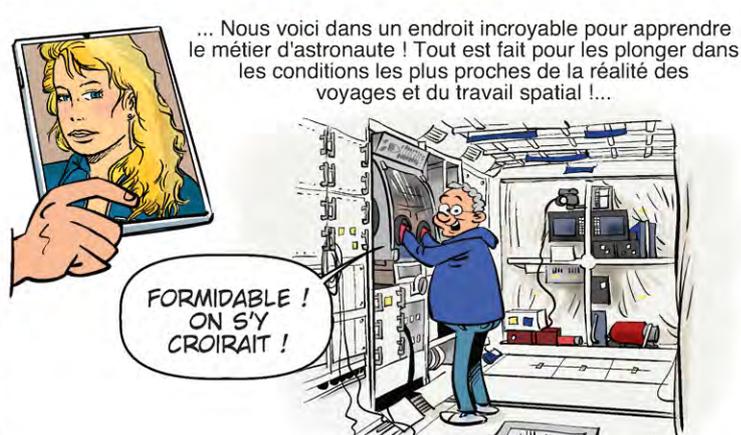
NON, POUR LE MOMENT, IL EST AU JOHNSON SPACE CENTER, LE GRAND CENTRE D'ENTRAÎNEMENT DE LA NASA À HOUSTON, AU TEXAS  
RAPHAËL LIÉGEOIS EST LÀ ?  
IL SE PRÉPARE POUR SON VOL SPATIAL PRÉVU EN 2026 !



HÉ, REGARDEZ, LÀ C'EST FRANK DE WINNE, LE SECOND ASTRONAUTE BELGE... IL A ÉTÉ LONGTEMPS LE PATRON DU CENTRE !  
WAAAH !  
UN ASTRONAUTE EN VRAI !



MAIS ATTENDEZ, ICI, NOUS AVONS AUSSI UNE AUTRE VOYAGELISE DE L'ESPACE QUE VOUS CONNAÎSSEZ BIEN !  
Coucou, les amis !...  
OUAIIIS ! TANIA !

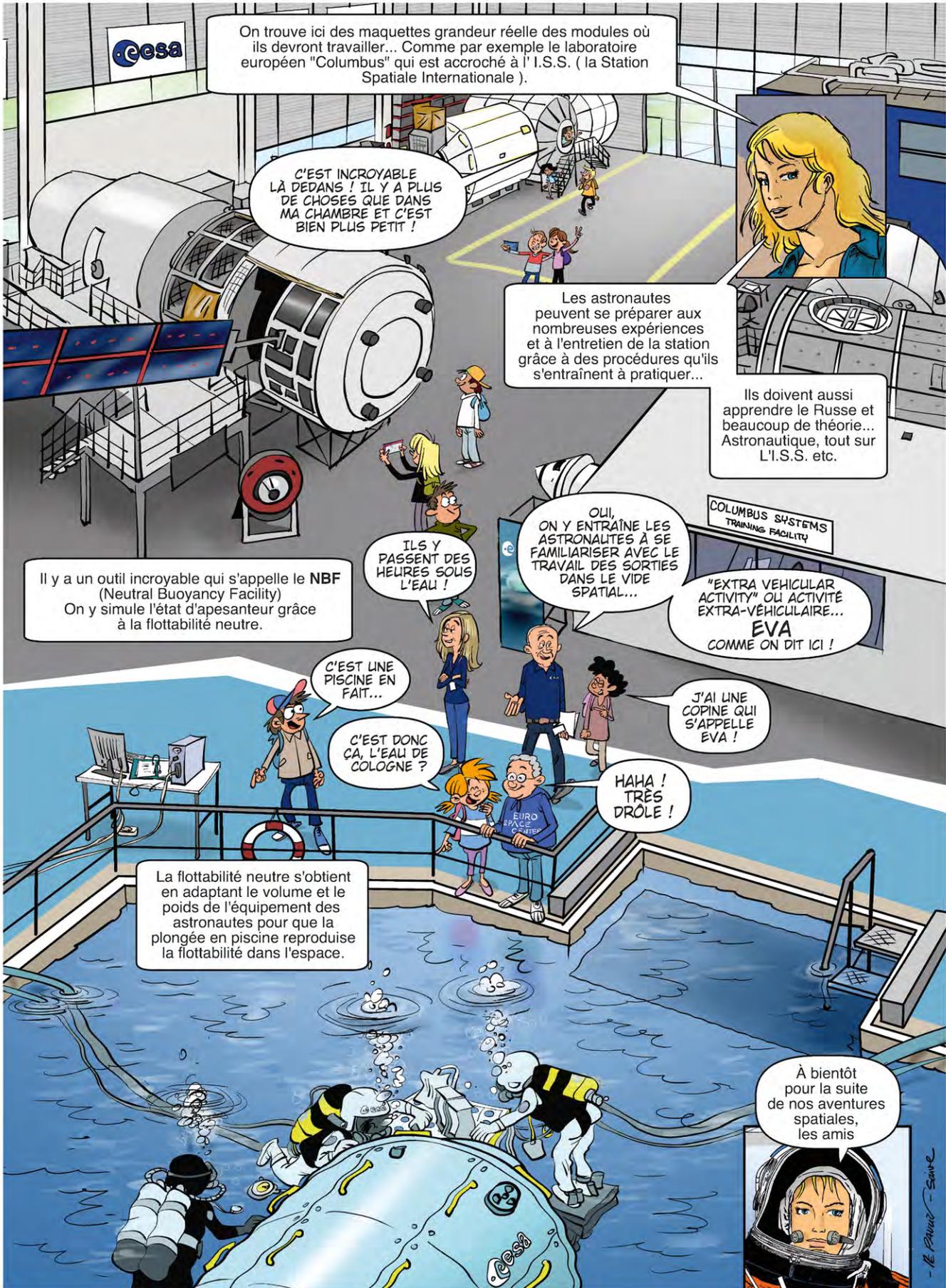


... Nous voici dans un endroit incroyable pour apprendre le métier d'astronaute ! Tout est fait pour les plonger dans les conditions les plus proches de la réalité des voyages et du travail spatial !...  
FORMIDABLE ! ON S'Y CROIRAIT !



# Tania nous parle de l'Espace

## Le Centre Européen des Astronautes.

PAR  
PIERRE-EMMANUEL PAULIS  
ET OLIVIER SAIVE

On trouve ici des maquettes grandeur réelle des modules où ils devront travailler... Comme par exemple le laboratoire européen "Columbus" qui est accroché à l'ISS. ( la Station Spatiale Internationale ).

C'EST INCROYABLE LÀ DEDANS ! IL Y A PLUS DE CHOSES QUE DANS MA CHAMBRE ET C'EST BIEN PLUS PETIT !

Les astronautes peuvent se préparer aux nombreuses expériences et à l'entretien de la station grâce à des procédures qu'ils s'entraînent à pratiquer...

Ils doivent aussi apprendre le Russe et beaucoup de théorie... Astronautique, tout sur L'ISS. etc.

Il y a un outil incroyable qui s'appelle le NBF (Neutral Buoyancy Facility) On y simule l'état d'apesanteur grâce à la flottabilité neutre.

ILS Y PASSENT DES HEURES SOUS L'EAU !

OUI, ON Y ENTRAÎNE LES ASTRONAUTES À SE FAMILIARISER AVEC LE TRAVAIL DES SORTIES DANS LE VIDE SPATIAL...

"EXTRA VEHICULAR ACTIVITY" OU ACTIVITÉ EXTRA-VEHICULAIRE...  
**EVA**  
COMME ON DIT ICI !

C'EST UNE PISCINE EN FAIT...

C'EST DONC CA, L'EAU DE COLOGNE ?

J'AI UNE COPINE QUI S'APPELLE EVA !

HAHA ! TRÈS DRÔLE !

La flottabilité neutre s'obtient en adaptant le volume et le poids de l'équipement des astronautes pour que la plongée en piscine reproduise la flottabilité dans l'espace.

À bientôt pour la suite de nos aventures spatiales, les amis



- LE PAUVRE SAIVE

# Les anecdotes spatiales de Tania

PAR PIERRE-EMMANUEL PAULIS &amp; OLIVIER SAIVE

## 1 La fusée de Tintin

C'est la A4 qui a inspiré à Hergé la fusée de Tintin pour ses aventures *Objectif Lune* et *On a marché sur la Lune*. Mais pourquoi celle-ci est-elle à carreaux rouges et blancs ? Des carreaux noirs et blancs étaient peints sur les A4 afin que les techniciens qui suivaient leurs lancements avec des jumelles puissent s'assurer qu'elles ne tournaient pas sur elles-mêmes. Hergé a préféré le rouge et le blanc pour 2 raisons: le rouge était sa couleur préférée et aussi parce que la base de lancement de sa fusée se trouvait en Syldavie, pays fictif situé à l'emplacement de la Croatie. Le drapeau croate est constitué d'un carreau blanc et d'un carreau rouge.



## 2 Tania et les fusées soviétiques

Toutes les fusées russes décollent avec le mot «Tania» gravé dans le givre du réservoir du premier étage. Cette tradition date du début des années '60: un technicien avait gravé le prénom de sa fiancée dans le givre provoqué par le froid intense (-150 °C) régnant dans le réservoir de la fusée, afin de lui porter bonheur.

## 3 Le pipi de Yuri Gagarine

En se rendant vers l'aire de lancement, Yuri Gagarine, le premier homme dans l'Espace (URSS) fut pris d'un besoin pressant. Il se soulagea contre la roue du bus le transportant. Depuis, tous les cosmonautes en partance pour l'Espace urinent contre la roue de leur bus, cela porte bonheur. Les dames vident une bouteille d'eau.



## 4 Les femmes Mercury

En 1963, 13 femmes pilotes américaines ont suivi le même entraînement que les premiers astronautes du programme *Mercury*. On les appelle les *Mercury 13*. Le projet a finalement été abandonné avant la phase finale d'entraînement. Elles n'ont jamais été reconnues comme astronautes.



## 5 L'emblème d'Apollo 11

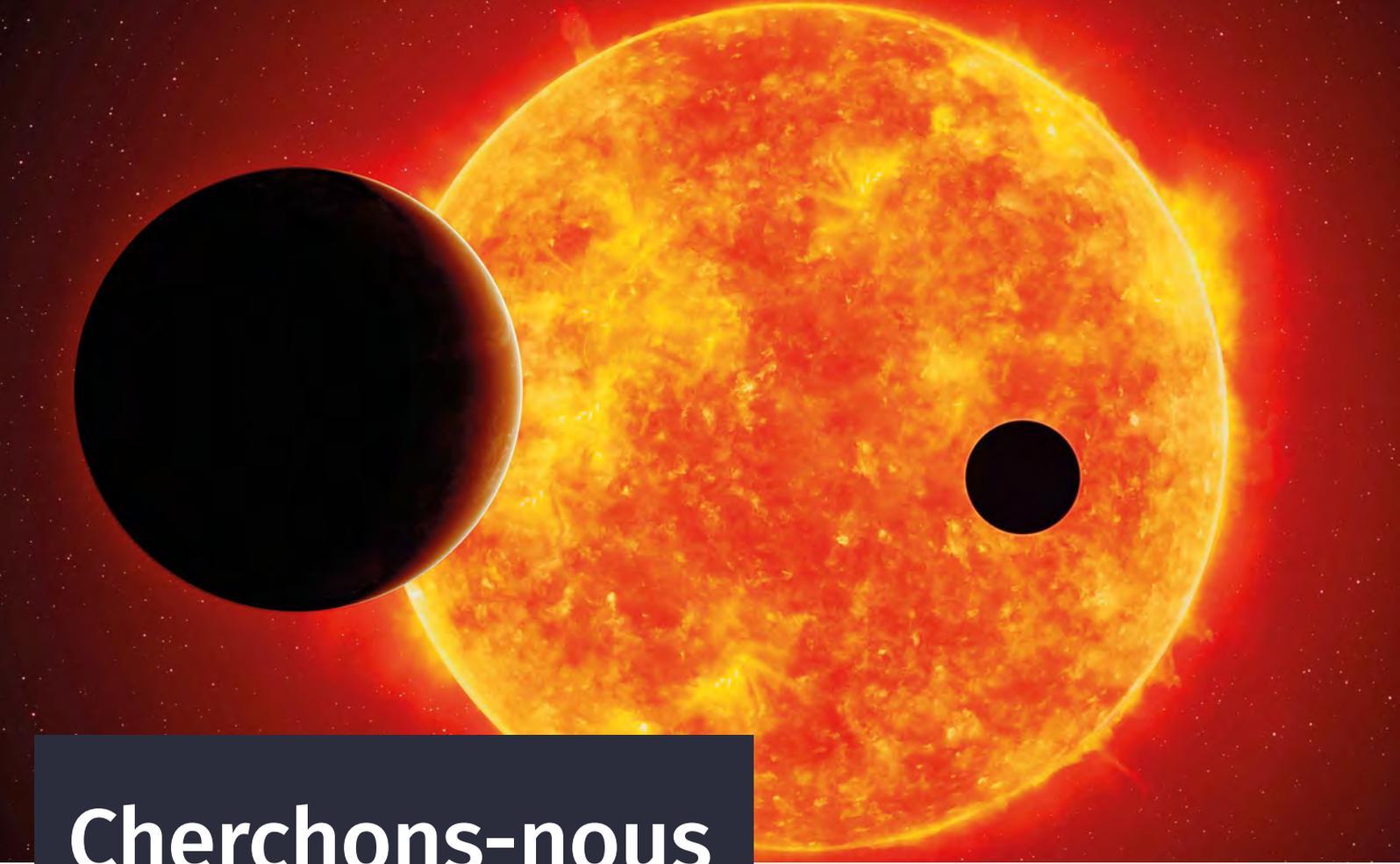
L'emblème de la mission *Apollo 11* (1969) a été imaginé par Michael Collins. Il avait initialement dessiné le rameau d'olivier symbolisant la paix dans le bec de l'aigle, mais les responsables de la NASA ont préféré le placer dans ses serres. L'emblème ne mentionne pas le nom des astronautes à leur demande. En effet, pour eux, ils se rendaient sur la Lune au nom de toute l'humanité et pas en leur nom propre.



## 6 Le stylo de Neil Armstrong

Lorsque, le premier astronaute, Aldrin, réintégra le module lunaire après la marche historique, il remarqua un interrupteur sur le sol... Il l'avait cassé lorsqu'il avait revêtu son scaphandre. Cet interrupteur devait servir à armer des batteries lors des procédures des préparatifs de décollage. C'est à l'aide d'un stylo qu'Armstrong effectua la manœuvre le moment venu.





# Cherchons-nous au bon endroit ?

**La vie extraterrestre nous fait rêver, éveille notre curiosité, alimente les pronostics les plus fous... et reste étonnamment silencieuse. Dans un Univers aux milliards de galaxies, elles-mêmes constituées de milliards de systèmes, c'est interpellant. D'où le fameux paradoxe de Fermi. La vie se développe-t-elle si difficilement qu'elle en devient invisible ? Est-ce la distance qui nous sépare de ces autres ? Ou autre chose ?**

TEXTE: GEOFFREY VAN HECKE - GEOFFREY@BVHCO.BE

PHOTOS: © LUKSZCZEPANSKI - STOCK.ADOBE.COM (P.60), FLICKR/CC BY 2.0/KEVIN GILL (P.61),

© NASA/JPL-CALTECH/MSSS (P.62), © NASA/JPL-CALTECH (P.62), © POLARIS DAWN, SPACEX (P.62)

**P**endant des années, les astronomes ont écarté les naines rouges des systèmes potentiellement habitables. Leur petite taille (entre 0,1 et 0,6 masse solaire) correspond à des réactions nucléaires extrêmement lentes: elles émettent très

peu de lumière (entre 0,01 et 3% de celle du Soleil). Toute planète en orbite autour d'une naine rouge devrait être très près de son étoile-hôte pour avoir une température de surface comparable à celle de la Terre. À ces distances, la gravité de l'étoile engendre une rotation synchrone par le phénomène de verrouillage gravitationnel. Une moitié de la planète serait constamment éclairée, tandis que l'autre ne le serait jamais. La seule possibilité pour qu'une vie potentielle ne soit pas soumise à une chaleur ou un froid extrême est le cas où cette planète aurait une atmosphère suffisamment épaisse pour transférer la chaleur de l'hémisphère éclairé vers l'hémisphère nocturne. Pendant longtemps, on a supposé qu'une atmosphère aussi épaisse empêcherait la lumière de l'étoile d'atteindre la surface, rendant la photosynthèse impossible. De récentes découvertes tendent cependant à contester ce point de vue. Des études menées par Robert Haberle et Manoj Joshi de la NASA ont montré que l'atmosphère d'une planète autour d'une naine rouge aurait seulement besoin d'être 15% plus épaisse que celle de la Terre pour permettre à la chaleur de l'étoile de se diffuser sur la face jamais éclairée. L'eau resterait gelée sur cette face dans certains de leurs modèles. Cette marge est par ailleurs tout à fait compatible avec la photosynthèse. Martin Heath, du Greenwich Community College, a montré que l'eau de mer pourrait également circuler sans geler entièrement du côté à l'ombre. À condition que les océans y soient suffisamment profonds pour permettre un libre mouvement de l'eau sous la couche de glace

située à la surface. Ainsi, une planète avec des océans et une atmosphère appropriée en orbite autour d'une naine rouge, pourrait, au moins en théorie, accueillir la vie.

## Verrouillage gravitationnel

Par ailleurs, un autre facteur est susceptible de contourner les effets de la nécessaire proximité de l'étoile et donc de l'effet de ses marées: une exolune située en orbite d'une planète de grande taille (par ex.: une géante gazeuse) fera l'objet d'un verrouillage gravitationnel avec la planète elle-même et non avec l'étoile; de ce fait, l'exolune pourrait bénéficier d'un cycle de jour et de nuit correspondant à sa période de rotation autour de la planète, et perturbé par les éclipses produites régulièrement par cette même planète. Dans le cas où la planète serait située dans la zone habitable de la naine rouge, par exemple après migration planétaire, l'exolune serait elle-même située dans la zone habitable, mais sans verrouillage gravitationnel avec la naine rouge. Une telle exolune aurait une orbite stable à la condition que sa période de rotation autour de la planète soit inférieure à environ  $1/9^e$  de la période de rotation de cette même planète autour de son étoile.

Toutefois, une trop grande proximité de l'exolune pourrait conduire à un réchauffement par effet de marée, susceptible d'être trop important, provoquant un emballement de l'effet de serre. Dans notre système solaire, Io, satellite naturel de Jupiter, en est l'exemple parfait. Avec plus de 400 volcans actifs, Io est l'objet le plus géologiquement actif du Système solaire. Cette activité extrême est le résultat d'un réchauffement par effet de marée, dû au frottement engendré à l'intérieur de la lune par ses interactions gravitationnelles avec Jupiter et les autres satellites galiléens - notamment Europe et Ganymède avec lesquelles elle est en résonance orbitale. Ces volcans produisent des panaches de soufre et de dioxyde de soufre qui s'élèvent à plusieurs centaines de kilomètres au-dessus de la surface, puis recouvrent les vastes plaines de la lune d'une couche givrée de matériaux. La composition de l'exolune dépendrait du processus de sa formation:

- ❶ Dans le cas d'une formation in situ autour de la planète massive avant migration planétaire, elle serait constituée d'une majorité de silicates et d'une quantité importante d'eau (tout comme les satellites galiléens).
- ❷ Dans le cas d'une capture orbitale, elle pourrait avoir une composition proche de celle de la Terre.

La taille n'est cependant pas le seul critère rendant la présence de vie improbable autour de ce type



Jupiter et quelques-unes de ses nombreuses lunes: Io, Europe, Ganymède et Callisto. Io possède le volcanisme le plus intense de tout le système solaire

d'étoile. Leurs radiations sont principalement dans l'infrarouge, alors que sur Terre, la photosynthèse utilise la lumière visible. Les naines rouges sont beaucoup plus variables et violentes que leurs cousines plus grandes et plus stables. Elles sont souvent couvertes de taches solaires qui peuvent diminuer jusqu'à 40% la lumière émise pendant quelques mois, tandis qu'à d'autres périodes de gigantesques éruptions solaires doublent leur brillance en quelques minutes. De telles variations endommageraient fortement la vie, bien qu'il soit possible qu'elles stimuleraient l'évolution des espèces en augmentant le taux de mutation et en modifiant rapidement le climat.

Les naines rouges ont cependant un avantage majeur sur les autres étoiles: elles brûlent très longtemps. L'humanité est apparue sur Terre 4,5 milliards d'années après la formation de notre planète. La vie telle que nous la connaissons disposerait de conditions adéquates pour seulement 500 millions à moins d'1 milliard d'années supplémentaires. Au contraire, les naines rouges peuvent brûler des dizaines de milliards d'années. Les réactions nucléaires dont elles sont le siège sont beaucoup plus lentes que celles des plus grosses étoiles. La vie autour disposerait donc de bien plus de temps pour se développer et évoluer. De plus, même si la probabilité de trouver une planète dans leur zone habitable est faible, le nombre total de zones habitables autour des naines rouges est égal à celui des étoiles semblables au Soleil étant donné leur grand nombre.

## La géographie cosmique

Mais le développement de la vie nécessite également un environnement favorable. Les «Bons Jupiters» sont des planètes géantes gazeuses, comme la planète Jupiter de notre Système solaire, qui tournent autour de leur étoile sur des orbites circulaires, suffisamment loin de la zone habitable pour ne pas avoir un effet perturbateur, mais suffisamment proches pour «protéger» les planètes telluriques situées sur des orbites intérieures. Tout d'abord, elles stabilisent les orbites de ces planètes, et par là même leur climat. De plus, elles contribuent à limiter le nombre de comètes et d'astéroïdes qui pourraient causer

des impacts dévastateurs sur une planète abritant la vie. Jupiter tourne autour du Soleil à une distance environ 5 fois plus grande que ne le fait la Terre. C'est à une distance comparable que les scientifiques espèrent trouver des «bons Jupiters» autour d'autres étoiles. Le rôle de Jupiter fut mis en lumière en 1994 lorsque la comète Shoemaker-Levy 9 s'y écrasa. Si la gravité jovienne n'avait pas capturé la comète, celle-ci aurait très bien pu entrer dans le Système solaire intérieur. Aux premiers âges du Système solaire, Jupiter joua un rôle inverse: elle contribua à augmenter l'excentricité des orbites de la ceinture d'astéroïdes. Un grand nombre d'entre eux s'écrasèrent sur Terre et lui fournirent quantité d'éléments volatiles, comme l'eau. Ainsi, alors que les géantes gazeuses sont désormais d'utiles protectrices, elles permirent l'apport de matière indispensable à l'habitabilité.

Des scientifiques ont aussi émis l'hypothèse que certaines zones de la galaxie sont davantage propices à la vie. Le Système solaire dans lequel nous vivons, dans le bras d'Orion, sur un côté de la Voie lactée, est considéré comme étant un emplacement favorable. Très éloigné du centre galactique, il évite certains dangers:

- Il n'est pas dans un amas globulaire.
- Il n'est pas à proximité d'une source active de rayons gamma.
- Il est éloigné du trou noir supermassif communément associé à Sagittarius A\*.
- L'orbite circulaire du Soleil autour du centre galactique ne le fait pas rencontrer un des bras spiraux de la galaxie, où les radiations intenses et la gravitation perturberaient considérablement toute forme de vie.

Un isolement stellaire relatif est en définitive ce dont un système où la vie est présente a besoin. Si le Système solaire était entouré de nombreux systèmes voisins, ceux-ci pourraient déranger la stabilité des orbites (notamment les objets du nuage d'Oort **(1)** et de la ceinture de Kuiper **(2)**, qui pourraient produire des conséquences catastrophiques s'ils étaient déviés vers l'intérieur du Système solaire). Des proches voisins augmentent aussi la possibilité d'être dans la zone fatale d'un pulsar ou d'une explosion de supernova.

Ce qui est fascinant en astronomie, c'est de voir un tel nombre de variables, que rien n'est impossible. Nous n'aurons jamais fini de chercher. 

<sup>(1)</sup> Vaste ensemble d'objets qui formerait la frontière gravitationnelle du Système solaire.

<sup>(2)</sup> Il s'agit d'une ceinture d'astéroïdes, restes de la formation du Système solaire.

## MAIS ENCORE...

### De la vie sur Mars ?

*Perseverance* est sur Mars depuis 2021, il pourrait avoir découvert des traces de microbes fossilisés sur la planète rouge. Une preuve que la vie a existé jadis sur Mars. *Perseverance* se trouvait près de «Cheyava Falls», un rocher en forme de flèche qui était probablement submergé sous l'eau à l'époque où la planète rouge avait des rivières et des océans. Le robot a récolté, le 21 juillet, un échantillon (une carotte) de ce rocher situé dans la «Neretva Vallis», une ancienne vallée fluviale au cœur du cratère Jezero.



### La sonde *Voyager 2* économise son énergie pour survivre jusqu'aux années 2030

L'ordre a été envoyé d'éteindre l'un des instruments scientifiques de la sonde spatiale lancée en 1977. Objectif: garder l'énergie électrique déclinante pour prolonger son espérance de vie. À 20,5 milliards de km de la Terre, *Voyager 2* doit économiser l'énergie. Sa seule source, le générateur thermo-électrique à radio-isotope (RTG), alimenté par une barre de plutonium radioactif, décline progressivement. Aussi, la NASA a décidé d'éteindre le détecteur de plasma (ou spectromètre à plasma), l'un des 5 instruments encore en activité à bord. Le 26 septembre, l'ordre a été envoyé par l'une des antennes du *Deep Space Network* et a mis 19 h pour atteindre la sonde spatiale lancée 47 ans plus tôt, en 1977. Et 19 h plus tard, les contrôleurs de la mission ont reçu la confirmation que l'opération s'était bien déroulée.



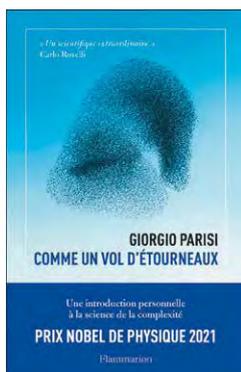
### Un lambda dans l'Espace

La première sortie dans l'espace «privée» de l'histoire a été effectuée par Jared Isaacman, un milliardaire américain. L'aventure spatiale n'est désormais plus l'apanage de la NASA ni d'aucun organisme «officiel», les opérateurs privés y ont désormais pignon sur rue, et c'est ainsi que Jared Isaacman a réalisé la première sortie spatiale privée de l'histoire, lors de la mission *Polaris Dawn* de *Space X*.





## À LIRE



# AGENDA

Le mag scientifique

### • 11/01 AU CINEY EXPO

#### Make it

MAKE IT 2025 est bien plus qu'un simple événement: organisé chaque année par *Technobel*, c'est une expérience unique pour découvrir des activités inspirantes et enrichissantes, accessibles à tous ! Que vous soyez enseignant, étudiant, parent ou passionné de technologie, cette journée vous offrira l'opportunité de plonger au cœur des innovations qui façonnent notre monde. Au programme: la *First LEGO League*, un Repair Café, des animations technologiques et le lancement d'un jeu vidéo innovant.

<https://blog.technobel.be/make-it-2025/>

### • 24/01 AU MUSÉE DES TECHNOLOGIES (EVERE)

Quelle est la technologie qui a changé votre vie ou qui la change au quotidien ? Quel rapport affectif entretenons nous avec certaines technologies et quelle est la place qu'elles occupent dans nos parcours de vie ? *L'Entrela* vous propose une exposition particulière, qui met en scène des technologies matérielles ou immatérielles assorties de leurs récits de vie spécifiques. Concrètement, la visite sera l'occasion de vous balader dans un intérieur d'appartement reconstitué et truffé de technologies à observer, à écouter, à toucher, à essayer ! Une mise en scène à la portée de vos sens, et à la découverte des technologies qui marquent nos vies.

<https://bit.ly/3DRu6Ta>

### • 23-24/01 À NAMUR EXPO

#### SETT (dédié aux enseignants)

Organisé en partenariat avec la Fédération Wallonie-Bruxelles et l'Université de Namur, *Sett*, la 6<sup>e</sup> édition du salon du numérique dans l'enseignement, est reconnu comme journées de formations par l'Institut interréseaux de la Formation Professionnelle Continue (IFPC), *Sett* s'adresse à tous les directeurs, enseignants et conseillers technico-pédagogiques, des plus novices aux plus expérimentés. C'est une véritable vitrine de l'école de demain qui propose 60 formations, 80 exposants et des espaces d'échanges et de démonstrations.

<https://www.sett-namur.be/>

### COMME UN VOL D'ÉTOURNEAUX Giorgio Parisi - Flammarion Éditions

Nous avons tous admiré les figures que dessinent les étourneaux dans le ciel sans nous interroger sur leur genèse. Comment l'ordre émerge-t-il d'un mouvement fluctuant ? Par quel mécanisme une multitude d'oiseaux en interaction locale parviennent-ils à afficher des comportements si subtils à l'échelle globale ? Ces questions, qui s'appliquent aussi aux électrons, aux spins, aux molécules, voire aux neurones, à la foule, aux actions boursières, etc., Giorgio Parisi s'est attelé à les résoudre en contribuant à forger une discipline inédite, qui porte bien au-delà de la physique: la science de la complexité. Dans ce chef-d'œuvre de vulgarisation, le prix Nobel de physique 2021 propose une introduction personnelle à ce nouveau champ tout en détaillant son aventure scientifique. Il nous conte comment, après une thèse sur le boson de Higgs, il s'est spécialisé en physique statistique, à laquelle il a apporté des contributions majeures sur les sujets les plus divers réflexion sur le sens de la science et la force de l'intuition.

### ATHENA 368 Septembre-Octobre 2024

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

Boulevard Cauchy 43-45-47, 5000 Namur  
N° Vert du SPW: 1718 • [www.wallonie.be](http://www.wallonie.be)

#### Abonnement (gratuit)

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

- VIA LE FORMULAIRE SUR NOTRE SITE:  
[recherche.wallonie.be/formulaire-athena](http://recherche.wallonie.be/formulaire-athena)
- PAR COURRIEL À L'ADRESSE:  
[athena@spw.wallonie.be](mailto:athena@spw.wallonie.be)

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

Distribution en Belgique uniquement.

Rejoignez-nous également sur

- <https://athena-magazine.be>
- <https://athena.wallonie.be>
- [Facebook.com/magazine.athena](https://facebook.com/magazine.athena)

#### RÉDACTRICE EN CHEF

Géraldine TRAN  
Ligne directe: 081 77 86 55  
[geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)

#### GRAPHISTE

Nathalie BODART  
Ligne directe: 081 77 86 43  
[nathalie.bodart@spw.wallonie.be](mailto:nathalie.bodart@spw.wallonie.be)

#### IMPRESSION

Initial P  
Ch. de Ruisbroek, 81 à 1190 Bruxelles

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, Jacqueline Remits, Nathan Uyttendale, Geoffrey Van Hecke, Milan Vander Wee-Léonard

#### DESSINATEURS

Alsly, Peter Elliott, Olivier Saive, Vince

#### RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

Jean-François HEUSE  
Inspecteur général

#### ÉDITEUR RESPONSABLE

Lionel BONJEAN  
Directeur général

#### COUVERTURE

Première  
Crédit: © tiero - stock.adobe.com

Quatrième  
Crédit: Polaris via X (vue d'artiste)

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



## Visitez nos sites

<https://athena-magazine.be>

<https://athena.wallonie.be>

<https://recherche.wallonie.be>

## Rejoignez-nous sur

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



Formulaire  
d'abonnement  
(gratuit)