

Société p.18

Réseaux sociaux :
quel impact sur
la santé mentale
des jeunes ?

Dossier p.22

Les hyper-
parents :
qui sont-ils ?



EDIWALL






ÉDITO

Le projet, un moteur qui fait avancer


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



« Il faut le vouloir ». « Le niveau a baissé ». « On est parfois face à un mur ». « Plus rien ne les intéresse »... sont des petites phrases qui sonnent désormais comme des ritournelles. Difficile d'être prof aujourd'hui. Comme il est compliqué aussi, je pense, d'être jeune dans notre société telle qu'elle est. Les sollicitations sont innombrables. Qui deviennent autant de sources potentielles de distraction. Comment se concentrer sur quelque chose plus de quelques minutes avec des « bip », des « chtings », des « bzzzzz » toutes les 5 minutes ??? Et bien, nous avons constaté ces dernières semaines, au sein de notre Direction de la Sensibilisation aux sciences et techniques, que les élèves pouvaient largement mener des projets de bout en bout, avec une motivation, une persévérance et une résilience impressionnantes. Nos 2 concours phares, *L'Odyssée de l'Objet* et *Cansat* en sont les preuves. Le premier voit des élèves du secondaire constituer une équipe afin de créer un objet innovant de l'idée au prototype. Le tout avec l'aide d'un professeur et d'un designer industriel. Ce projet, ils y travaillent toute une année durant. Pendant et en dehors des heures d'école. Sur le plan pédagogique, les objectifs du concours sont multiples: éveiller la créativité et l'esprit d'entreprendre, partir à la découverte scientifique de différentes familles de matériaux nouveaux, durables ou traditionnels, découvrir les contraintes de fabrication d'un objet et du design industriel, s'ouvrir à l'éco-responsabilité ou encore, développer des compétences de travail en

groupe. La récompense, outre les prix tangibles, c'est d'avoir conçu un objet utile et innovant de A à Z. Il est d'ailleurs arrivé que des équipes déposent un brevet ! Un autre concours destiné cette fois aux élèves à partir de 16 ans, a connu son épilogue fin avril: *Cansat*. Le but du jeu: concevoir un micro-satellite de la taille d'une cannette de soda. Il doit remplir 2 missions: mesurer la température et la pression et une mission secondaire à inventer par l'équipe. Ils doivent également construire leur propre antenne afin de recevoir les données émises par leur satellite lorsque celui-ci sera envoyé dans les airs par une micro-fusée. On retiendra, pour cette 9^e édition belge, un nombre record d'inscriptions à ce concours qui fait appel à de nombreuses compétences scientifiques, techniques et humaines ! Les gagnantes de cette année, 4 étudiantes de 16 ans du Collège Saint-Pierre de Uccle, s'envoleront dans quelques semaines pour défendre nos couleurs noir, jaune, rouge lors de la finale européenne. Rien que ça ! Sans aucun doute, la pédagogie par projet porte ses fruits et offre de nombreux avantages, tant pour le jeune que pour l'enseignant. Tout le monde en sort gagnant ! C'est aussi une fierté pour nous de voir tant de créativité, de motivation, de teamspirit, de progrès dans les différents apprentissages ! N'hésitez pas à aller jeter un oeil sur les sites Internet ou pages *Facebook* pour en savoir plus. Même si vous avez déjà de quoi lire dans ce numéro, qui sent les barbecues et les petits vins blancs en terrasse ! Bonnes lectures... 



 lodyseedelobjet.wallonie.be

lodyseedelobjet.be

recherche.
[wallonie.be/
Cansat-Belgium](http://wallonie.be/Cansat-Belgium)

[facebook.com/
CanSat.Belgium](https://facebook.com/CanSat.Belgium)



SOMMAIRE

Le mag scientifique

361

Mars-Avril 2023



- 4 **Actualités** • Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Wall'Innove Tour** • Meurens Natural
- 12 **Technologie** • Le plastique, c'est (pas) fantastique ? (1^e partie)
- 16 **L'ADN de...** • Olivier LORGE, Forgeron
- 18 **Société** • Réseaux sociaux: quel impact sur la santé mentale des jeunes ?
- 22 **Dossier** • Les hyper-parents: qui sont-ils ?
- 28 **Colombe** • Aussi barje que *Barje*, elle nous partage son regard acéré sur l'actu scientifique
- 29 **Curiokids** • Mimétisme ou l'art d'arnaquer les autres
- 33 **Mathématiques** • Quand les maths se mettent en train
- 35 **Santé** • Plan prometteur anti-métastases: brouiller les radars
- 39 **Qui est-ce ?** • Linda BUCK
- 41 **Internet** • *Twitch & Discord*: les streamers du Web
- 45 **Chimie** • La découverte de la streptomycine
- 47 **Biologie** • Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 51 **Physique** • Controverse électrique
- 53 **Espace** • Quoi de neuf dans l'espace ?
- 54 **Astronomie** • Petite balade tête dans les étoiles
- 56 **Espace** • JUICE: vers l'accès à un mini système planétaire
- 59 **Agenda** • À voir, à tester, à cliquer, à lire...

ACTUS

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

PHOTOS : ©PRB ARTS - STOCK.ADOBE.COM (P.4), ©DRPHOTO - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © ZHU DIFENG - STOCK.ADOBE.COM (P.5),
© RIJKSARCHIEF (P.6), © FERNANDO - STOCK.ADOBE.COM (P.7), © IGRETEC (P.7), SYNAPSE 3D (P.8)

Des «robots vivants» à l'UNamur !

Si l'on vous parle de robots, il y a fort à parier que l'image qui vous vienne à l'esprit soit celle d'un androïde sophistiqué. À moins que vous ne pensiez à un de ces appareils qui s'invitent dans notre quotidien, comme les aspirateurs autonomes. Bref, vous songerez avant tout à une machine, faite de câbles et de puces électroniques, et non à un être vivant. Aujourd'hui, pourtant, la frontière entre les 2 est de plus en plus mince, et le projet européen BABots (pour *Biological Animals roBOTS*), coordonné par le Pr Elio Tuci de l'Université de Namur, n'est guère fait pour rétablir un semblant de clarté. Il ambitionne en effet d'utiliser *Caenorhabditis elegans* (souvent abrégé *C. elegans*), un petit ver nématode d'1 mm de long, afin d'en reprogrammer le système nerveux pour effectuer de nouvelles tâches.

À l'heure actuelle, et en dépit des progrès de la miniaturisation, aucun laboratoire n'est capable de produire un robot à la fois suffisamment petit et doté de dispositifs de perception ou de traitement de l'information. Les chercheurs se sont alors demandés s'ils ne pouvaient pas utiliser directement ce que produit la nature. *C. elegans* est bien connu de nombreux laboratoires: non sentant et ne ressentant pas la douleur, ce ver est utilisé depuis les années 60 comme organisme modèle pour l'étude des neurones ou de la génétique. Par exemple, il a déjà été modifié génétiquement afin d'agir comme biosenseur, en s'illuminant au contact de divers polluants.

Ici, les chercheurs espèrent aller encore plus loin et remanier des pans entiers de leur système nerveux. Dans un premier temps, le projet consistera alors à reprogrammer ces animaux afin de leur permettre de détecter et éliminer des pathogènes comme des bactéries (leur nourriture préférée). Mais l'ambition réelle de BABots est de tester ces organismes dans des environnements strictement contrôlés comme l'agriculture verticale, afin de protéger les plantes contre des pathogènes spécifiques.

Ces «vers élégants» présentent l'avantage d'être faciles à alimenter, à reproduire et éventuellement à dégrader si nécessaire. Ils disposent d'un haut degré de flexibilité et de sophistication, ainsi que d'une sensibilité, d'une agilité et d'une compatibilité avec les autres organismes vivants bien supérieures à n'importe quelle machine. Ils sont en outre dotés d'une capacité de coopération qui intéresse grandement les scientifiques, qui espèrent pouvoir également agir sur cette propriété et ainsi faire émerger de nouveaux comportements. À long terme, ce programme ambitionne de démontrer l'utilité des BABots dans des domaines aussi variés que la distribution de fertilisants, la délivrance de médicaments directement dans le corps humain ou l'assainissement des eaux usées.

Alors s'agit-il d'animaux, de robots, ou des 2 ? En réalité, ce projet touche là aux limites du vivant, ce que l'on nomme la biologie synthétique. Cette discipline a pour ambition de fabriquer des xénobots, c'est-à-dire des organismes qui n'existent pas sur terre, à partir d'éléments vivants. Ainsi, si *C. elegans* existe à l'état naturel, le ver modifié par les chercheurs sera, lui, une nouvelle création, capable d'un comportement nouveau qui n'existait pas auparavant. Si des xénobots existent déjà en laboratoire, l'utilisation d'organismes aussi complexes est une première.

Tout ceci soulève de grandes questions éthiques et juridiques quant aux limites de ce qui est naturel ou non, et de ce qu'un laboratoire ou une firme peut s'approprier. C'est pourquoi ce projet comportera une équipe qui travaillera sur la conception d'un cadre éthique, qui analysera en profondeur les implications par rapport aux règles actuelles autour de la brevetabilité du vivant. Outre l'UNamur, ce projet multidisciplinaire fera appel à des organismes prestigieux comme le Département de neurobiologie médicale de l'Université hébraïque de Jérusalem, ou encore l'Institut Max Planck de neurobiologie du comportement et celui du comportement animal. ^A

 www.babots.eu

L'ACTU DES LABOS

Un antibiotique dans le lait de lune

Contrairement à son nom, le lait de lune ne provient pas de notre satellite naturel. Il s'agit d'un dépôt pâteux que l'on retrouve fréquemment dans les grottes calcaires, et qui est utilisé dans la médecine traditionnelle humaine et vétérinaire comme agent anti-infectieux. Nombre de nos antibiotiques utilisés aujourd'hui ont une origine naturelle, et c'est pourquoi des chercheurs du centre d'ingénierie des protéines de l'Université de Liège ont eu la curiosité d'en analyser la flore microbienne. Leurs échantillons, récoltés dans les grottes wallonnes du plateau condrusien, ont mis en évidence divers actinomycètes, une classe de bactéries à l'origine de plusieurs de nos antibiotiques actuels. Mais la véritable surprise est venue de l'analyse de leur génome, qui a révélé plusieurs séquences codant pour des molécules encore inconnues.

En collaboration avec HEDERA-22, une spin-off de l'ULiège spécialisée dans la découverte et la production de biomolécules d'intérêt thérapeutique, des bactéries ont été extirpées de leur milieu naturel et mises en culture. Ces travaux ont permis d'obtenir un premier antibiotique, la lunaemycin, qui présente des propriétés intéressantes, notamment contre les bactéries Gram-positives multi-résistantes. De nombreux tests doivent encore être menés pour évaluer si cet antibiotique sera un jour exploitable, mais ces travaux sont d'ores et déjà bienvenus dans la course perpétuelle aux nouvelles molécules antibactériennes. **A**

 www.uliege.be

Le gaz qatarien sensible aux marées noires

Situé sur la côte Est de la péninsule arabique, le Qatar fait face au Golfe Persique. Première réserve mondiale de pétrole, cette mer est aussi une des plus polluées de la planète. En moyenne, entre 100 000 et 160 000 tonnes d'or noir y sont accidentellement déversées chaque année. Or, le Qatar est aussi extrêmement aride et dépend presque exclusivement de la désalinisation de l'eau de mer pour ses apports en eau potable. Une équipe de chercheurs de l'UCLouvain a mis en évidence qu'en cas de pollution, la protection des stations de désalinisation entraînera également une grande perturbation, voire la fermeture des ports. Une affaire sensible alors que la guerre en Ukraine a contraint l'Europe à trouver des alternatives au gaz russe en se tournant notamment vers le gaz qatarien acheminé par méthanier. **A**

► **T. Anselain et al., *Nature Sustainability*, 2022.**



Un sablier au cœur des neurones

Contrairement aux autres espèces, le cerveau humain se développe lentement. Jusqu'à plusieurs années lui sont nécessaires afin d'atteindre sa pleine maturité. Mais qu'est-ce qui décide de la durée de développement des neurones eux-mêmes ? Car qu'ils soient cultivés in vitro ou greffés dans un autre organisme, les neurones gardent la vitesse de développement propre à leur espèce. Une équipe de chercheurs de l'ULB et de la KU Leuven s'est penchée sur ce problème en ciblant spécifiquement les mitochondries, de petits organites qui jouent le rôle de centrale d'énergie de nos cellules. Les biologistes ont alors découvert que ces dernières jouent un rôle de «sablier intracellulaire», via le métabolisme du glucose et leur activité oxydative. Ces recherches ouvrent la voie à des techniques de maturation plus rapides des neurones en laboratoire, un gain de temps considérable pour l'étude des maladies neurologiques. **A**

► **Iwata et al., *Science*, 2023**

Une charte scellée restituée à la Belgique

La restitution par les musées d'objets du patrimoine à leur pays d'origine ne concerne pas que les cas emblématiques liés au passé colonial ou à des sites comme le Parthénon en Grèce. Une charte scellée datant de 1176 a été rendue à la Belgique par le *Metropolitan Museum* de New York. Anciennement conservée à l'Abbaye de Messines, elle avait disparu pendant la première Guerre Mondiale lors de la destruction du bâtiment, avant son acquisition par le musée en 1923.

La restitution de ce document a été possible grâce à Jean-François Nieu, professeur au Département d'Histoire de l'Université de Namur. Il intéresse tout particulièrement le chercheur car il est muni du sceau de Philippe d'Alsace, Comte de Flandre entre 1157 et 1191, montrant ainsi pour la première fois ses armoiries. De plus, il constitue un témoignage important du statut dont bénéficiaient les hauts-fonctionnaires qui entouraient le Prince, en détaillant une dotation du Comte au grand administrateur Robert d'Aire, puis transmise à son successeur, Gérard de Messines. La charte sera conservée aux Archives de l'État à Bruges, avec les documents rescapés de l'Abbaye. **A**

 www.unamur.be



En Bref

Selon une étude internationale menée par l'Université du Queensland et à laquelle l'ULiège a participé, 65% de la faune et de la flore de l'Antarctique sont menacées par le réchauffement climatique. Parmi les plus vulnérables, les manchots empereurs, suivis d'autres oiseaux de mer et des nématodes. Pourtant, 84% d'entre eux pourraient être protégés pour un coût annuel de seulement 23 millions de dollars.

► **Lee JR et al., *PLoS Biol*, 2022**

En Antarctique, la chasse aux météorites d'une équipe internationale menée par Vinciane Debaille a été couronnée de succès, avec notamment la découverte d'une météorite de 7,6 kg en provenance de la ceinture d'astéroïdes et tombée sur Terre il y a des dizaines de milliers d'années.

 www.ulb.be

Jusqu'à présent, l'immunothérapie ciblant les lymphocytes T régulateurs afin de lever l'immunosuppression, développée par l'Institut de Duve, n'avait donné des résultats que contre les tumeurs solides. Une nouvelle étude révèle que cette technique est également efficace dans le cas de certains cancers du sang, notamment difficiles à traiter.

► **S. Lecomte et al., *Blood*, 2023**

Que ce soit en génétique, en agriculture ou en intelligence artificielle, l'analyse de grands ensembles de données est une discipline critique, mais qui présente encore certaines limitations. Grâce à l'obtention d'un ERC Consolidator Grant de près de 2 millions d'euros, le projet Elinor de l'Université de Mons vise ainsi à améliorer ces systèmes d'analyse, en changeant leur façon de fonctionner pour une fiabilité accrue.

 www.umons.be

Des senseurs innovants pour la qualité de l'eau

La préservation des ressources en eau douce est un des enjeux cruciaux des prochaines années. C'est d'ailleurs un des principaux axes du *Green Deal* européen, qui fixe un objectif de zéro pollution des sols, de l'air et de l'eau à l'horizon 2050. Pour y parvenir, le projet IBAIA, coordonné par le CNRS en France et auquel est associé l'Université de Mons, vient de recevoir un financement de 4,7 millions d'euros pour la conception de nouveaux senseurs. Ce projet, étalé sur 4 ans, prévoit ainsi de développer des capteurs optiques et à infrarouge capables à la fois de détecter les microplastiques, les polluants organiques, les engrais et les métaux lourds, tout en mesurant la salinité de l'eau. Le but est de développer un dispositif unique, fabriqué en Europe et facilement utilisable par tous, pour un résultat à grande échelle. **A**

 www.ibaia.eu



L'ACTU DES ENTREPRISES


Des plastiques verts à base d'amidon de pois

Le pois est aujourd'hui omniprésent dans les produits de substitution aux aliments carnés, grâce à ses protéines faciles à extraire et riches en acides aminés essentiels. Steaks végétaux, barres protéinées, produits laitiers, tout y passe. Cependant, le pois contient aussi beaucoup d'amidon, considéré comme un déchet faute de débouchés. Lancée en 2020, la start-up wallonne *PolyPea* s'est emparée de cette problématique, avec l'ambition de développer des bioplastiques biosourcés. Pari remporté, puisque la société a réussi à créer un film hydrosoluble et biodégradable à 100%, pour les sachets de capsules de détergents pour lave-vaisselle ou machine à laver. Désormais, la jeune pousse cherche à travailler la résistance mécanique de son produit, pour éventuellement l'étendre à d'autres applications industrielles, comme des emballages multicouches de paquets de chips ou des enrobages de semences. **A**

 <https://polypea.wordpress.com>

120 maladies graves détectées dès la naissance

Quelques jours après leur naissance, tous les bébés nés en fédération Wallonie-Bruxelles sont soumis à un prélèvement de quelques gouttes de sang. Ce test, dit de Guthrie, permet de dépister 19 maladies graves, comme par exemple l'hypothyroïdie congénitale ou la mucoviscidose, et de les prendre en charge rapidement. Or, depuis quelques mois, le CHU de Liège et le CHU-Citadelle ont lancé le programme *Baby Detect*, destiné à dépister jusqu'à 120 maladies graves et traitables chez le nouveau-né. Selon le même principe, seules quelques gouttes de sang supplémentaires sont nécessaires, ainsi qu'un consentement des parents pour l'utilisation de données récoltées en faveur de la recherche. 900 tests ont déjà été réalisés, avec pour objectif de prendre en charge ces pathologies le plus tôt possible. À l'avenir, les 2 hôpitaux prévoient d'augmenter encore le nombre de maladies détectées. **A**

 <https://babydetect.com>



Gosselies, berceau wallon de la Biotech

La firme américaine *Calatent* a inauguré à Gosselies une nouvelle usine pour la fabrication de plasmides d'ADN. Aujourd'hui, de nombreuses thérapies et recherches utilisent ces molécules, base des vaccins à ARNm, ou dans des vecteurs viraux susceptibles d'amener un gène directement au cœur de la cellule. Mais leur fabrication est complexe et nécessite des équipements spécifiques, notamment des salles blanches afin que les échantillons ne soient pas contaminés par de l'ADN issu de l'environnement.

Cette nouvelle usine vient grossir les rangs des entreprises de biotechnologies présentes à Gosselies, particulièrement actives dans ce secteur. Le 13 décembre dernier déjà, la ville lançait le chantier du projet immobilier *Biotech 5* (voir photo ci-dessous), qui devrait accueillir le *EU Biotech Campus* en 2025. Il sera à la fois un centre de formation et un accélérateur d'entreprises destiné à soutenir l'activité de la réputée *Biotech Valley* wallonne. **A**

 <https://www.catalent.com>

Une 500^e greffe de foie pédiatrique

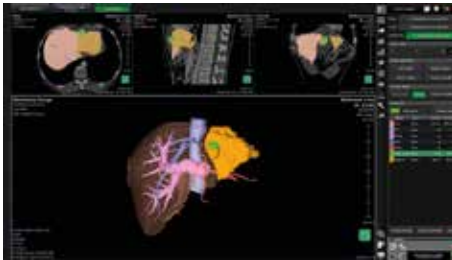
En janvier 2022, les cliniques universitaires Saint-Luc réalisaient leur 500^e greffe hépatique pédiatrique par donneur vivant. Un an plus tard, l'enfant greffé se porte très bien. La technique consiste à prélever 20% du foie d'un adulte, un volume qui s'inscrit bien dans la cavité abdominale de l'enfant.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

 <https://www.saintluc.be>

La 3D à la rescousse dans le traitement du cancer du poumon

Retirer une tumeur est toujours une opération délicate, qui demande au chirurgien de préparer minutieusement son geste. La clinique Saint-Jean est le premier hôpital bruxellois à se doter de SYNAPSE 3D, un outil de reconstruction virtuelle. Avant d'opérer, le chirurgien charge ainsi les scanners thoraciques du patient dans le logiciel, lequel génère alors de manière quasi autonome une reconstruction précise de l'arborisation bronchique et vasculaire du poumon. Le médecin peut alors planifier beaucoup plus précisément les sections et résections nécessaires, préservant un maximum les tissus sains tout en diminuant les complications ultérieures. **A**

 www.clstjean.be



Le recyclage des radioéléments

Si la Belgique est un des principaux fournisseurs de radioéléments pour le domaine médical, cette industrie entraîne également la production de résidus radioactifs difficiles à traiter. L'Institut National des Radio-éléments vient de donner le coup d'envoi au projet RECUMO, afin de traiter ces déchets directement sur place, une première en Europe. Ils seront transformés en uranium faiblement enrichi, qui pourra être à nouveau utilisé comme combustible dans des réacteurs de recherche ou comme cible pour la production de nouveaux isotopes. Ce projet devrait être opérationnel en 2025. **A**

 www.sckcen.be

La Belgique parmi les champions de l'innovation

La grand-messe de toutes les entreprises de la tech, le *Consumer Electronic Show (CES)* de Las Vegas, s'est achevée le 8 janvier dernier. Et la Belgique n'est pas repartie les mains vides: elle a reçu un *Innovation Champion Award* de la part de la *Consumer Technology Association*, qui représente l'industrie technologique grand public américaine. Cette distinction est destinée à offrir un coup de projecteur aux pays dont l'écosystème est favorable à l'innovation, en se basant sur divers critères comme l'accueil des autorités, le système fiscal ou encore les rapports hommes-femmes sur le lieu de travail. Fidèle au CES depuis 2018, l'AWEX, l'agence wallonne aux exportations, était encore présente cette année avec 15 PME et start-ups. **A**




En Bref

Après 2 années d'expérimentations et des données recueillies grâce aux utilisateurs de l'assistant d'aide à la conduite *Coyote*, la firme a identifié 22 000 virages dangereux en Belgique. Informés en amont, les usagers peuvent alors adapter leur conduite. Depuis 2019, la vitesse moyenne dans les virages a diminué de plus de 10%.

 <https://www.coyotesystems.be>

La société française *Algama*, pionnière dans la création d'ingrédients à base de microalgues, va ouvrir une usine à Grâce-Hollogne. L'installation de cette bioraffinerie s'inscrit dans un contexte de transition pour l'industrie agroalimentaire, qui cherche des sources de protéines plus respectueuses de l'environnement.

 <https://algamafoods.com>

Les «*Factory of the Future*» de Wallonie accueillent 2 nouveaux membres: l'entreprise *Spa Monopole*, qui embouteille l'eau de Spa, et *Puratos*, groupe international actif dans les ingrédients alimentaires. Ce titre est valable 3 ans et distingue les sociétés pour leur rôle d'exemple et de catalyseur dans la région.

 <https://www.digitalwallonia.be>

Le Gouvernement bruxellois a décidé de réorienter les 50 millions d'euros d'aides à la recherche vers le développement et l'innovation d'*Innoviris*, l'Institut d'encouragement de la recherche scientifique, vers des projets exemplaires sur le plan social et environnemental, afin d'accélérer la décarbonation de l'économie de la capitale.

 www.innoviris.be

INTERVIEW

Ce que les jeunes pensent du climat

L'UCLouvain a mené l'enquête auprès de jeunes Belges de 15 à 24 ans pour interroger leur perception de l'avenir en lien avec la crise climatique, afin de faire des propositions sur les stratégies de communication. Loup Ducol, assistant de recherche à l'UCLouvain, revient sur ce rapport tout en nuances.

Dans quel but a été menée cette enquête ?

Ce travail a été commandé par le Conseil Fédéral du Développement Durable suite au traitement médiatique important des manifestations de la jeunesse en 2018. Nous souhaitons ainsi voir l'image et la place qu'occupe la transition dans leurs perspectives d'avenir.

Quels sont les principaux enseignements que vous en tirez ?

La société a tendance à mettre tous les jeunes dans le même panier, ce qui n'a pas de sens. En travaillant plus finement, on s'est par exemple rendu compte que les classes sociales jouent un grand rôle. Ceux qui se disent les plus engagés sont également les plus favorisés. Les jeunes précaires sont moins motivés par ces questions.


Ensuite, nous avons créé des personae, c'est-à-dire des catégories archétypales, non pas pour les y enfermer, mais pour mieux communiquer. On ne s'adresse pas de la même manière à un jeune

hyper-optimiste qu'à un super-angoissé, car plus d'informations ne mène pas à l'action. En outre, la communication catastrophiste n'est aujourd'hui guère pertinente.

Pour une communication efficace, les réseaux sociaux semblent cruciaux aujourd'hui...

Il s'agit bien sûr d'un canal important si on veut s'adresser aux jeunes, mais il ne faut pas surestimer son impact. D'autres canaux efficaces, comme l'école ou la télévision, ne doivent pas être oubliés.

La fin de votre rapport reproduit plusieurs de leurs réponses ouvertes, dans quel but ?

À notre surprise, nombreux sont ceux qui se sont emparés de cette occasion pour s'exprimer sur le sujet, avec des propos souvent pleins de bon sens. Il s'agit d'une problématique importante, et il ne faut pas laisser une fracture s'installer entre la jeunesse et le reste de la société. On doit leur laisser la possibilité de prendre la parole. 



Lire le rapport complet :

<https://uclouvain.be/fr/instituts-recherche/ilc/miil/jeunes-climat.html>

DATA

80%

C'est le pourcentage vertigineux de diminution des insectes en Europe et ailleurs, depuis la fin des années 1980. Différentes études ont corroboré ce chiffre au fil du temps. La dernière en date est une expérience de science participative au Royaume-Uni publiée en décembre 2022. Des automobilistes ont accepté d'installer un petit écran à côté de leur plaque d'immatriculation permettant de compter le nombre d'impacts d'insectes. Cette technique, nommée test du pare-brise, rappellera sans doute à ceux d'entre nous qui pouvaient déjà conduire dans les années 90 l'état de leur voiture après un voyage entre 2 champs. Cette diminution est d'autant plus inquiétante qu'elle touche tous les milieux, même les réserves naturelles et les forêts. Les activités humaines, et notamment l'agriculture intensive, sont jugées responsables de ce déclin massif.

► Seibold et al., *Nature*, 2019



COUP D'CRAYON

OLIVIER SAIVE

Puisqu'ils sont destinés à accueillir leur descendance, les oiseaux ont des critères drastiques quant aux matériaux sélectionnés pour construire leur nid. Confort, camouflage, solidité... Et peut-être aussi un brin de couleur tendance ? Selon une étude parue en janvier, des ornithologues ont suivi une population de mésanges sauvages, en mettant à leur disposition des morceaux de laine de différentes couleurs. Ils ont alors constaté que les oiseaux s'influencent entre eux et qu'une seule couleur, différente chaque année, se retrouve dans la majorité des nids ! Quant à savoir qui donne le « la », les chercheurs supposent que ce sont les individus les plus âgés, qui sont imités ensuite par les plus jeunes.

► Sally Vistally et al., *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2023

WALL'INNOVE TOUR: arrêt sur MEURENS NATURAL

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

PHOTOS : JANNOOND28/FREEPIK + PHOTOMONTAGE (P.10), ©MEURENS NATURAL/FLOQUET J. (P.11)



meurens
natural

CARTE

D'IDENTITÉ

CRÉATION: 1994

SIÈGE SOCIAL:
Rue des Martyrs, 21
4650 Herve

**SECTEUR
D'ACTIVITÉS:**
Hydrolyse de céréales

**MEMBRES
DE L'ÉQUIPE:**
85

CONTACT:
087 69 33 40

contact@meurensnatural.com

[meurensnatural.com](https://www.meurensnatural.com)

Il était une fois...

Une entreprise familiale pionnière du bio, reconnue aujourd'hui comme le spécialiste européen de l'hydrolyse de céréales. C'est l'histoire d'une reconversion industrielle réussie par un frère et une sœur, Bruno et Bénédicte Meurens, qui ont œuvré avec ténacité et intelligence pour faire évoluer cette société, au départ traditionnelle, en entreprise innovante. «Notre grand-père a créé la Siroperie Meurens en 1935 pour transformer les pommes et les poires du Pays de Herve en sirop, commence Bénédicte Meurens, Co-CEO. Dans les années 80, notre père et ses frères ont commencé à la diversifier, notamment parce qu'il existait une demande pour du sirop de céréales. C'était un processus très différent.» En 1994, les dirigeants

revendent les parts de la société qui fabrique le sirop de Liège et recréent *Meurens Natural* pour se concentrer sur l'hydrolyse de céréales biologiques. Ils se diversifient avec la création d'une 2^e gamme, en produits naturels, avec une matière première conventionnelle. Depuis lors, la société s'est donné pour mission de transformer des céréales et des fruits séchés en ingrédients biologiques et naturels pour des entreprises du secteur agroalimentaire. En 2014, Bruno et Bénédicte reprennent les rênes. «*Au quotidien, nous produisons des ingrédients agroalimentaires biologiques, naturels et non-raffinés provenant d'une transformation respectueuse de la matière première et de l'environnement. Ces produits innovants sont utilisés pour leur pouvoir sucrant qui apportent goût, couleur, croquant, viscosité et enrobage aux productions de nos clients de l'agroalimentaire. Ils répondent aux besoins d'une large variété d'applications telles que les biscuits, barres, boissons végétales, yaourts, glaces et chocolats.*»

Meurens Natural dispose aujourd'hui de 2 sites de production, à Herve et Thimister-Clermont. L'entreprise a enregistré une évolution annuelle moyenne de 24% au cours des 5 dernières années et a atteint un chiffre d'affaires de plus de 80 millions d'euros en 2022, dont 80% à l'exportation en Europe, mais aussi aux États-Unis, en Asie et en Australie. Elle emploie actuellement 85 personnes. «*Nous avons grandi au niveau de l'engagement de personnel de manière importante. L'apprentissage chez nous est*



constant. Nous sommes soucieux de l'avenir et de l'environnement. Être pionnier du bio rend notre société unique.»

Meurens Natural a pour ambition de poursuivre sa croissance par le développement de nouvelles catégories de produits innovants et durables, la conquête de nouveaux marchés et secteurs d'applications, le tout en investissant dans de nouvelles technologies pour compléter son outil de production. Elle a été élue «Entreprise de l'Année®» 2022 par Ernst & Young, pour sa croissance fulgurante dans des produits bio et à haute teneur en innovation. «Nous avons réussi une reconversion industrielle, a souligné Bruno Meurens lors de la cérémonie de remise du prix. Nous sommes partis de produits très traditionnels pour aller vers des produits très innovants. C'est hors du commun en Wallonie. Nous sommes le subtil mélange d'une tradition familiale et d'un savoir-faire industriel en agroalimentaire, développé depuis plus de 100 ans. Les résultats enregistrés nous démontrent aujourd'hui que nous avons eu raison de prendre les risques que nous avons pris en tant qu'entrepreneurs.»

...l'envie d'innover

Depuis près de 30 ans, Meurens Natural développe un savoir-faire unique en bio grâce à l'originalité de son procédé de production et à la variété des matières premières transformées qui figure parmi les plus larges au niveau européen. L'innovation est au cœur de sa réussite. Son savoir-faire repose sur la capacité à hydrolyser une large variété de matières premières biologiques et conventionnelles: riz, avoine, blé, manioc, épeautre, maïs, orge malté, dattes, figues, pruneaux, etc., au départ de la farine, et non uniquement de l'amidon comme en glucoserie industrielle. Dans le cadre d'un procédé de transformation propre, simple et respectueux de l'environnement, l'hydrolyse de la farine présente de nombreux atouts comme l'absence d'additifs chimiques utilisés par la grande industrie sucrière ou glucosière. «Il n'est pas nécessaire d'utiliser

des procédés de transformation conventionnels tels que l'utilisation de résines échangeuses d'ions pour la déminéralisation de jus sucrés ou de jus de fruits. La traçabilité est complète de la matière première au sirop.» Outre les procédés, les produits sont aussi très innovants.

L'usine, entièrement automatisée, est à la pointe de la technologie. Depuis 2007, l'enveloppe globale des investissements se monte à 35 millions d'euros. «Depuis 4 ans, nous avons doublé la capacité de production avec 4 lignes, 2 à Herve et 2 aux Plénesses. Dernièrement, nous avons investi dans une ligne de protéines végétales. Pendant notre production de sirop de céréales, on obtient un coproduit, riche en protéines, que nous distribuons aux agriculteurs de la région pour l'alimentation animale. Nous avons développé un process afin de pouvoir utiliser ce coproduit à la place d'une matière première et d'en extraire un concentré de protéines pour répondre à la tendance d'aller vers les protéines végétales plutôt qu'animales. On réutilise un déchet noble pour refaire un ingrédient.» Innover encore et toujours, tel est l'objectif premier de Meurens Natural. «Nous avons été les premiers à sortir de nouvelles céréales, de nouveaux concepts de produits, précise Bénédicte Meurens. Pour ce faire, nous avons mis sur pied une cellule de Recherche et Développement entièrement dédiée à la mise au point d'ingrédients sur-mesure. Notre équipe de 5 personnes en R&D essaie constamment de trouver de nouvelles céréales ou de nouvelles matières premières qui vont permettre de nouvelles applications, de nouvelles fonctionnalités pour le secteur des ingrédients. La moitié de notre chiffre d'affaires de 2021 provenait des innovations des 7 dernières années.»



QUI EST BÉNÉDICTE MEURENS, CO-CEO ?

Diplômée en sciences commerciales et financières de HEC Liège en 1999, Bénédicte Meurens décide de se perfectionner en langues, en Italie d'abord, aux Pays-Bas et en Flandre, ensuite. Elle entame son parcours professionnel en 2000 chez Belgacom. Un an plus tard, elle rejoint Henkel comme manager sales et marketing pour les produits d'entretien. «J'y ai appris le fonctionnement des grandes sociétés. D'un côté, une certaine rigueur, de l'autre, une certaine lourdeur. Une expérience intéressante pour mon métier actuel puisque certains de nos clients font partie de ce type de groupes. Cela m'a donné l'envie de rejoindre l'entreprise familiale, une structure plus petite, plus flexible, un peu plus spontanée.» Ce qu'elle fait en 2005 comme manager sales et marketing. En 2014, elle reprend les rênes de l'entreprise en tant que Co-CEO avec son frère Bruno. «Nous sommes assez complémentaires, c'est notre force. Nous avons le même grade académique, mais je m'occupe plutôt du quotidien, sales et marketing avec un œil sur la partie qualité R&D, tandis que mon frère est plutôt du côté finances et achats avec un œil sur la production et les investissements. En général, on tombe toujours d'accord.» Pour décompresser, Bénédicte pratique un peu de jogging, de padel, lit et voyage dès qu'elle le peut.



1^e partie

Le plastique, c'est (pas) fantastique ?

Le 7 octobre dernier, *GreenWin* (1) et *Plastiwin* (2) notamment organisaient, à Namur, une journée de conférence dédiée à la circularité et à l'écoconception - soit le fait d'intégrer des critères environnementaux dès les prémices de la conception - des plastiques. Cet évènement s'inscrivait dans le cadre de la stratégie d'économie circulaire «*Circular Wallonia*» et de la démarche «*Circular Design in Plastics*». Fondamentaux, concepts clés et défis de la plasturgie circulaire sont quelques-uns des thèmes abordés au cours de ce colloque riche en informations et en échanges. Mais attardons-nous tout d'abord sur l'atome que l'on retrouve dans tous les plastiques, le carbone, et voyons ce qu'il a de si particulier

TEXTE : VIRGINIE CHANTRY - VIRGINIE.CHANTRY@GMAIL.COM

PHOTOS: ©SHERLESI - STOCK.ADOBE.COM (P.12), ©ARTOFINNOVATION - STOCK.ADOBE.COM (P.13), ©ARSENII - STOCK.ADOBE.COM (P.14), ©VINK FAN - STOCK.ADOBE.COM (P.15), ©ROBOTISE (P.15)

Le plastique fait partie intégrante de notre quotidien: vêtements, jeux, emballages, ustensiles de cuisine... On le retrouve partout. Savez-vous que le mot «plastique» provient du latin *plasticus* et du grec ancien *plastikos* qui signifie «relatif au modelage» ? En ce qui nous concerne, l'adjectif plastique fait référence à une propriété de la matière, celle d'être modelable, alors que le substantif désigne un matériau organique que l'on peut mouler, modeler en une forme particulière selon son usage. La circularité, idée selon laquelle rien ne doit être jeté, implique que tout produit en fin de vie doit entrer dans une nouvelle boucle économique ou dans un nouveau cycle de vie, défini comme l'ensemble des étapes par lesquelles passe un produit, de sa conception jusqu'à la fin de sa vie (incluant extraction des matières premières, production, distribution et utilisation notamment). Quant à l'économie circulaire, il s'agit d'un modèle consistant à limiter l'utilisation des ressources, la production de déchets et l'impact sur l'environnement au cours de ce cycle.

À l'heure actuelle, toutes les matières plastiques reposent sur la chimie du carbone, C en symbole chimique. S'il est vrai qu'utiliser cet atome pour créer des matériaux constituait un gage d'innovation dans les années 80, la tendance s'est complètement inversée depuis et le carbone semble avoir obtenu le statut «d'ennemi public numéro 1»: il faut décarboner à tout prix. Selon Aurore Richel, Professeure de chimie à l'ULiège sur le site de Gembloux Agro-Bio Tech et première experte intervenante de la journée dédiée à la plasturgie circulaire, il y a confusion. Dans la tête du grand public, carbone rime avec

«pollution» et «fossile». C'est pourtant réducteur, le carbone étant au cœur de la chimie du vivant et de synthèse.

Back to basics

Quatrième atome le plus abondant dans l'Univers après l'hydrogène, l'hélium et l'oxygène, le carbone n'est pas très foisonnant sur Terre, où il occupe la 15^e place. Mais il est indispensable à la vie sur notre planète. Il existe sous diverses formes en proportions différentes. La plus abondante (plus de 99,9%) est le carbone minéralisé emprisonné dans les roches (diamants, graphite) ou les sédiments et donc difficilement accessible. Ensuite, avec 0,05%, vient le dioxyde de carbone, ou CO₂, issu de la respiration des êtres vivants et de la combustion des énergies fossiles. On le retrouve dans l'atmosphère mais également dans les plans d'eau sous forme dissoute. Le carbone fossile (charbon, gaz naturel, pétrole...) provient de tout ce qui est mort et est présent à hauteur de 0,003%. Enfin, le moins abondant avec 0,001% est le carbone renouvelable que l'on trouve dans tout ce qui vit (plantes, animaux, virus, organes, cheveux...). Et depuis quelques années, le carbone a également été identifié sous une 5^e forme, celle de microparticules issues de la décomposition des matières plastiques en fin de vie se répandant dans l'environnement. On ignore encore comment ce nouveau réservoir affecte les autres. En effet, le carbone circule sous ses diverses formes entre l'air, l'eau, le sol, les êtres vivants... On parle de «cycle naturel du carbone». Sa répartition est donc variable alors que la quantité totale disponible sur Terre reste constante.

Par ailleurs, le mécanisme de la photosynthèse joue un rôle primordial dans le cycle du carbone.

Grâce à la lumière du Soleil, l'eau absorbée par certains végétaux via leurs racines et le CO₂ de l'air capté en général par leurs feuilles réagissent et produisent de l'oxygène ainsi que de l'énergie sous forme de glucose. Ce dernier permet la synthèse de matière organique via la construction de la paroi cellulaire de ces végétaux. L'être humain, entre autres espèces, se nourrissant de certaines plantes, le carbone circule du monde végétal vers le monde animal. À la mort d'un animal, son corps se décompose et se fossilise ensuite peu à peu. En outre, depuis un siècle, nous savons que les actions des humains ne sont pas non plus sans effet sur le cycle du carbone: nous utilisons des énergies fossiles pour nous déplacer, chauffer nos maisons..., ce qui modifie le réservoir fossile.

«Roi des éléments», le C est indispensable à la vie sur Terre et possède des propriétés chimiques uniques qui en font un composant essentiel dans la production des polymères et matières plastiques

Au delà de son incontournable, le carbone possède des propriétés uniques. Il peut former des liaisons avec à peu près n'importe quel atome, soit de façon linéaire, soit au travers de molécules ayant un certain volume. De plus, il a la possibilité de se lier avec lui-même, ce qui est rare. On parle alors de «caténation». Cela en fait un atome essentiel et irremplaçable dans la production des polymères (3) qu'ils soient naturels comme la cellulose ou synthétisés comme les nanotubes de carbone. C'est de cette famille que font partie toutes les matières plastiques. Pour ces raisons, le carbone est le «roi des éléments» et tenter de l'évincer des matières plastiques ne semble donc pas avoir de sens.





Back to plastics

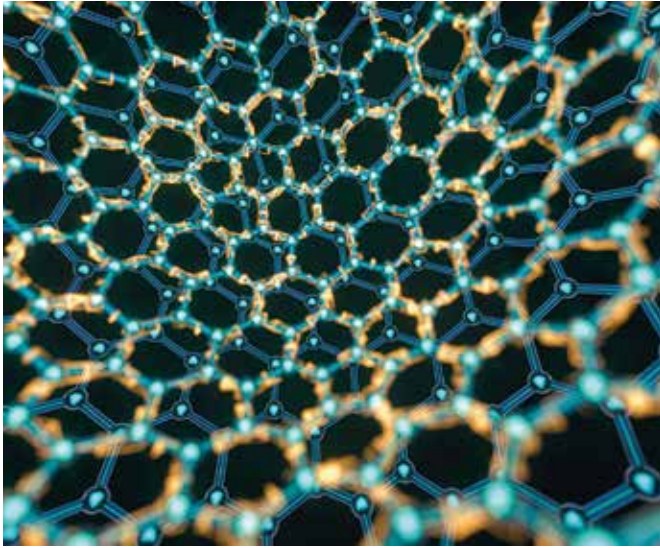
Il existe 3 types de ressources de carbone dont l'homme peut faire usage pour fabriquer du plastique:

- **Le carbone renouvelable (biosourcé):** la matière végétale étant constituée de 50% en masse de carbone, il est logique de s'y intéresser comme base pour les matières plastiques, que l'on appelle alors bioplastiques. Ces derniers sont en fait déjà présents dans la nature. Citons par exemple la pectine et le collagène qui sont des biopolymères (issus d'organismes vivants ou synthétisés à partir de ressources renouvelables et/ou de déchets organiques) dans lesquels la propriété de caténation du carbone est la plus développée, mais aussi la soie et l'amidon. Soit on conserve intacte la structure de ces polymères naturels, soit on les décompose en molécules plus légères pour reconstruire un plastique différent, ce qui demande beaucoup d'énergie. La première approche a donc plus de sens. Par exemple, à partir de soja et de tournesol, on peut obtenir des polymères utilisés dans la production de nylon, matière plastique courante, ou de résine époxy qui, combinée à un durcisseur, deviendra un plastique.
- **Le carbone fossile (pétrosourcé):** c'est ici que l'on retrouve les fameux hydrocarbures composés de plus de 80% en masse de carbone et d'une dizaine de % d'hydrogène. Ils se présentent sous forme de molécules de petite masse et taille. Il faut donc les assembler pour en construire de plus élaborées, à l'inverse des bioplastiques. En y ajoutant certains atomes selon les caractéristiques recherchées, on obtient différents plastiques, comme le PVC (PolyVinyl Chloride = polychlorure de vinyle) alliant chlore et hydrocarbures.

- **Le CO₂:** provenant principalement des émissions anthropiques, abondant et peu coûteux, la densité d'atome d'oxygène y est élevée et le carbone présent à hauteur d'un peu moins de 30% en masse. Il est utilisé pour créer de nouveaux matériaux, soit par copolymérisation (4) directe ou au travers de monomères à polymériser ensuite. Le challenge réside surtout dans les techniques de captation du CO₂ dans l'air mais aussi dans le caractère chimique inerte de ce gaz qu'il faut rendre réactif à l'aide d'un catalyseur.

Ces ressources ne sont pas équivalentes, le carbone ne s'y présentant ni sous la même forme, ni en teneur égale. En fonction des propriétés mécaniques recherchées et de la stabilité dans le temps visée pour le matériau final, il faut bien choisir la ou les sources de carbone lors de l'écoconception du matériau et, en fonction, définir une stratégie de synthèse adaptée pour le polymère désiré. Que le carbone soit biosourcé, pétrosourcé ou qu'il provienne du CO₂, l'idéal est de créer un cycle vertueux qui boucle sur lui-même. De plus, il est essentiel de tenir compte du schéma de production complet et du taux de carbone émis tout au long du processus. Par exemple, qui dit liaison chimique formée ou brisée dit consommation d'énergie et cela doit être repris dans le bilan (production - consommation) carbone du cycle. Il est également indispensable de tenir compte de la fin de vie du matériau. Si le carbone est «coincé» dedans, il ne sera plus utilisable lors du cycle suivant, qui doit alors être évalué à nouveau.

À terme, le problème n'est donc pas le manque de carbone, sa quantité totale sur Terre étant constante, mais la dilution de ce dernier qui se retrouve de plus en plus «perdu» dans des microparticules de plastique que l'on retrouve par exemple dans les océans. Elles proviennent



notamment de vêtements composés de nylon, de polyester ou d'acrylique que l'on lave dans nos machines. Un autre problème trouve son origine dans la vitesse de prélèvement dans la réserve fossile qui est beaucoup trop rapide par rapport à celle de sa reconstitution. Cela aboutit à une accumulation de CO₂ dans l'atmosphère et tous les problèmes de changement climatique que l'on connaît. Le pétrole, mais on le savait déjà, est donc une source de carbone non-renouvelable et non-verte. La biomasse, au contraire, constitue une source renouvelable et peut assurer la circularité du cycle en une dizaine d'années au maximum. Le CO₂ constitue lui aussi une source de carbone renouvelable. Cependant, il faut toujours s'assurer que le processus complet respecte l'environnement et que son bilan carbone est négatif, c'est-à-dire que la quantité de CO₂ diminue dans l'atmosphère. Pour ce faire, une ACV (Analyse du Cycle de Vie) est nécessaire. Nous nous pencherons sur ce thème dans le prochain numéro d'*Athena*, ainsi que sur la circularité et le recyclage des plastiques. ^A

Toutes les références peuvent être obtenues auprès de virginie.chantry@gmail.com ou sur la version digitale.

TECHNO-ZOOM

Lors d'un passage récent dans un hôtel de l'aéroport de Düsseldorf, j'ai personnellement fait la connaissance de *Jeeves*, robot de service faisant office de mini-bar «sans contact». Tenant son nom du personnage de valet de chambre de l'auteur anglais P.G. Wodehouse, il peut desservir un maximum de 200 chambres sur plusieurs étages: économie d'énergie (et de personnel...) garantie pour l'acquéreur. On fait appel à lui depuis une chambre par téléphone, grâce à une app ou un QRCode et quand il est devant la porte, il s'annonce via un coup de fil, l'application ou par SMS. Sur son écran tactile, l'hôte choisit ensuite ce qu'il désire, snacks ou boissons conservés à 7 °C, et le robot ouvre le ou les tiroirs correspondants. Ces derniers sont dotés de capteurs permettant de contrôler ce que le client a pris et d'envoyer une alerte lorsque les stocks sont bas. Les consommations sont à régler à la réception ou sans contact à *Jeeves* si l'option est activée. Quand il a fini de servir un client, il glisse silencieusement à vitesse d'homme jusqu'au suivant ou sa station de chargement. On doit cette amusante création à l'entreprise munichoise *Robotise* dont l'un des arguments de vente est la curiosité des clients qui souhaitent tenter l'expérience *Jeeves*. En ce qui me concerne, ils ne se sont pas trompés... *Jeeves* existe aussi en version dédiée au milieu médical ou aux entreprises.



EN SAVOIR PLUS
SUR JEEVES

⁽¹⁾ Pôle de compétitivité wallon de la *Cleantech* (secteur de l'éco-innovation) agissant comme facilitateur et accélérateur d'innovation, et regroupant des entreprises wallonnes actives notamment dans la chimie durable et les technologies environnementales.

⁽²⁾ Cluster wallon de la plasturgie rassemblant les acteurs spécialisés dans les polymères, biopolymères, élastomères, matériaux composites et textiles synthétiques.

⁽³⁾ Structure moléculaire de masse élevée, que l'on appelle aussi macromolécule, composée d'une répétition d'unités moléculaires de taille inférieure et de structure identique, les monomères, attachées les unes aux autres et formant une longue chaîne. Le polymère naturel le plus commun est la cellulose que l'on trouve notamment dans l'herbe. Il est également possible d'en produire par procédé chimique, et l'on parle de polymérisation.

⁽⁴⁾ Polymérisation à partir de monomères différents.



L'ADN de...

Olivier LORGE

Forgeron

Recto

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

Non pas du tout. Petit, ce que je voulais, c'était aider les autres. Mon rêve, c'était de devenir médecin généraliste. Mais j'ai vite été découragé par des médecins même, qui affirmaient qu'ils n'avaient plus de vie. J'ai finalement choisi des études de bio-ingénieur car j'aime le contact avec la nature. Je me dirigeais vers la préservation des forêts et espaces naturels mais cela demande souvent de partir à l'étranger donc j'ai choisi l'étude des sols. En master, j'ai dû partir au Japon pour mon TFE. Mon corps n'a pas supporté le décalage horaire et j'ai connu des problèmes de santé. Pour passer le temps en attendant d'être rapatrié, je me suis mis à regarder des vidéos de forge sur Youtube. Ça a été une révélation ! La transformation de l'acier m'a de suite fasciné.

Comment devient-on forgeron ?

Ce que dit l'adage est vrai : c'est en forgeant que l'on devient forgeron ! De retour du Japon, j'ai compris que le métier d'ingénieur ne correspondait plus à mes envies. Comme j'avais 6 mois devant moi sans occupation, j'ai

décidé de construire mon propre atelier de forge... Au terme de cette période, j'ai terminé mon TFE afin d'obtenir mon diplôme de Bio-ingénieur. Je n'ai donc suivi aucune formation certifiante pour le métier de forgeron. Je suis un auto-didacte au sens propre : je me suis formé seul en regardant des vidéos, en observant et en reproduisant des pièces, en procédant par essais-erreurs. Je réalise aujourd'hui de petits objets du quotidien, des pièces structurelles d'architecture ainsi que des objets d'art. En Belgique, il y a de nombreux forgerons amateurs (à ne pas confondre avec le métier de ferronnier) mais peu de maître forgeron. C'est une formation beaucoup plus répandue en France par exemple, via le compagnonnage.

Vous avez lancé un crowdfunding afin de vous installer dans un atelier plus grand, d'acquérir de nouveaux outils et développer votre activité, mais quelle est votre journée-type ?

Je n'ai absolument pas de journée-type. Pour l'instant, je suis très occupé à développer mon business, grâce au crowdfunding. J'ai pu réunir la somme minimale en 1 mois, ce qui va me permettre d'occuper un atelier beaucoup plus grand et d'acquérir des outils professionnels comme un marteau-pilon. Cela va alléger la charge physique et me donnera l'opportunité de réaliser des pièces plus grandes. Je souhaiterais parallèlement donner des formations et créer un compte Youtube pour à mon tour faire bénéficier les autres de mon expérience. Transmettre un savoir-faire est essentiel pour moi. Cela doit venir de ma maman enseignante.

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ?

Les sciences jouent un rôle important dans le métier de forgeron car toutes les techniques répondent à une compréhension de la matière et donc de ce qui s'y passe à l'intérieur et en terme d'optimisation des procédés, il faut toujours réfléchir aux étapes de réalisation d'une pièce et par la suite comment améliorer les enchainements. De ce point de vue-là,

mes études de bio-ingénieur m'aident beaucoup. D'ailleurs, j'ai toujours aimé comprendre ce qui nous entoure.

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


Je dirais de se faire connaître en tant que jeune indépendant. Cela demande énormément de temps et d'énergie de se « vendre ». L'aspect physique est une autre difficulté : c'est un travail dur, qui demande de la force physique. Heureusement, les machines vont me soulager et épargner un bon nombre de blessures !

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

Je suis très fier que le crowdfunding ait été atteint aussi vite. Il fallait atteindre le pallier en 2 mois maximum afin d'obtenir la somme. Somme qui a été déterminée avec l'aide d'une asbl et qui

correspond aux investissements minimaux afin de lancer une activité professionnelle. C'était assez stressant car c'est le projet de toute une vie. Plus concrètement, je suis en train de travailler sur une sculpture à taille humaine depuis plusieurs mois. Ce sera un bel accomplissement personnel lorsqu'elle sera terminée.

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

J'ai vu un reportage sur la vie d'Orelsan, un rappeur français, qui a vraiment été une inspiration pour moi. Il a connu des galères et pourtant, il a toujours cru en ses rêves et est arrivé là où il en est. Nous vivons dans une société qui a tendance à brider les rêves. Il faut y croire, être persévérant et fournir un travail acharné. C'est vrai que j'ai la chance d'être soutenu par mes parents, d'avoir la sécurité d'un bon diplôme mais je pense qu'en se donnant les moyens, tout le monde peut réussir. 



Olivier LORGE

ÂGE : 27 ans

SITUATION FAMILIALE :
En couple

PROFESSION : Forgeron

FORMATION :
Études secondaires générales
(maths, sciences, langues)
Bio-ingénieur (étude des sols)
à Gembloux Agro-Biotech

MAIL :
olivierlorgeforge@gmail.com

 OlivierLorgeForge

 @olivierlorgeforge

 olivier_lorge_forge

Verso

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

Ce serait un métier en lien avec la nature. Ou réaliser mon premier rêve : soigner les gens, mais pas en tant que médecin. Je me tournerais plutôt vers les médecines alternatives pour soigner le corps et l'esprit. Je ne l'exclus pas dans cette vie-ci !

Je vous offre un super pouvoir...

Ce serait d'avoir une confiance absolue en la vie et en moi. Savoir qui on est vraiment, apprendre à s'aimer soi-même pour aimer les autres, atteindre le bonheur en somme, ce serait LE super pouvoir !

Je vous offre un auditoire...

J'enseignerais mon savoir-faire en forge. Mon rêve serait d'atteindre un niveau d'expertise élevé pour donner des formations à l'international. Le summum serait qu'en fin de carrière, je puisse former un successeur qui reprendrait l'atelier parce qu'il sera reconnu et réputé...

Je vous offre un laboratoire...

Je rêve plutôt d'avoir un immense atelier rempli d'outils et de machines. Pas parce que je suis matérialiste mais pour rendre les possibilités infinies. Je suis toujours un enfant, il n'y a que la taille des jouets qui a grandi.

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

J'ai du mal avec les nouvelles technologies. Je me verraïs plutôt en arbre. Un chêne par exemple. C'est solide et serein, ça pousse à son rythme, il vit sa vie sans empiéter sur celle des autres.

Je vous offre un billet d'avion...


Depuis mon expérience au Japon, c'est compliqué

pour moi de voyager. Mais je dépasserai cette peur-là un jour car je rêve de visiter des espaces naturels, vierges de toute présence humaine, au Canada par exemple. À vivre en mode « retraite », pour apprendre sur moi-même et revenir aux choses essentielles de la vie.

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

Je discuterais bien avec Mathieu Ricard, un scientifique à l'Institut Pasteur, qui a totalement changé de vie pour devenir moine bouddhiste tibétain. Il vit depuis 50 ans dans un monastère au Népal. Il a écrit plusieurs livres dont un dialogue, Le moine et le Philosophe, qui a été un gros succès de librairie... C'est un parcours très inspirant pour moi.

La question « a priori » : Forgeron, n'est-ce pas un métier du passé, voué à disparaître face à l'avènement des nouveaux matériaux et des nouvelles technologies ?

Je pense, au contraire, que c'est un métier d'avenir qui va avoir un rôle à jouer dans la société. Il y a l'envie d'un retour aux choses qui ont une âme, qui ont été faites à la main, qui sont uniques, qui ont du sens. Les pièces forgées ont une grande longévité et sont le plus souvent réparables. Elles peuvent ainsi se transmettre sur plusieurs générations. Il y a une tendance à lutter contre la surconsommation et à la surproduction. Les gens réfléchissent davantage à leurs achats et acceptent plus facilement de payer la qualité d'un objet qu'ils vont garder des années. J'espère contribuer à cette démarche écologique et climatique. Car même si je brûle des énergies fossiles, mon empreinte carbone reste faible sur la durée de vie de l'objet. 



Réseaux sociaux : quel impact sur la santé mentale des jeunes ?

Les réseaux sociaux sont régulièrement accusés d'altérer la santé mentale des jeunes. Plutôt que de céder à une forme de «panique morale», les professionnels du secteur encouragent à privilégier l'éducation aux médias. Car les outils numériques peuvent aussi se révéler des atouts en termes de bien-être et d'émancipation

TEXTE: JULIE LUONG - JULUONG@YAHOO.FR

PHOTOS: @RAWPIXEL.COM - STOCK.ADOBE.COM (P.18), @KASPARS GRINVALDS - STOCK.ADOBE.COM (P.19),

© EMBRACING_REALITY (P.20), @GATOT - STOCK.ADOBE.COM (P.21)

Anxiété, dépression et même idées suicidaires: des résultats alarmants sur l'impact des réseaux sociaux en termes de santé mentale sont régulièrement relayés dans les médias. L'accusation la plus fréquente est la suivante: en faisant passer pour «réelle» une représentation fantasmée de la vie, des corps et même des paysages, les réseaux sociaux - *Snapchat, Instagram, TikTok, Facebook, Twitter, Pinterest...* - auraient un impact négatif sur l'estime de soi et le niveau de satisfaction. Comparée à celle des autres, sa propre vie aurait toujours l'air fade et inintéressante... Ces effets seraient d'autant plus délétères pour les jeunes, vulnérables en raison des nombreux changements qui accompagnent l'adolescence mais aussi soumis à de multiples stress concernant leur avenir et celui de la planète.

Pourtant, il n'existe pas de réel consensus concernant le lien entre utilisation des réseaux sociaux et santé mentale des jeunes. C'est ce que montre Pascal Minotte, psychologue au *Crésam (Centre de référence en santé mentale)* dans une note de l'Observatoire *Vies Numériques* publiée en 2020 (1). Basées essentiellement sur des statistiques et non sur des approches qualitatives et des savoirs cliniques, les études disponibles semblent souvent «à charge». Leurs faiblesses méthodologiques ne permettent pas d'appréhender le sujet dans toute sa complexité. «*De nombreux facteurs cachés nous échappent, les relations entre les phénomènes sont circulaires*

plus que linéaires, ce qui est vécu positivement par les uns sera une source de souffrance pour d'autres, certaines situations s'expliquent de façon plus pertinente à travers une lecture systémique, etc., détaille Pascal Minotte dans ce rapport. Ainsi, tel média est utilisé avec une intensité supérieure à la moyenne pour se distraire d'une souffrance et/ou pour compenser un besoin non satisfait. Parfois, cet usage devient un problème en lui-même, parfois, il aide la personne à tenir le coup, et souvent il fait un peu les 2.»

Panique morale

Accuser les réseaux sociaux, ce serait en somme prendre le symptôme pour la maladie. «Tout nouveau dispositif socio-technique demande un apprentissage et a tendance à créer des paniques morales», analyse Arnaud Zarbo, psychologue au sein de l'asbl liégeoise Nadja, spécialisée dans les assuétudes. «Le roman, la radio ont généré les mêmes questions car les populations qui s'en sont d'abord emparées sont aussi identifiées comme plus vulnérables, à savoir les jeunes ou les femmes.» Dans la «peur» des réseaux sociaux s'exprimeraient donc un conflit de générations et une crainte de l'émancipation. «Aujourd'hui, les jeunes n'ont plus les mêmes possibilités qu'avant d'explorer leur territoire: dans nos sociétés très organisées autour du noyau familial, "laisser traîner les jeunes dehors" est quelque chose de mal vu», relève Arnaud Zarbo. Depuis la deuxième moitié du 20^e siècle, nous sommes en effet entrés dans ce que les sociologues nomment des «sociétés du risque», organisées autour de la sécurité des enfants et de la sécurisation de l'espace public contre les incivilités des jeunes. En contrepartie a émergé la «*bedroom culture*», la chambre devenant pour l'ado un refuge et le lieu privilégié de l'expression de sa personnalité.

Les réseaux sociaux ne seraient au fond qu'une extension de cet espace, à la fois dans et hors de la maison. «Les réseaux sociaux fonctionnent comme une sorte de compromis entre le désir du jeune de parler à d'autres jeunes et le désir des parents de le savoir à la maison. Cela ménage à la fois les angoisses de séparation des enfants et des parents», poursuit Arnaud Zarbo. Mais au fond, ce qui se joue sur les réseaux sociaux, c'est ce qui se joue dans les cours de récré: la comparaison sociale, la hiérarchie, la solidarité, la communauté... Nous sommes des mammifères, donc des animaux sociaux. On va toujours se comparer à autrui, car nous avons besoin des autres pour savoir qui l'on est. Or aujourd'hui, la validation se fait systématiquement au niveau interindividuel: les seuls territoires où les jeunes peuvent être validés et reconnus, c'est sur ces réseaux», analyse le psychologue.

Normalisation du succès

Par ailleurs, si l'on se fie aux méta-analyses (analyses qui synthétisent plusieurs études) les plus récentes, on observe que le lien entre l'intensité des usages des médias sociaux et le bien-être est très faible: l'utilisation de la technologie numérique expliquerait au maximum 0,4% de la variation du bien-être (2)... «Il peut y avoir des corrélations entre santé mentale, bien-être et réseaux sociaux mais beaucoup d'études surestiment le potentiel destructeur ou salvateur des réseaux», poursuit Arnaud Zarbo. Dans l'immense majorité des cas, la famille, la vie amoureuse, l'environnement scolaire ont bien plus d'impact sur la santé mentale des jeunes que l'utilisation des réseaux.» D'autres études établissent une différence d'impact significative selon qu'on utilise les réseaux de manière passive ou active (3): une utilisation passive serait liée à un moindre bien-être subjectif car celle-ci favoriserait l'effet de comparaison et l'envie. À l'inverse, l'utilisation active - publier, commenter, échanger - augmenterait le capital social et le sentiment d'être en lien avec les autres et donc le bien-être.



Ces résultats rassurants ne doivent pas conduire à minimiser l'impact des réseaux sociaux sur certains jeunes, sous prétexte que «ce ne serait pas la vraie vie». On sait à quel point ce raisonnement est inexact et délétère: pensons notamment au cyberharcèlement qui n'est pas moins destructeur qu'un harcèlement hors ligne. Par ailleurs, la précarité économique, des difficultés familiales, un vécu de discrimination lié à l'origine, au genre, à l'orientation sexuelle ou à un handicap peuvent contribuer à rendre l'expérience des réseaux particulièrement déstabilisante. «L'hypersensibilité, l'isolement, des fractures scolaires peuvent jouer: les plus fragiles sont les mêmes que dans





la vie», souligne Jonathan Manzitto, chargé de communication au sein d'Action Médias Jeunes, organisation de jeunesse d'éducation aux médias basée à Namur.

«La différence avec les autres médias comme la télévision, c'est que sur les réseaux, il n'y a pas de phénomène de stratification systématique, poursuit Jonathan Manzitto. On ne prête pas aux gens qu'on voit sur les réseaux une vie fondamentalement différente de la sienne... La prise de recul peut donc s'avérer compliquée.» Regarder les photos de vacances paradisiaques des copains quand sa propre famille n'a pas les moyens de partir peut, c'est une évidence, renforcer le sentiment d'exclusion. «Quand tout va bien pour soi, ça va ! Mais sinon ça attaque quand même le moral...», résume Jonathan Manzitto. De même pour les looks branchés, le fait d'avoir beaucoup d'amis, les performances sportives ou artistiques... «On peut en arriver à se demander "Pourquoi je n'ai pas accès à ça ?", "Pourquoi je n'y arrive pas ?" Car les réseaux participent à une forme de normalisation du succès.»

Un usage informé

L'éducation aux médias a donc un rôle essentiel à jouer, notamment pour sensibiliser au fait que la réalité produite par les médias et les réseaux sociaux ne correspond qu'à celle d'une partie de la population, généralement la plus privilégiée. Quand il ne s'agit pas tout simplement d'une réalité «sponsorisée» comme dans le cas des influenceurs. «Les nouvelles technologies ont fait naître la question de l'économie de l'attention», souligne Jonathan Manzitto. Selon le chercheur français Yves Citton, l'économie de l'attention pourrait devenir «le nouvel horizon du capitalisme». Cette théorie postule en effet que les anciens modes d'échange des biens matériels

sont en train de laisser la place à un système où l'attention des individus est devenue la principale «ressource à extraire». Dans un contexte de multiplication des informations et des «offres de contenus», les médias doivent batailler pour «capter» l'attention des individus sur base de leurs intérêts spécifiques. Cette économie de l'attention est aussi à l'origine de ce que l'on nomme aujourd'hui la «fatigue informationnelle», résultat d'une surexposition à une masse d'informations négatives sur lesquelles il nous semble avoir peu de prise. «Trois facteurs jouent sur notre état mental, résume Jonathan Manzitto.

❶ La réalité: la terre va pas bien, les politiques ne prennent pas les bonnes décisions, etc. ❷ La manière dont je reçois cette réalité, dont je la digère mentalement, dont j'y réagis. ❸ Les médias, le traitement médiatique qui, dans certains cas, nécessitent que ma capacité à gérer mentalement soit quintuplée...»

L'enjeu est donc à la fois de choisir comment on s'informe, mais aussi de comprendre les logiques qui, en amont, président à la production de l'information. Sur les réseaux sociaux, ces logiques prennent notamment la forme de «bulles de filtres»: grâce ou à cause d'elles, l'internaute se voit proposer systématiquement des contenus en lien avec ce que les réseaux savent déjà de lui, qu'il s'agisse de ses opinions politiques ou de ses habitudes de consommation. Votre moteur de recherches ne vous livrera donc pas les mêmes résultats qu'à votre voisin... De même, les indices de désirabilité (basés sur le physique, la profession, les centres d'intérêts...) utilisés par certaines applications de rencontre exposent l'utilisateur à des profils présentant un indice de désirabilité supérieur au sien... afin qu'il se sente valorisé et reste plus longtemps. «L'objectif même de ces réseaux, c'est qu'on passe le plus de temps dessus. Certains ressentis sont donc recherchés. Recontextualiser est essentiel», estime Jonathan Manzitto.

Des logiques de solidarité

Mais ne nous y trompons pas: malgré la marchandisation qui s'y déploie, les réseaux sociaux permettent aussi de soutenir l'esprit critique et de créer des contenus «disruptifs», qui tranchent avec la pensée dominante et ce que nous sommes habitués à lire et à voir. En témoignent les nombreuses publications «Instagram versus Real life» qui montrent des tranches de vie quotidienne non mises en scène, des photos non retouchées, des corps «imparfaits», sans filtre ou dans des poses moins flatteuses... Une tendance «body positive» bonne pour le moral des jeunes: des études ont en effet montré qu'une exposition, même brève, à

© embracing_reality

«Petit rappel: 90% des photos que vous voyez sur les réseaux sociaux ou les magazines sont photoshopées.

Ne vous comparez pas aux photos. Vous ne savez jamais si ça a été retouché ou combien de temps il a fallu pour prendre la bonne pose.

Laissez tomber les pensées négatives et concentrez-vous sur les pensées positives.


Vous le méritez !»





Les influenceurs masculins reçoivent moins fréquemment de commentaires négatifs, que ce soient sur leur physique ou leur personnalité.

des messages positifs concernant le corps était associée à une amélioration de l'humeur et à une augmentation de la satisfaction par rapport à son propre corps chez les jeunes femmes (4).

«Les réseaux sont aussi un espace qui a pu accueillir des expressions d'un vécu différent, que ce soit en matière de féminisme ou de santé mentale», commente Jonathan Manzitto. De nombreux comptes *Instagram* proposent par exemple aujourd'hui des contenus sur la dépression, la bipolarité, l'anxiété ou encore les troubles du spectre autistique. Les logiques de solidarité, de soutien, d'*empowerment* qui en découlent témoignent de l'intelligence des utilisateurs, capables d'utiliser les réseaux comme outil d'émancipation collective. «C'est quand même super de comprendre que d'autres personnes vivent la même chose que soi et d'avoir une opportunité de pouvoir être entendu», souligne encore Jonathan Manzitto. «Ce qu'on va chercher sur les réseaux, c'est souvent moins un diagnostic qu'un partage d'expériences, un soutien», appuie Arnaud Zarbo. Une dynamique participative excellente pour la santé mentale. 

RÉSEAUX SOCIAUX ET INÉGALITÉS DE GENRE

Les inégalités de genre jouent un rôle déterminant dans l'impact des réseaux sociaux sur le bien-être. Rappelons que de manière générale, les adolescentes rapportent des niveaux de bien-être plus faibles que les adolescents (5), notamment en raison des stéréotypes de genre qui survalorisent l'apparence et la «réputation». Deux enjeux auxquels les filles vont être confrontées de manière très frontale à travers les réseaux sociaux.

L'injonction à la minceur véhiculée par les médias sociaux à la suite des médias traditionnels (magazines, télévision, publicité...) touche plus spécifiquement les adolescentes. Un mal-être, des obsessions concernant certaines parties du corps mais aussi des troubles du comportement alimentaires peuvent ainsi être favorisés, même si là encore les réseaux ne jouent qu'un rôle de modulateur, pas de cause unique. «Il est probable que les médias sociaux et "l'effet de comparaison sociale" n'aient pas un impact délétère sur tous les adolescents, mais principalement sur les plus "fragiles". Pour les autres, l'envie et l'effet de comparaison, lorsqu'ils sont modérés, peuvent avoir un effet positif en termes d'inspiration et de motivation», analyse Pascal Minotte dans sa note de l'Observatoire *Vies Numériques*.

Par ailleurs, des recherches ont montré que les vidéos postées sur *YouTube* par des filles/femmes reçoivent davantage de commentaires négatifs que celles réalisées par des garçons/hommes, et que ces commentaires portent beaucoup plus fréquemment sur l'apparence physique mais aussi sur la personnalité (6). Les vidéos postées par des garçons/hommes sont plus volontiers évaluées sur la qualité du contenu, et non sur des considérations physiques ou personnelles. Une misogynie susceptible de plomber le moral des filles, leur confiance en elles et de créer certaines logiques d'évitement. Comme dans la rue, les filles n'ont pas tout à fait la même liberté de circulation sur les réseaux que les garçons.

(1)  <http://www.cresam.be/wp-content/uploads/2020/06/Ados-RSN-et-SM-rapport-final-light.pdf>

(2) Orben, A. & Przybylski, A. K. *The association between adolescent well-being and digital technology use. Nat. Hum. Behav.* 3, 173-182 (2019)

(3) Verduyn, P., Ybarra, O., Résibois, M., Jonides, J. & Kross, E. *Do Social Network Sites Enhance or Undermine Subjective Well-Being? A Critical Review. Soc. Issues Policy Rev.* 11, 274-302 (2017)

(4) Cohen, R., Fardouly, J., Newton-John, T. & Slater, A. *#BoPo on Instagram: An experimental investigation of the effects of viewing body positive content on young women's mood and body image. New Media Soc.* 21, 1546-1564 (2019)

(5) Compas, B. E., Orosan, P. G. & Grant, K. E. *Adolescent stress and coping: implications for psychopathology during adolescence. J. Adolesc.* 16, 331-349 (1993)

(6) Wotanis, L. & McMillan, L. *Performing Gender on YouTube. Fem. Media Stud.* 14, 912-928 (2014)

LE DOSSIER

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT - PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE
WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE
PHOTOS: @REDPIXEL - STOCK.ADOBE.COM (P.22),
@IRENA_GEO - STOCK.ADOBE.COM (P.24),
@NOMAD_SOUL - STOCK.ADOBE.COM (P.26)



Les hyper-parents : qui sont-ils ?

Des attentes éducatives excessives, telle est la réalité de l'hyper-parentalité, un concept en plein essor dans une société occidentale où les enfants sont «convoqués à naître», mais où ils voient en outre le jour dans des temps incertains placés sous l'égide d'une pandémie, d'une guerre toute proche et d'une planète en danger. Il faut pourtant leur donner l'envie de grandir malgré l'imperfection du monde, sans pour autant que leurs parents, devenus fréquemment des hyper-parents, s'épuisent et fassent l'impasse sur leur propre bonheur...

L'hyper-parentalité est essentiellement le fruit d'un contexte et d'une époque. Dans nos sociétés où prévalent un individualisme forcené et un esprit de compétition omniprésent, tous les parents ou presque ambitionnent d'être de «super-parents». Contrairement à ce qui se passait dans les générations antérieures et qui s'observe encore dans certaines régions du monde, la naissance d'un enfant n'est plus un «heureux événement» ou un «accident». S'appuyant sur la contraception et la procréation assistée, elle est le plus souvent programmée, de sorte que, comme le souligne le psychopédagogue Bruno Humbeeck, professeur à l'UMons, «l'enfant qui naît a été convoqué à naître». Aussi les parents se sentent-ils d'autant plus responsables de sa sécurité, de son bonheur, de sa réussite. En Afrique noire, par exemple, où les naissances sont rarement programmées et où les contextes socio-culturel et économique restent différents des nôtres, le super-parent et l'hyper-parent, sa figure exacerbée, relèvent de mécanismes inintelligibles pour les populations autochtones comme ils l'auraient été dans nos pays au 19^e siècle ou dans la première moitié du 20^e.

Les tendances à l'hyper-parentalité propre à nos sociétés s'inscrivent sur un continuum où, en définitive, chaque parent occupe une place. Au-delà d'un certain seuil, elles se manifestent par des attentes éducatives excessives de nature

à générer de la tension soit dans la relation éducative, soit chez le parent, soit chez l'enfant, voire à ces 3 niveaux, et donc à engendrer de la souffrance. «À l'instar du terme "hypersensibilité", qui se réfère tantôt à un trouble, tantôt à une valeur ajoutée, le terme "hyper-parentalité" est ambigu, dit Bruno Humbeeck. Si l'on s'en tient à sa définition scientifique, l'hyper-parentalité traduit un excès de fonctionnement de la parentalité, mais il me paraît totalement erroné d'adhérer à l'idée d'une pathologie.» Ainsi qu'il l'écrit dans son livre *Hyper-parentalité. Apprendre à lâcher prise pour le bien des parents et des enfants*, paru en octobre 2022 chez *Mardaga*, l'hyper-parent est quelqu'un qui «se rêvait parent parfait d'un enfant parfait dans un monde parfait». Trois illusions de perfection dont il doit se résoudre à faire le deuil s'il veut délester sa vie, celle de son enfant et celle de sa famille d'un poids trop lourd à porter pour cheminer vers un bonheur qui, c'est inévitable, ne pourra être lui-même qu'imparfait.

Un parent chimérique

L'hyper-parentalité ne se rencontre que dans les modèles sociétaux occidentaux, mais elle puise aussi une partie de sa sève dans la pédagogie positive. Après avoir parfaitement servi de contre-poids aux excès d'un mode éducatif autoritaire centré sur la punition et la sanction, celle-ci s'est engouffrée dans le réductionnisme, condamnant





Le parent zen ambitionne d'être imperturbable quel que soit le comportement de son enfant



toute forme de sévérité, fût-elle bienveillante, et s'est muée en une espèce de guide de bonnes pratiques éducatives parentales. Comme l'écrit Bruno Humbeeck, ce répertoire «*a alors donné naissance à 3 prototypes de parents qui se sont mis à fonctionner comme des modèles illusoire de ce qui devrait être une parentalité parfaite, sans failles et sans faiblesses*». Ce sont ces 3 prototypes caricaturaux que l'hyper-parent a adoptés et combinés pour bâtir l'image qu'il considère comme devant lui correspondre. Ainsi, il se veut à la fois «parent zen», «parent hyper-communicant» et «parent super-tolérant».

Le parent zen ambitionne d'être totalement maître de ses nerfs, imperturbable quel que soit le comportement de son enfant, à telle enseigne que ce dernier peut en arriver à le juger profondément insensible. Or, dans son processus de développement, l'enfant éprouve le besoin de décoder l'état émotionnel de ses parents. «*Quelle crédibilité peut-il accorder au message d'un père ou d'une mère qui lui dit: «Je suis très fâché», mais dont le langage corporel semble contredire le langage verbal ?*», s'interroge Bruno Humbeeck, avant de souligner que toujours refouler l'expression de ses affects finit par devenir oppressant pour le parent qui s'y contraint et risque d'avoir des conséquences délétères sur sa santé. «*Pour ces raisons, le parent zen gagne évidemment à être remplacé par un parent qui vit pleinement ses émotions en ne se laissant toutefois pas déborder par elles*», peut-on lire dans le livre du psychopédagogue.

Deuxième composante de la trilogie: le parent hyper-communicant. À ses yeux, tout peut se dire et tout peut s'entendre. Mais à force de dialoguer sur un pied d'égalité permanent avec sa fille ou son fils, il contribue à rendre floues les frontières de l'enfance. Par ailleurs, la hiérarchie à établir entre les informations en fonction de leur importance s'estompe dans la multiplication des échanges. Laquelle mérite d'être communiquée ? Laquelle doit être tue, car sans intérêt pour l'interlocuteur ? La construction de l'aptitude à dialoguer, à converser, nécessite un apprentissage de la sélection des propos dignes d'intérêt pour autrui. In fine, en éducation, trop de paroles tue la parole: sous le flot des mots, l'objectif pédagogique se noie. Reste le troisième ingrédient: la «super-tolérance». Elle voue le mot «obéir» aux gémonies. Ne dresser aucun obstacle sur un potentiel chemin d'émancipation pour l'enfant et ne jamais brider une forme d'épanouissement qu'il aurait élue, tel est en substance son credo. Peu importe alors le respect de la norme et des règles du savoir-vivre... Pourtant, selon Bruno Humbeeck, le mot «obéir» n'est pas une injure en pédagogie, seul le concept d'une obéissance aveugle étant problématique. Au contraire, l'obéissance peut être considérée comme une vertu lorsqu'on veut appartenir à une société fondée sur un socle de valeurs communes à respecter.

Une pédagogie enracinée dans les 3 prototypes illusoire qu'ont fait éclore les dérives de la psychologie positive ne correspond pas à la notion de pédagogie bienveillante. Celle-ci consiste plutôt à répondre au besoin de structure de l'enfant en lui imposant certaines limites. «*Les dérives qu'a connue la pédagogie positive ont porté au pinacle l'image d'un parent chimérique auquel des pères et des mères ont imaginé devoir se conformer*, commente le professeur Humbeeck. *Dans ces conditions, la pression qui pèse sur leurs épaules est énorme et comme les parents "théoriques" qu'ont leur a présentés sont inaccessibles, ils ont tendance à se culpabiliser. Il faut leur permettre de s'enlever cette pression pour qu'ils ne la répercutent pas sur leurs enfants en soumettant la relation éducative à une tension trop forte.*»

Cette nécessité est d'autant plus criante que l'hyper-parentalité a connu un basculement ces dernières années en raison de 3 démentis majeurs à l'illusion de la perfection du monde: la pandémie de la Covid-19, une guerre à nos portes et l'urgence climatique. De nos jours, les enfants convoqués à naître le sont dans un monde reconnu ouvertement imparfait, ce qui rend l'hyper-parentalité beaucoup plus compliquée. Dans ces temps incertains, il est plus ardu que jamais d'endosser la peau du parent théorique que l'on aspire et s'épuise à être.

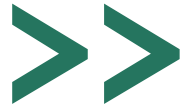
Hélicoptère, drone et curling

Zen, hyper-communicant, super-tolérant, telles sont les caractéristiques dont rêve de se sentir dépositaire l'hyper-parent. Des qualités formelles auxquelles il accorde un crédit inconditionnel. Toutefois, dans ses manifestations foncières, l'hyper-parentalité, en tant que parentalité hypertrophiée, repose sur des comportements de 3 types qui ont éveillé 3 métaphores chez les psychologues, les pédagogues et les psychopédagogues: celles de l'hélicoptère, du drone et du curling. La première et la troisième sont explicitement évoquées dans la littérature scientifique, la deuxième est une construction imaginée par le professeur Humbeek qu'il présente comme bâtie sur l'idée d'un «hélicoptère amélioré». Selon lui, il convient de mélanger ces 3 modèles dans le creuset de l'hyper-parentalité, car chacun d'eux serait impliqué à des degrés divers dans le phénomène.

Mais que cachent ces métaphores ? Le parent hélicoptère est un père ou une mère qui tourne sans arrêt dans le ciel de son enfant. Il contrôle ses mouvements et surtout s'assure qu'il est en sécurité, d'autant qu'à l'époque actuelle, l'environnement est communément perçu comme potentiellement dangereux pour un enfant ou un adolescent. Le parent veut savoir, par exemple, où se trouve son fils ou sa fille, avec qui et à quelle heure il ou elle rentrera à la maison. Volonté de restriction de liberté ? Non, penchant sécuritaire exacerbé. Nous sommes en réalité au rayon des bonnes intentions ou plutôt des trop bonnes intentions éducatives. *«Tout contrôler s'avère vite impossible. Le parent s'épuise, sa sérénité est mise à mal, tandis que l'enfant ressent une contrainte, voire une asphyxie dans sa quête d'autonomie»*, dit Bruno Humbeek.

En raison de leur vision sécuritaire, les parents hélicoptères ont favorisé l'éclosion d'«enfants d'intérieur», selon la terminologie du sociologue français Clément Rivière. Des enfants qui, contrairement à ceux des générations précédentes, tendent à se réfugier dans leur chambre derrière leurs écrans avec la conviction que l'on peut tout faire à partir de chez soi. Ils ne sont cependant pas pour autant en retrait social comme les jeunes «hikikomori», qui restent enfermés durant des mois, souvent même des années, dans leur chambre, sans projet, avec pour seul compagnon l'univers virtuel de la Toile. Taraudés par les contradictions auxquelles peuvent donner lieu les différents objectifs qui les habitent - la sécurité de leur enfant, son bonheur (drone), sa réussite (curling), les hyper-parents aux

visions sécuritaires très affirmées sont généralement inquiets du «repli» apparent de leur enfant et particulièrement de la possible nocivité de l'omniprésence des écrans dans son existence. Aussi sont-ils prompts à parler d'addiction et à consulter à ce propos. *«Une autre contradiction à laquelle sont exposés les parents hélicoptères réside dans le fait qu'ils veulent assurer la sécurité de leur enfant en le gardant sous leurs yeux et, parallèlement, sont conscients de la nécessité pour son avenir qu'il devienne autonome»*, explique le professeur Humbeek.



DES Puits de PÉTROLE À EXPLOITER

Parmi les 3 composantes de l'hyper-parentalité (hélicoptère, drone, curling), c'est probablement celle du parent curling, dans sa version la plus radicale, qui pose le plus question sur le plan sociétal, voire moral. Pour favoriser la réussite de leur enfant, d'aucuns ne sont-ils pas prêts à s'investir dans des actions proches d'une forme de lobbying ? Par exemple, en essayant de copiner avec certains enseignants. Tout est bon du moment que mon enfant réussit, pourrait être leur leitmotiv. En outre, le parent curling ne favorise-t-il pas la pérennisation d'une société élitiste et inégalitaire en supposant notamment une transmission systématique du rôle social et de la position sociale ? *«Les parents de milieux favorisés ont quasiment inventé la notion de surdoué pour pouvoir imposer l'idée qu'il y aurait des éléments de l'ordre de l'intelligence instinctive ou héréditaire qui se transmettraient d'une génération à l'autre»*, commente le professeur Humbeek. Certains parents curling font montre d'une exigence extrême à l'égard non seulement de leurs enfants, mais également de l'école. Selon la métaphore de notre interlocuteur, les enfants ne sont plus alors des vases à remplir ou des feux à allumer comme la pédagogie active (1) et la pédagogie institutionnelle (2) le supposaient, mais plutôt des puits de pétrole à exploiter.

De là à assimiler l'hyper-parentalité à un danger pour la démocratie, à une fabrique de futurs adultes réactionnaires, voire de futurs dictateurs, et ce, à cause d'un manque de limites imposées aux enfants sous l'influence de la pédagogie positive, il y a un pas à ne pas franchir. Même s'il se fourvoie parfois dans certains excès liés à la quête d'une perfection inatteignable, l'hyper-parent a avant tout, dans la grande majorité des cas, l'objectif louable de la sécurité, du bonheur et de l'épanouissement de l'enfant. *«C'est l'éducation rigide, vécue comme injuste et terriblement sévère, qui est un creuset de futurs dictateurs. Pour s'en convaincre, il suffit de lire les biographies d'hommes politiques féroces comme Trump, Bolsonaro ou Poutine. Les études mettent en évidence que ce sont au contraire les climats chaleureux, bienveillants, attentifs au développement qui favorisent l'épanouissement et l'avenir de la démocratie»*, insiste le professeur Humbeek.

(1) L'élève est acteur de ses apprentissages.

(2) L'élève adopte une attitude critique vis-à-vis des apprentissages.



ANGOISSE OU ZÉNITUDE ?

Quand elle devient source de tension soit dans la relation éducative, soit chez le parent, soit chez l'enfant, l'hyper-parentalité, alors problématique, est-elle l'apanage de certains profils psychologiques parentaux ? Pas vraiment. Le perfectionnisme accentué néanmoins le danger. La rigidité mentale aussi. Par exemple, quand la méfiance à l'égard des écrans se mue en un combat sans merci. A priori, on pourrait croire que le profil des hyper-parents est celui de parents plus angoissés que les autres dans leur approche éducative. Il n'en est rien. La zénitude constitue même, nous l'avons mentionné, un mode de fonctionnement chez beaucoup d'entre eux. Ainsi, le plus souvent, les contrôles réalisés par les parents hélicoptères ne relèvent pas de l'anxiété pathologique, mère de la surprotection parentale, mais d'un mode d'éducation qui s'impose à eux comme naturellement normal.



Le parent drone, lui, n'a qu'une obsession: dans tous les domaines, offrir ce qu'il y a de mieux à son fils ou à sa fille - meilleure école, meilleurs jouets, meilleur équipement sportif, etc. L'idée de la perfection hante son esprit et, partant, il n'a de cesse de voler au-devant de son enfant pour assouvir ses manques et anticiper ses souhaits et ses envies. Dans son livre, Bruno Humbeeck en tire la conclusion suivante: «*Le parent drone, évidemment, risque vite de s'épuiser en cherchant en permanence à mettre l'excellence à disposition de son enfant et en se jetant sur tout ce qui de près ou de loin pourrait répondre à une attente ou remplir un manque.*» Pour l'enfant lui-même, se trouver au centre d'une quête permanente de la perfection peut se révéler difficile à assumer.

Parlons à présent d'un sport étrange, le curling. Quatre joueurs, une pierre en granit taillée et polie, des balais. Un joueur initie la course de la pierre, le palet, qui glisse alors en direction de la «maison», une cible circulaire dessinée sur la glace. Deux autres membres de l'équipe frottent frénétiquement la surface glacée en réponse aux instructions d'un quatrième joueur, le skip, afin de modifier la trajectoire du palet ou d'augmenter la distance qu'il parcourra. Les parents curling suggèrent ces balayeurs, car ils se donnent pour mission de balayer le terrain devant l'enfant, d'évacuer tous les obstacles susceptibles

d'entraver sa trajectoire vers le but escompté. Ils se donnent l'illusion d'un contrôle parfait sur son évolution, mais sont inévitablement rattrapés par la réalité d'un monde imparfait qui jalonne les destinées de multiples chausse-trapes. Pour le parent curling, le ressac est souvent sévère, fait d'épuisement et de désillusion. «*D'autant, souligne Bruno Humbeeck, que chaque enfant doit se développer individuellement dans un contexte de compétition impitoyable au sein d'une «société de déclassé» qui laisse supposer que 8 enfants sur 10 auront un poste inférieur à celui de leurs parents et que pour occuper une fonction équivalente, ils devront effectuer 5 années d'étude supplémentaires.*»

Jeux de pouvoir

Au sein d'une cellule familiale, un parent peut être un hyper-parent et l'autre pas, ou du moins ne l'être qu'à un degré très inférieur. Cette situation représente le motif le plus fréquent des consultations chez un psychologue, un psychopédagogue, un médecin ou un coach familial dans le cadre de l'hyper-parentalité. Concrètement, un des conjoints ne supporte plus les exigences parentales de l'autre, parfois à un point tel que le couple se met à vaciller. Une cause classique de discorde concerne les repas lorsqu'un des parents est orthorexique, c'est-à-dire en proie à

une obsession pour un régime alimentaire sain et équilibré qu'il veut, en l'occurrence, imposer à l'enfant. «*Pour contourner ce type d'écueil, précise Bruno Humbeeck, il faut instaurer de la souplesse dans le style parental. L'insuffler fait partie du rôle du thérapeute. Sans cette souplesse, il est fréquent que des jeux de pouvoir impliquant l'enfant voient le jour au sein de la famille. Par exemple, si une mère a des comportements excessifs au niveau éducatif, le père utilisera parfois la moquerie pour mettre l'enfant dans son camp. La mère en souffrira, se sentira disqualifiée. Or, rappelons-le, nous ne sommes pas dans la pathologie et personne n'a raison ni tort. Rééquilibrer les jeux de pouvoir doit être une priorité.*»

Il arrive que des hyper-parents craquent, soient épuisés, se sentent coupables de ne pas être fidèles à l'image qu'ils s'étaient forgée de la parentalité ou déplorent que le bonheur absolu auquel ils rêvaient soit une chimère. Certains cheminent alors vers un burn-out parental. Ce n'est pourtant pas la règle. Le plus souvent, le mal-être n'est que temporaire. Par conséquent, le burn-out doit plutôt être appréhendé comme une conséquence pathologique d'une hyper-parentalité mal assumée.

Et l'enfant ? Comment vit-il la situation d'une «parentalité hypertrophiée» ? Tantôt, nous l'avons vu, il deviendra un enfant d'intérieur lorsque l'hélicoptère prend trop de place dans son ciel. Tantôt, si le système éducatif en vigueur dans sa famille est excessif, il l'assimilera à du harcèlement. Toutefois, dans la plupart des cas, il s'adaptera, fera preuve de plasticité. En outre, les crises de l'adolescence auront fréquemment pour vertu d'amener le système éducatif parental à s'interroger sur lui-même et à s'amender s'il pêche par des excès. Qui plus est, l'hyper-parentalité commune tend à se généraliser dans un monde coiffé d'un épais halo d'incertitude, de sorte qu'elle n'apparaît plus comme anormale aux yeux des jeunes qui y sont confrontés. Les adolescents en viennent d'ailleurs à développer des mécanismes de résistance comme quand ils sourient ensemble de leurs parents. «*Je ne me tracasse pas trop pour les enfants et les adolescents*», assure Bruno Humbeeck. Mais comme il le mentionne néanmoins, trop de radicalité dans certaines composantes de l'hyper-parentalité peut tracer de mauvais sillons. Ainsi, le recours incessant à des mécanismes de parentalité hélicoptère induira chez le jeune un manque drastique de confiance envers l'environnement dans lequel il doit prendre place et freinera par là même son accès à l'autonomie. Autre exemple: dans la parentalité drone, le zèle déployé par les parents pour anticiper en permanence les besoins et envies de l'enfant risque d'entretenir chez lui l'impression

d'être le centre du monde et le sentiment de toute-puissance de ses émotions, qui devraient dès lors être partagées par tous. Illusion qui sera battue en brèche par la réalité des relations humaines.

En raison de leur vision sécuritaire, les parents hélicoptères ont favorisé l'éclosion d'«enfants d'intérieur» qui tendent à se réfugier dans leur chambre derrière leurs écrans avec la conviction que l'on peut tout faire à partir de chez soi

Une certaine idée du bonheur

Des pédagogues comme Françoise Dolto et Maria Montessori disaient sans ambages qu'un parent doit faire passer ses émotions derrière celles de l'enfant et se préoccuper de lui avant de se préoccuper de soi. Une mauvaise piste selon la plupart des psychologues, pédagogues et psychopédagogues actuels. D'après eux, le bonheur est le fruit d'une volonté, d'une décision, sans quoi il se dérobe sous vos pieds. «*Il faut que le parent puisse décider que lui aussi, en tant qu'adulte, a droit au bonheur et qu'il ne doit pas le sacrifier. L'exigence qu'il doit avoir vis-à-vis de lui-même est donc d'être le plus heureux et le plus épanoui possible, d'autant que le bien-être des parents retentit inmanquablement sur celui de leurs enfants*», insiste Bruno Humbeeck. Pour donner à l'enfant l'envie de grandir, de devenir un jour un adulte, ce qui est somme toute le but de l'éducation, il n'y a d'autre solution pour les parents que de se dégager des entraves au bonheur. Ce qui implique de faire le deuil d'une inaccessible perfection et de poser un regard lucide et amusé sur l'hyper-parentalité. «*À la Homer Simpson, le père emblématique de la série télévisée d'animation bien connue*», suggère le professeur Humbeeck.

Le deuil de la perfection s'étend aussi, et surtout peut-être, à une certaine idée du bonheur. Car une des caractéristiques des hyper-parents est d'entretenir l'image d'un bonheur intense et continu pour leurs enfants. Elle est irréaliste. «*Nous devons tous viser un bonheur serein, qui se situe vers 7 sur une échelle de 1 à 10, estime Bruno Humbeeck. Le 9 ou le 10 se réfèrent à des moments de fulgurance - lorsqu'on est amoureux, par exemple. Avec sa survalorisation de la joie, notamment, la pédagogie positive a généré beaucoup d'ambiguïté.*» Un jour, un journaliste demanda à l'acteur Jean-Pierre Bacri s'il était un homme heureux. Il eut une réponse pleine de bon sens. À peu près celle-ci: «*Lundi, par exemple, j'ai été heureux de 14h29 à 16h12 et de 19h15 à 20h20.*» **A**



Hyper-parentalité. Apprendre à lâcher prise pour le bien des parents et des enfants, Bruno Humbeeck, Mardaga, 2022

Colombe

©Alsy 2023

Je fais une expérience sur le principe d'inertie.



D'abord, on observe.



Pourquoi vous me regardez comme ça?

Puis, on formule une hypothèse: ce canari subit le principe d'inertie dû à sa captivité et ne sortira pas de sa cage.

Ensuite, on passe à l'expérience proprement dite.



Ciao les nazes! YOUHO!! À moi la libertééé!



Tu t'es gourée. Attends, regarde...



Après, on interprète les résultats...

La force du désir de liberté que subit mon canari est compensée...

...par la force de peur engendrée par la liberté nouvellement acquise.



Ce qui mène à sa parfaite immobilité. Et on formule une conclusion:

Dans une situation nouvelle, les forces de désir et de peur de liberté s'annulent.

Vous avez déjà réussi à vous échapper d'une planche de dessins, vous?



Dites...





Curiokids

Mimétisme ou l'art d'arnaquer les autres

Et si on te disait que la nature pouvait te jouer des tours ? En jetant un coup d'œil attentif à ton environnement, tu noteras qu'il existe de nombreuses espèces, animales ou végétales, qui ressemblent à d'autres espèces. Est-ce le fruit du hasard ? Pas vraiment !

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE - INFO@CURIOKIDS.NET
PHOTOS: ©ROCKAFOX - STOCK.ADOBE.COM (P.29), ©PHOTOSAINTTROPEZ - STOCK.ADOBE.COM (P.29),
©HHELENE - STOCK.ADOBE.COM (P.30), ©FEDERICO - STOCK.ADOBE.COM (P.30),
©KURITAFSHEEN - STOCK.ADOBE.COM (P.30), COURTESY OF BAD (P.30),
©ED BROWN - STOCK.ADOBE.COM (P.31), ©GVS - STOCK.ADOBE.COM (P.31),
©MEYERFRANZGISELA - STOCK.ADOBE.COM (P.31)

ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT

Le mimétisme, c'est quoi ?

Pour faire simple, le mimétisme c'est la capacité de certaines espèces à copier l'apparence ou le comportement d'autres organismes pour duper un autre être vivant. Comme s'ils prenaient le polynectar dans *Harry Potter*, sauf qu'ici, ce n'est pas une potion.

Autant présent dans le royaume animal que végétal, le mimétisme permet à certains êtres vivants d'augmenter leur espérance de vie, de se nourrir ou de faciliter la reproduction. Il existe différentes formes de mimétismes. Le mimétisme visuel est le plus spectaculaire: l'être vivant imite l'apparence physique d'une autre espèce comme ses couleurs, sa forme. Par exemple le syrphe (*syrphus ribesii*) est une petite mouche inoffensive



En imitant d'autres espèces ou des objets par la ressemblance ou le comportement, un animal, par exemple, peut se cacher de ses prédateurs ou lui faire croire qu'il est plus dangereux que lui. C'est comme un jeu de cache-cache à l'échelle du monde pour assurer sa survie. Les espèces mimétiques sont nombreuses à effectuer ce tour de passe-passe: citons par exemple le phasme gaulois, le poisson feuille, le papillon vice-roi, l'hippocampe pygmée, la chenille du sphinx et bien d'autres encore. Tentons de les débusquer ensemble !



Le phasme gaulois se prend pour une branche





Un syrphé

et sans dard. Cependant, elle ressemble fortement à la guêpe. Ses prédateurs, par peur de se faire piquer, l'évitent autant que les guêpes !

Cependant, le monde du mimétisme va bien au-delà de la confusion visuelle. Certaines espèces exploitent le mimétisme comportemental, olfactif ou encore acoustique comme stratégie infaillible pour se défendre ou se reproduire. La suite de ce dossier te montrera comment.



Les acteurs du mimétisme

Quand on parle de mimétisme, il faut savoir qu'il y a 3 acteurs importants:

- ❶ Le **model**: un être vivant (ou non) qui sera imité.
- ❷ Le **mime**: l'être vivant qui imite le model.
- ❸ Le **dupé**: l'être vivant qui sera trompé par le mime. Celui-ci appartiendra toujours au règne animal.

Au sein même de la fleur, on a du mal à l'apercevoir !



La mante orchidée se régale de son festin



Rien de tel qu'un exemple pour illustrer le concept. Prenons la mante orchidée (*Hymenopus coronatus*). Cet insecte (le **mime**) ressemble très fort à une orchidée, une fleur tropicale (le **model**). Cette petite bestiole mesurant 3 à 6 cm se camoufle en s'installant sur les pétales de la fleur. Elle est pratiquement invisible. Quand un papillon pollinisateur (le **dupé**) s'approche pour butiner l'orchidée, la mante le saisit avec ses mâchoires et le dévore. Un exemple qui permet à la mante de se nourrir d'insectes volants en faisant le moins d'efforts possible. Fûtée non ?

À quoi ça sert d'imiter les autres ?

Nous te le disions, le mimétisme dans la nature n'est pas dû au hasard. Si certaines espèces imitent une feuille d'arbre ou un caillou, c'est pour une bonne raison: assurer sa survie. Plus précisément, le mimétisme sert à se défendre des prédateurs, chasser ses proies plus facilement, passer inaperçu ou faciliter la reproduction. Autant de fonctions vitales pour les espèces animales et végétales.

SE DÉFENDRE DES PRÉDATEURS

Quand on est une proie, il faut pouvoir se défendre sinon on termine dans l'estomac de son prédateur. Mais quand on n'a pas de dard comme l'abeille, ou de piquants comme le hérisson, il faut trouver une parade. Pour échapper à cette dure loi de la nature, ressembler à une espèce dangereuse ou toxique s'avère être une stratégie plus qu'intéressante.

CHASSER INCOGNITO

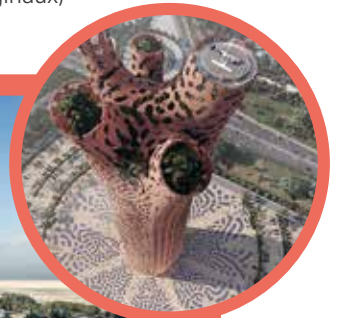
Certains prédateurs aussi nous la jouent à l'envers. Pour assurer leur festin, certains prédateurs ont la capacité d'imiter une espèce inoffensive, pour s'approcher en douce de leur proie. Tout comme le loup qui se déguise en brebis dans le conte. Un bel exemple est l'araignée argiope argentée (*Argiope argentata*). Cet arthropode tisse des toiles avec des motifs originaux,

Le truc de ouf !

Une tour baobab inspirée de la nature au Sénégal

Un immense bâtiment baobab d'une hauteur de 290 m et d'un tronc de 50 m de diamètre verra le jour à Dakar, la capitale du Sénégal. L'originalité de cette tour va bien au-delà de sa forme en baobab, un arbre emblématique de l'Afrique. Elle sera énergétiquement autonome, produira sa propre eau et mobilisera des ressources locales pour sa construction. La construction, parlons-en ! Sa façade sera réalisée par impression 3D. Une technique d'ingénierie robotisée qui utilisera l'argile du sol pour imprimer la façade. Ensuite, les panneaux vitrés, composés de cellules photovoltaïques transparentes, produiront de l'électricité. L'eau de pluie sera récupérée par des membranes et envoyée vers une station de traitement pour la rendre potable. Au sommet, des micro-forêts dédiées à la faune et à la flore africaines seront créées. Le dessin de la façade s'inspire de la croissance d'organismes biologiques. Un motif unique au monde que l'on pourra observer dans un futur proche.

La Tower of Life, un exemple de biomimétisme architectural



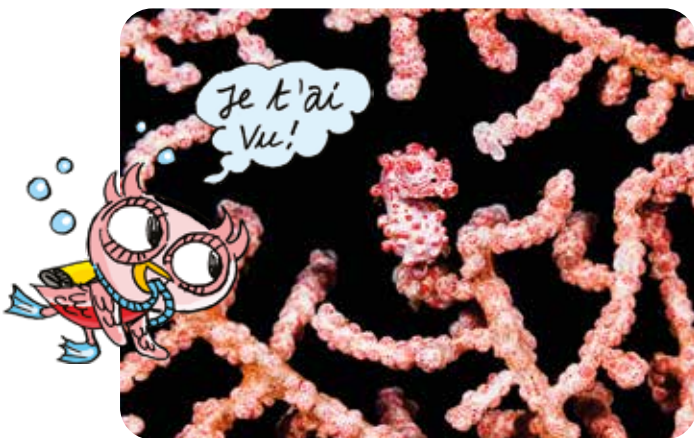
ressemblant aux motifs de certaines fleurs. Les abeilles, attirées par ce qu'elles pensent être du nectar, se jettent dans la toile. Et voilà, le repas est servi.

SÉDUIRE SA BELLE SANS EFFORT

Certains poissons mâles se font passer pour des femelles pour les approcher plus facilement en période de reproduction. C'est le cas par exemple du poisson Blennie paon (*Salaria pavo*). En période de reproduction, la femelle ondule d'une certaine manière et présente une couleur définie. Une fois les œufs pondus, le mâle garde le nid jusqu'à l'éclosion. Mais il arrive qu'un mâle se fasse passer pour une femelle en ondulant de la même manière, pour s'approcher du nid avant la ponte des œufs. Il arrose le nid de sa semence. Avec un peu de chance, un ou plusieurs œufs seront fécondés.

DISPARAITRE EN 2 SECONDES

le camouflage, ou l'art de se cacher, est une stratégie répandue sur terre comme dans les mers. Le meilleur exemple est l'hippocampe pygmée (*Hippocampus bargibanti*) dont la capacité de camouflage est telle qu'il n'a été découvert qu'en 1969. Ce poisson rikiki de 2 cm à tête de cheval a l'apparence de la gorgone Muricella, une cousine des coraux. Son corps et sa couleur imitent à la perfection celui de la gorgone. Si bien que son prédateur, le poisson-faucon à long nez, a du mal à le distinguer.



ACTU science:

Le biomimétisme: quand la nature inspire les scientifiques

Qu'il s'agisse de se soigner, se déplacer, se défendre ou créer des outils pour la vie de tous les jours, l'homme s'est toujours inspiré de la nature. Et il a raison. Autour de nous, les plantes, les animaux et les bactéries ont prospéré sur la terre grâce à un ensemble d'expériences. Notre planète est en réalité un immense laboratoire qui date de plus de 3,8 milliards d'années et dont les résultats de la recherche sont présentés autour de nous: la nature. Le fait d'imiter la nature pour transposer ses solutions dans nos technologies s'appelle le biomimétisme. Les premiers hommes utilisaient des cailloux en forme de dents pour garnir leurs flèches. Depuis, la nature a été un modèle pour l'homme. Créer des médicaments révolutionnaires, de nouveaux matériaux, des bâtiments plus durables, des textiles pour le sport,... voici autant d'exemples d'applications inspirées par la nature pour solutionner de grands problèmes. Il faut que tu saches que la nature fonctionne toujours selon un principe d'économie d'énergie, de fonctionnement optimal et sans production de déchet. Tout se récupère. En biomimétique, on s'attache à ces mêmes principes. Imiter la nature pour des applications durables et respectueuses de l'environnement. C'est un domaine dans lequel la recherche investit énormément d'argent car les enjeux sont cruciaux pour apporter des solutions efficaces et durables, sans nuire à notre planète.

Léonard De Vinci s'est inspiré des oiseaux pour imaginer ses machines volantes



Le selfie du jour



Les orchidées Ophrys

Orchidée mouche, orchidée araignée, orchidée abeille, voici des fleurs qui ne se gênent pas pour tromper les insectes pollinisateurs. Un de leurs pétales, appelé lèvre, ou encore labelle, est plus long et bien particulier. Ce pétale prend l'apparence d'une femelle abeille ou guêpe. Les mâles, qui espèrent se reproduire avec la soi-disant femelle, visitent la fleur. Pas de chance, ce n'était pas une jolie demoiselle ! Cependant, le mâle ne repart pas bredouille, il se charge de pollens et poursuit son chemin. Pourquoi les orchidées trompent-elles les insectes ? Certainement pas pour les manger. Mais parce qu'elles ont besoin d'eux pour polliniser d'autres orchidées et assurer la reproduction de ces fleurs.



LE P'TIT DICO



Prédateur : c'est l'espèce qui mange (consomme) d'autres espèces pour vivre.

Proie : c'est l'espèce qui est chassée par le prédateur pour être mangée.

Fossilisé : un procédé naturel très lent durant lequel les tissus de l'être vivant sont remplacés par des minéraux.

Larve : c'est le premier stade de développement du «petit» après l'éclosion de l'œuf. Il achève son développement en dehors de l'œuf.

Espèce : en biologie, on parle d'une espèce quand les individus peuvent se reproduire entre eux et obtenir des jeunes viables, capables de se reproduire aussi.

LES DIFFÉRENTES FORMES DE MIMÉTISME

1 MIMÉTISME BATÉSIEN

Une bonne stratégie de survie est de se faire passer pour plus méchant qu'on ne l'est. Certains êtres vivants imitent alors des modèles dangereux appartenant à d'autres espèces. Des modèles qui ont soit des épines ou des aiguilles, soit qui émettent des substances chimiques toxiques comme le venin. Le prédateur ne faisant pas la différence entre l'espèce toxique et l'espèce inoffensive, s'abstient de le manger. Voilà comment certaines espèces trompent leurs ennemis pour se défendre. C'est comme si tu portais un kimono et une ceinture noire de karaté sans avoir suivi de formation. Ton ennemi, devant ton habit de karateka, fera certainement demi-tour. C'est le scientifique britannique Henry Walter Bates qui a étudié cette forme de mimétisme au 19^e siècle. De nombreuses espèces parmi les papillons, les serpents, les fourmis, les guêpes, les pieuvres exploitent cette stratégie pour se jouer de leurs prédateurs.

2 MIMÉTISME MULLÉRIEN


Certaines espèces, toutes toxiques ou dangereuses, adoptent les mêmes formes ou couleurs. Comme ils se ressemblent tous, ces animaux se protègent les uns les autres contre les prédateurs. Le prédateur ne doute pas, il sait par expérience que ces êtres-vivants-là seront immangeables voire mortels. Pour bien comprendre, imagine que tu es vraiment ceinture noire de karaté. Ton kimono blanc ressemble à celui de Judo, d'Aïkido, de jujitsu... autant d'arts martiaux différents assurant la protection. Pour tout le monde, ton kimono blanc et ta ceinture veulent dire

«attention, je peux te mettre KO !», sans même pouvoir faire la différence entre les différents kimonos. Et bien c'est pareil ici avec cette forme de mimétisme découvert par Fritz Müller, un zoologue allemand lui aussi du 19^e siècle.

3 AUTOMIMÉTISME

L'automimétisme s'opère au sein d'une même espèce. Soit en consommant des plantes qui rendront leur goût détestable, soit en affichant sur leur corps un œil ou une tête. Dans le premier cas, le papillon Monarque est un papillon apprécié des geais bleus. Cependant, ce papillon a un goût détestable quand il se nourrit sur sa plante: l'asclépias. À un point tel que l'oiseau le vomit s'il tente de le manger. Dans l'autre cas, certains animaux présentent un œil ou un visage sur leur corps. Les ailes du papillon bleu *Strymon melinus* comportent le dessin d'une fausse tête. Si bien que l'araignée sauteuse ou les oiseaux s'attaquent aux ailes et non à la tête de l'animal, avec une chance plus grande pour lui de s'échapper.

4 CAMOUFLAGE

Le camouflage est une stratégie différente puisque l'espèce animale imitera son environnement pour disparaître. En prenant la couleur ou la forme d'une feuille, d'une pierre, du sable, ou d'une brindille, ces espèces mimétiques passent inaperçues. C'est pratique quand on est tout petit. Cependant, ça marche également sur les plus gros animaux. Au lieu de prendre la forme d'un objet, leur pelage prend la teinte de leur environnement. Ainsi le léopard tacheté passe inaperçu dans la brousse. La robe du zèbre est pleine de rayures, une manière de troubler son prédateur principal, le lion. Certains animaux peuvent changer de couleur à la demande. Ainsi le caméléon adapte la couleur de sa peau suivant qu'il soit sur un tronc d'arbre, le sable ou la terre. 




TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec Curiokids:
«Plutôt gonflées ces bactéries !»

SCANNE-MOI





Quand les maths se mettent en train

Guillaume Dalle est un jeune chercheur à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, en Suisse. En décembre 2022, il a défendu sa thèse de doctorat intitulée *Apprentissage statistique et algorithmes d'optimisation combinatoire, avec des applications à la planification ferroviaire*. Pour Athena, il revient sur ses travaux et explique comment les mathématiques peuvent aider à faire rouler des trains

TEXTE : CLÉMENTINE LAURENS - TWITTER: @CLEMLAURENS
PHOTOS : © DEN-BELTSKY - STOCK.ADOBE.COM (P.33), VECTORJUICE/FREEPIK (P.34)



INTERVIEW DE
GUILLAUME DALLE

► **Des mathématiques pour la «planification ferroviaire» ? Qu'est-ce que cela signifie exactement ?**

Les mathématiques fournissent des outils puissants pour faire face à certains enjeux du secteur ferroviaire. Dans ma thèse, par exemple, je me suis intéressé à la résolution de 3 grands problèmes. D'abord, la prédiction des pannes. Le but est d'anticiper la survenue des avaries graves, celles qui peuvent causer l'immobilisation d'une rame. On souhaite prévoir à quel moment un tel problème risque d'arriver, pour envoyer la rame au centre technique avant qu'elle ne tombe réellement en panne.

Le second problème que j'ai considéré est celui de la propagation des retards - cet effet papillon qui fait qu'un train subissant un retard entre Bruxelles et Ottignies peut in fine perturber la circulation ferroviaire entre Gand et Anvers.

Enfin, j'ai travaillé sur l'allocation des voies. Sur un réseau ferroviaire, on a des trains, des gares et des horaires à respecter. Il faut donc attribuer à chaque train un itinéraire à travers le réseau qui lui permette de relier sa gare de départ et sa gare d'arrivée, ceci en respectant les horaires... Et surtout, sans rentrer dans un autre train !

► **Comment vous êtes-vous attaqué à ces 3 sujets ?**

Pour la prédiction des pannes, on peut exploiter le fait que les trains d'aujourd'hui ne sont pas juste constitués de roues et d'un moteur. Ils embarquent tout un tas de composants informatiques qui envoient régulièrement des informations sur l'état du train. Elles peuvent être tout à fait banales - comme l'information «Le moteur a été allumé à telle heure» - ou plus alarmantes: par exemple «Tel appareil n'a pas démarré». Avec les bons outils mathématiques, on peut utiliser ces données quotidiennes pour prédire la survenue des problèmes les plus graves.

Concernant la propagation des retards, le constat initial est que, lorsqu'on décide des horaires des trains, il est difficile de choisir exactement les bons intervalles entre les différents départs et



arrivées. Avec un délai trop long, on fait circuler moins de trains dans une journée, mais avec un délai trop court, on est très sensible aux perturbations ! C'est ce qui explique cet effet boule de neige dans les retards. Pour améliorer les choses, on peut tâcher de comprendre la mécanique de propagation des retards et créer un modèle statistique qui anticipe leur survenue. Cela permettrait ensuite planifier les horaires des trains de sorte qu'ils puissent naturellement amortir les imprévus.

Le problème de l'allocation des voies, lui, est extrêmement compliqué - en mathématiques, on dit que c'est un problème «NP-difficile». Pourtant, il est facile de trouver un itinéraire entre une gare de départ et une gare d'arrivée pour un seul train ! Mais la complexité explose parce que les trains sont nombreux, et qu'on ne veut pas qu'ils entrent en collision. L'idée, c'est donc d'approcher le problème difficile (celui avec plusieurs trains) de manière intelligente, pour pouvoir le ramener au problème simple (celui avec un seul train).

Prédictions, décisions

► Quels défis pose la résolution de tels problèmes ?

La première des difficultés, c'est de trouver un langage commun pour relier le monde des mathématiques et le secteur ferroviaire. C'est loin d'être évident: on n'a pas les mêmes compétences, on n'est pas habitués aux mêmes outils ni aux mêmes enjeux. La modélisation, c'est toujours un défi: comment passer d'un problème très concret avec plein de paramètres à un problème simplifié, exprimé en langage mathématique et sur lequel on puisse faire des calculs ?

► Quels outils mathématiques utilise-t-on ?

Ma recherche fait intervenir essentiellement 2 disciplines: l'apprentissage automatique (aussi appelé «machine learning») et l'optimisation. L'apprentissage automatique, c'est l'art de décrire un système dans lequel il y a des données de départ et des données de sortie, en donnant une relation entre les entrées et les sorties à l'aide de lois de probabilité. En somme, on veut pouvoir dire: «s'il se passe ceci en entrée du système, en sortie on a telle probabilité qu'il se passe ça et telle probabilité qu'il se passe ça».

Pour modéliser la propagation des retards par exemple, la donnée d'entrée est l'état du réseau ferroviaire à une certaine heure, et la sortie l'état du réseau quelques minutes plus tard. Et pour la prédiction de panne, les données d'entrée sont les informations fournies quotidiennement par



L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE OU MACHINE LEARNING

Comme son nom l'indique, le principe de l'apprentissage automatique est de permettre à un ordinateur d'«apprendre par lui-même». Pour cela, on lui fournit un très grand nombre de données, et grâce à des règles statistiques la machine peut inférer les relations, les lois, cachées dans ces données: elle «apprend» comment ces dernières sont structurées. On appelle cette étape la phase d'apprentissage ou d'entraînement. Dans un second temps, l'ordinateur peut réinvestir ce qu'il a appris pour analyser de nouvelles données - c'est la phase de production.

Un cas d'usage très classique de *machine learning* est la reconnaissance automatique d'images - par exemple, pour identifier le type d'animal présent sur une photographie. Pendant la phase d'entraînement, on fournit à un ordinateur un très grand nombre de photos avec leurs descriptions: «chat», «serpent», «baleine»... L'ordinateur va alors trouver une méthode pour relier les photos à leurs descriptions. Par exemple, il peut identifier que lorsque la forme centrale comporte des rayures il s'agit souvent d'un zèbre ou d'un tigre, ou constater que lorsque la couleur bleue est dominante dans l'image, il s'agit souvent d'une baleine... En recoupant toutes ces observations statistiques, l'ordinateur «apprend» des règles lui permettant d'identifier les animaux sur les images. Règles qui lui permettent ensuite d'identifier les animaux sur de nouvelles photographies, cette fois-ci sans avoir préalablement accès à leurs descriptions.

le train, et la sortie est la probabilité que le train tombe en panne à un certain moment.

► Et l'optimisation ?

C'est ce qui nous sert à résoudre concrètement les problèmes. Car une fois qu'on a des prédictions, on veut pouvoir prendre des décisions: à quel moment faut-il envoyer un train au centre technique ? Quel itinéraire lui faire prendre ? Le but de l'optimisation, c'est de concilier des contraintes - des horaires à respecter, l'impossibilité pour 2 trains de se retrouver au même endroit au même moment etc. - et des objectifs. Ces objectifs sont souvent exprimés sous la forme de quantités qu'on veut maximiser ou minimiser: on veut un minimum de coûts de maintenance, un minimum de retards...

► Pourquoi faire des mathématiques ferroviaires ?

Dans le contexte écologique actuel, si l'on veut encourager le report modal de la voiture ou de l'avion vers le train, il est important d'avoir un système ferroviaire qui soit fiable, attractif et économiquement performant. Les trains n'ont pas attendu la recherche en mathématiques pour rouler bien sûr, mais notre discipline peut aider à améliorer le système existant pour faciliter la transition écologique. A



Plan prometteur anti-métastases: brouiller les radars

Chaque année, un diagnostic de cancer est prononcé chez plus 65 000 personnes en Belgique. Parmi elles, 27 000 décéderont de leur maladie, dont quelque 24 000 du fait de la présence de métastases. Dès lors, identifier les mécanismes conférant à certaines cellules cancéreuses la capacité de quitter leur tumeur d'origine et de s'implanter dans d'autres tissus et organes constitue un des défis majeurs de l'oncologie. Un défi que relève depuis plusieurs années, avec de récentes avancées significatives, l'équipe du professeur Pierre Sonveaux à l'UCLouvain

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT • PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE • WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE
PHOTOS: © ALEXANDER LIMBACH - STOCK.ADOBE.COM (P.35), © PIERRE SONVEAUX (P.38)

Pour chaque patient cancéreux, le pronostic est largement conditionné par les propriétés invasives et métastatiques de sa tumeur. «*La survenue de métastases représente la transition entre un cancer localisé et un cancer généralisé, et souvent aussi, sur le plan clinique, entre des thérapies à visée curative et des thérapies à visée palliative destinées à améliorer la qualité de vie du patient pendant le temps, souvent assez limité, qu'il lui reste à vivre*», souligne le professeur Pierre Sonveaux, de l'Institut de recherche expérimentale et clinique de l'UCLouvain, directeur de recherche du F.R.S.-FNRS et investigateur WELBIO au sein du *Wel Research Institute*.

En août 2014 puis en mars 2022, son équipe publiait deux articles complémentaires dans les revues *Cell Reports* (1) et *Cancers* (2). À l'époque, on savait que les cellules progénitrices métastatiques, qui, par définition, essaient depuis une tumeur primaire vers des sites secondaires pour

former des métastases, sont sélectionnées dans les environnements hostiles de la tumeur primaire caractérisés principalement par un manque d'oxygène (hypoxie), un manque de nutriments (glucose, lipides, glutamine...) et/ou une accumulation de déchets métaboliques (acide carbonique et acide lactique), résultant tous d'une vascularisation insuffisante. Cependant, afin de s'adapter ou de s'échapper, encore faut-il que la cellule cancéreuse soit informée de la nature de son microenvironnement. C'est dans ce contexte que sont intervenus les chercheurs de l'UCLouvain en proposant l'existence de senseurs





environnementaux dans les cellules cancéreuses. En quête d'un tel senseur, ils ont d'abord mis en évidence que les progéniteurs métastatiques avaient en commun de posséder des mitochondries (les «centrales énergétiques» de la cellule) de structure aberrante et à l'activité anormalement accrue. Ils ont ensuite montré que, dans ce cas, les mitochondries se comportent comme un senseur en générant un signal, l'anion superoxyde (un radical libre), à destination du cytosquelette de la cellule cancéreuse afin de l'inciter à migrer vers un environnement moins hostile. «*Le superoxyde active différentes voies signalétiques qui contribuent au processus métastatique*», précise le professeur Pierre Sonveaux.

MitoQ, molécule de l'espoir

Sur la base de cette découverte, les chercheurs de l'UCLouvain ont balisé une voie thérapeutique potentielle. En effet, ils ont réussi à prévenir l'apparition de métastases chez des souris amenées expérimentalement à développer un cancer du sein humain triple négatif spontanément métastatique (3). Comment ? En inactivant le superoxyde par l'administration quotidienne de MitoQ, un candidat médicament qui s'est avéré peu toxique pour l'être humain lors d'études cliniques de phase 1, avant d'être testé actuellement chez des patients souffrant de la maladie de Parkinson, de la maladie d'Alzheimer ou de l'hépatite C. En outre, à son grand étonnement, l'équipe de Pierre Sonveaux a observé chez la souris que le MitoQ prévenait les récurrences de tumeurs du sein humaines après chirurgie.

Plusieurs raisons ont poussé les chercheurs à choisir le cancer du sein pour mener à bien leurs travaux. D'abord, il se diagnostique généralement tôt grâce aux tests de dépistage et à la mammographie. Ensuite, il est extrêmement courant. Avoir opté, parmi les cancers mammaires, pour les triples négatifs (10 à 15% des cas) se justifie par la fréquence des rechutes et des métastases qui les caractérise. À l'échelle mondiale, 225 000 femmes (un millier en Belgique) sont atteintes chaque année de cette forme de tumeur du sein. Actuellement, les prédictions sont que la moitié d'entre elles seront en proie à des récurrences locales et/ou à des métastases, quel que soit le traitement mis en œuvre. Parmi elles, 10% seulement guériront. Grâce au MitoQ, on peut nourrir l'espoir de faire obstacle à ces fatalités dans un futur à moyen terme.

Pierre Sonveaux précise que la dose de MitoQ requise pour le traitement du cancer s'avère inférieure à celle qui occasionne des nausées et des vomissements dans les essais thérapeutiques

ayant trait aux maladies d'Alzheimer et de Parkinson ainsi qu'à l'hépatite C. Dans ces affections, le superoxyde est produit en quantité telle qu'il tue les cellules. Le MitoQ doit alors être administré à haute dose pour bloquer la mort cellulaire. Dans le cancer, la production de radicaux libres est excessive mais cependant plus modérée. «*Nous avons testé chez la souris la combinaison de MitoQ avec toutes les chimiothérapies qui peuvent être employées en hôpital chez les patientes souffrant d'un cancer du sein*, indique encore Pierre Sonveaux. *Nous n'avons observé aucune interférence médicamenteuse.*»

L'équipe de l'UCLouvain a breveté une signature génétique de la réponse au traitement par MitoQ. Elle repose sur l'expression de 13 gènes, qui change dès les premières semaines selon l'efficacité de la thérapie. Lors des essais cliniques de phase 2 chez les patientes souffrant d'un cancer du sein triple négatif, cette signature sera employée afin de gagner un temps précieux. «*Cela nous permettra de ne pas devoir attendre des mois, voire des années, avant de savoir si une patiente répond ou non au traitement*», précise notre interlocuteur.

La graine et le sol

Une étude complémentaire aux 3 précédentes, consacrée cette fois aux métastases du cancer du pancréas, a été publiée le 7 octobre 2022 dans la revue *Cancers* (4). Elle a abouti à des résultats analogues à ceux de ses devancières quant au rôle de l'anion superoxyde dans l'activation de la cascade métastatique et à la capacité du MitoQ de bloquer la formation de métastases. Un mois plus tôt, le 8 septembre, *Cancers* avait publié les résultats d'une autre étude du même groupe - première auteure: Marine Blackman (5). Des travaux qui, en un sens, permettaient de boucler la boucle. Car si le professeur Sonveaux et son équipe se sont intéressés dans un premier temps à l'initiation de la cascade métastatique, ils s'intéressent maintenant à son aboutissement. Plus précisément, une question les taraudait: par quelle stratégie les progéniteurs métastatiques colonisent-ils certains organes en particulier, à l'exclusion d'autres, et y génèrent-ils ainsi des métastases ? Pourquoi, par exemple, un cancer du sein métastase-t-il dans le cerveau, les poumons, le foie ou les os, mais jamais dans le lobe de l'oreille ou dans les doigts ?

Pierre Sonveaux rappelle que chez les patients souffrant d'un cancer avancé métastatique, environ un million de cellules cancéreuses par gramme de tumeur accèdent chaque jour à la circulation sanguine. Elles ont alors le statut de cellules tumorales circulantes (CTCs). Leur migration au départ de la tumeur primaire est

Les recherches du Pr Sonveaux peuvent être soutenues directement par un don à la Fondation Louvain.

<https://uclouvain.be/fr/instituts-recherche/irec/fath/nous-aider.html>

truffée d'embûches, puisqu'elles sont appelées à franchir plusieurs obstacles au cours de leur cheminement. En effet, elles doivent quitter la tumeur primitive, traverser la paroi des vaisseaux afin d'être véhiculées par la circulation sanguine ou lymphatique tout en subissant les attaques du système immunitaire, la retraverser pour migrer vers leur lieu de destination et, enfin, pénétrer dans l'organe où elles vont s'installer. Un véritable parcours du combattant. Une infime minorité (0,01%) des CTCs, les progéniteurs métastatiques, peuvent arriver à bon port grâce aux propriétés particulières qui les rendent capables de coloniser un organe distant.

On sait par ailleurs de longue date, comme précédemment évoqué, que les cancers ne métastasent pas au hasard. Selon leur type, les cellules progénitrices métastatiques ont une prédilection pour des organes bien déterminés. En se basant sur la théorie de la «graine et du sol» proposée dès 1889 dans *The Lancet* par le chirurgien britannique Stephen Paget, l'apparition de métastases dépendrait strictement de l'adéquation entre les besoins d'une cellule progénitrice métastatique donnée, qui serait la «graine», et les ressources que peut fournir un organe donné, assimilable au «sol». Ainsi, par exemple, un besoin de glucose ou de lipides auquel le progéniteur métastatique serait confronté dans la tumeur primaire pourrait le conduire à s'établir préférentiellement dans le cerveau, tandis qu'une carence en oxygène pourrait l'amener à s'implanter dans le poumon.

La question est alors: comment l'organotropisme (6) est-il piloté ? Comment, une fois dans le torrent sanguin, les progéniteurs métastatiques sont-ils à même de s'arrêter au niveau du site secondaire qui satisfera leurs besoins ? C'est là que sont intervenus de nouveau les chercheurs de l'UCLouvain: ils suggèrent l'existence d'une seconde classe de senseurs qui informeraient la cellule qu'elle traverse un organe propice à sa survie et à son développement. Il y aurait donc des senseurs environnementaux favorisant le départ de la tumeur primaire et d'autres responsables de l'arrêt des progéniteurs métastatiques arrivés à destination.

Cox7b, un senseur de destination

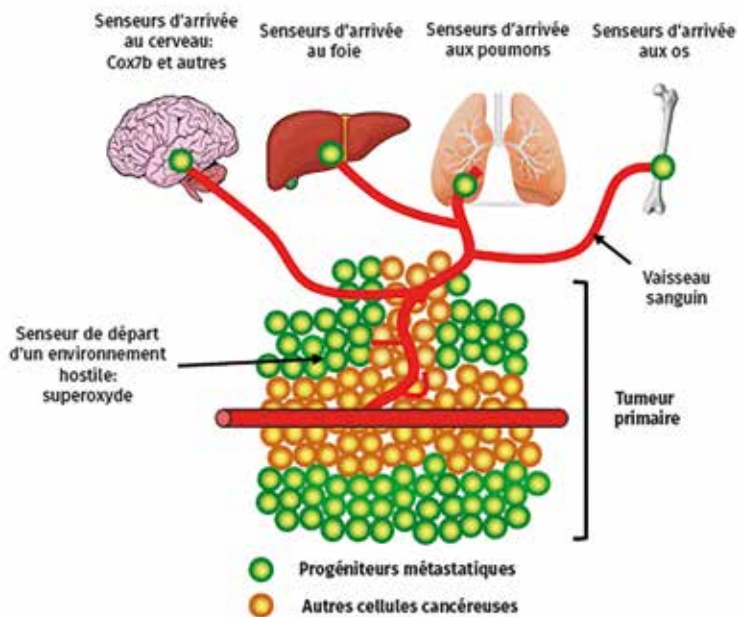
Pierre Sonveaux et son équipe ont cherché à valider leur hypothèse en utilisant comme modèle un cancer du sein humain triple négatif capable d'induire des cancers métastatiques chez des souris immunodéficientes. Leurs travaux furent axés sur les métastases cérébrales. «Des

cellules cancéreuses ont été injectées à des souris, rapporte le professeur Sonveaux. Comme prévu, des métastases se sont développées dans de nombreux organes. Les cellules de métastases cérébrales ont été récupérées et injectées à une deuxième souris. À nouveau, apparition de métastases un peu partout dans l'organisme, mais avec une prédominance dans le cerveau. La procédure de sélection a été répétée chez une 3^e souris, puis une 4^e, et ainsi de suite jusqu'au moment où le cancer primaire ne métastasait plus qu'au niveau cérébral.» Il restait ensuite à comparer les cellules de départ, qui métastasaient dans tout l'organisme de la souris, et celles, fruits de la sélection naturelle, qui ne s'implantaient plus que dans le cerveau. Il apparut qu'au niveau métabolique, les secondes ne différaient des premières que par la présence d'une protéine, Cox7b, qu'elles étaient les seules à exprimer.

Des tests in vitro ont confirmé que le cerveau, qu'il soit humain ou murin, était reconnu sélectivement par les cellules exprimant Cox7b. Mieux encore: si l'on enlève par une approche génétique la protéine dans les cellules sélectionnées pour métastaser dans le cerveau, le taux d'incidence de métastases cérébrales chute de plus de 90% dans les modèles de souris, et les autres organes restent épargnés. «En l'absence de Cox7b, ces progéniteurs métastatiques sont dépourvus de "senseur de cerveau" et, de ce fait, ne parviennent plus à quitter le torrent circulatoire, où ils meurent, notamment sous l'action du système immunitaire», indique Pierre Sonveaux. En revanche, lorsque les chercheurs ajoutaient Cox7b à des cellules cancéreuses qui métastasaient peu dans le cerveau, elles s'y rendaient massivement et nulle part ailleurs. Le lien de cause à effet entre la présence de Cox7b et le tropisme cérébral était ainsi démontré.

Cox7b se trouve dans la mitochondrie, au niveau de la chaîne respiratoire, association de complexes protéiques présents au sein de la membrane interne de l'organite. Autrement dit, le «senseur de départ» (l'anion superoxyde) et le «senseur de destination» (Cox7b) se situent l'un et l'autre dans la chaîne respiratoire, site où l'oxygène est consommé par la cellule cancéreuse. Si le superoxyde peut être annihilé par le MitoQ, Cox7b ne peut pas l'être par une molécule pharmacologique car elle n'a pas d'activité enzymatique. Une perspective la concernant serait l'utilisation de la même technologie que celle qui est actuellement ébauchée pour les thérapies géniques afin d'empêcher certaines protéines d'être exprimées dans certains organes. Cette approche est cependant difficile. Néanmoins, sur la base de leurs découvertes, les chercheurs de l'UCLouvain émettent la double hypothèse de l'existence de plusieurs senseurs de cerveau en fonction du type de cancer d'origine (avec des redondances possibles) et de l'existence de plusieurs familles de senseurs permettant chacune l'arrêt des progéniteurs métastatiques dans un organe





Les cellules métastatiques sont équipées de 2 types de senseurs, le premier les forçant au départ, et le second les invitant à s'arrêter dans un organe propice pour y établir une métastase.

Pour éviter la survenue de métastases, une solution qu'il conviendra de vérifier dans un premier temps sur des modèles de souris pour ensuite imaginer dans quelques années qu'elle soit appliquée à l'homme serait donc de «brouiller les radars» en exposant les senseurs à un blocage par le biais de molécules thérapeutiques. Les stratégies visant à inhiber le superoxyde, d'une part, et le ou les senseurs de destination, d'autre part, apparaissent comme complémentaires. En effet, des progéniteurs métastatiques qui échapperaient à l'action du MitoQ et réussiraient à quitter la tumeur primaire pourraient ainsi être condamnés à errer et à mourir dans le torrent circulatoire grâce à l'inactivation d'un senseur de destination. Cette stratégie de prévention serait guidée par les abondantes données épidémiologiques indiquant quel type de cancer métastase préférentiellement dans quel organe et par l'analyse des cellules tumorales circulantes d'un patient déterminé en vue de rechercher la présence d'un ou plusieurs senseurs donnés.

En arpentant les voies de la conjecture, on pourrait concevoir que des prélèvements soit sanguins, soit au niveau de la tumeur primaire permettraient de déterminer quel senseur est exprimé et de le cibler pharmacologiquement. Évidemment, une tumeur peut essaimer vers plusieurs organes cibles. Mais dans ce cas, la migration est généralement séquentielle, de sorte qu'il n'est pas interdit d'imaginer d'appliquer des séquences de traitements en fonction des senseurs successifs qui auraient été détectés. «De toute façon, il faudra mettre au point une stratégie intelligente, en particulier pour éviter de combiner les effets secondaires de différents cocktails de médicaments. Mais nous nous projetons ici dans un avenir encore très lointain et très incertain», souligne Pierre Sonveaux.

bien précis. «Il pourrait y avoir différentes protéines comparables à Cox7b qui induiraient chacune un tropisme pour un organe de destination particulier, comme le professeur Sonveaux. Nous nous attendons à ce que plusieurs d'entre elles résident dans les mitochondries.»

En théorie, la stratégie de sélection mise en œuvre à l'UCLouvain pour identifier Cox7b est applicable à tout autre type de progéniteur métastatique, qu'il soit issu de différents types de cancers (tumeurs du sein autres que triple négatif, du pancréas, de la prostate, des poumons...) ou voyage à destination de différents organes (cerveau, poumons, foie, os...). Ainsi devraient être découvertes des protéines contrôlant l'élection du site de destination des cellules progénitrices métastatiques en fonction de la nature du cancer primaire au départ duquel elles essaient. D'une part, il n'est pas exclu que plusieurs types de cancers puissent partager un ou plusieurs senseurs. D'autre part, l'espoir est que contrairement à Cox7b, certains de ces senseurs métaboliques soient dotés d'une activité enzymatique et puissent donc devenir des cibles thérapeutiques exploitables.

Des stratégies complémentaires

Pour l'heure, les chercheurs de l'UCLouvain poursuivent leurs travaux sous l'égide d'un projet financé par le programme d'excellence de la Région wallonne (WELBIO) au sein du WEL Research Institute (7). Ils s'efforcent d'identifier d'autres protéines qui permettent le ciblage cérébral dans les cancers du sein, du pancréas, de la prostate et dans le mélanome. Par ailleurs, une étude est en cours dans le cadre du cancer du pancréas, où le foie est sous la loupe des chercheurs comme site d'implantation secondaire.

⁽¹⁾ Paolo E. Porporato et al., *Cell Reports* 8, 754-766, August 7, 2014.

⁽²⁾ Tania Capeloa et al., *Cancers* 14, 1516, March 16, 2022.

⁽³⁾ Tania Capeloa et al., *Cancers* 14, 1488, March 15, 2022.

⁽⁴⁾ Tania Capeloa et al., *Cancers* 14, 4918, October 7, 2022.

⁽⁵⁾ Marine C.N.M. Blackman et al., *Cancers* 14, 4371, September 8, 2022.

⁽⁶⁾ Affinité de certaines molécules pour certains organes ou tissus d'un organisme vivant.3

⁽⁷⁾ https://welri.org/cms/c_11740011/fr/welri



Qui est-ce ? Linda BUCK

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

PHOTOS : COURTESY OF LINDA B. BUCK (P.39), THE ROYAL SOCIETY (P.39)

neurologue. Je suis loin alors de me douter que j'obtiendrai avec lui un prix Nobel de physiologie ou médecine en 2004 pour nos travaux sur le système olfactif et les récepteurs olfactifs. Dans les années 1980, la recherche sur les mécanismes de la perception des odeurs est au point mort, les techniques étant jusqu'alors insuffisantes. On imagine que la détection d'une odeur pourrait résulter de la liaison d'une molécule odorante à une protéine spécifique, appelée récepteur olfactif et présente à la surface d'une cellule nerveuse. Une odeur étant la somme de molécules odorantes, elle stimulerait autant de récepteurs olfactifs qui transmettraient le message à notre cerveau pour qu'il y soit déchiffré. Richard et moi avons alors une idée audacieuse. Au lieu de chercher à identifier les récepteurs sur l'épithélium des fosses nasales, nous essayons de trouver leurs gènes dans le génome. En effet, toute protéine est le produit d'un gène, le génome étant la somme de tous nos gènes. Et voilà qu'une technique révolutionnaire dans le domaine de la biologie moléculaire fait son apparition. Non seulement elle permet de localiser un gène spécifique dans un génome, mais également de le photocopier plusieurs millions de fois donnant ainsi aux chercheurs une quantité suffisante de gènes, et surtout les protéines nécessaires pour mener à bien leurs recherches. Nous mettons à profit cette révolution biomoléculaire. On savait déjà que les neurones olfactifs exprimaient aussi une protéine, différente des récepteurs olfactifs, connue sous le nom de protéine G. Or, il existe une famille de récepteurs intimement associés aux protéines G.

Je suis...

Une femme qui a du nez. En tant que spécialiste du système olfactif et des récepteurs olfactifs, quoi de plus normal ? Née à Seattle, dans l'État de Washington, d'un père ingénieur électricien féru de bricolage et d'une mère femme au foyer, je suis la seconde d'une fratrie de 3 filles. Nos parents nous ont élevées dans l'idée que nous étions capables de tout faire. Cette conviction m'a donné confiance en moi et m'a permis d'entreprendre des études scientifiques, domaine qui me passionnait, à une époque où c'était peu courant pour les filles. J'entre à l'Université de Washington à Seattle dont je sors diplômée en psychologie et en microbiologie en 1975. J'enchaîne par un doctorat en immunologie au centre médical de l'Université du Texas, à Dallas, que j'obtiens en 1980. La même année, j'entame des recherches postdoctorales à l'Institut de recherche sur le cancer à l'Université de Columbia de New York, sous la direction du Professeur Richard Axel, biochimiste et



CARTE D'IDENTITÉ

NAISSANCE:
29 janvier 1947, Seattle (USA)

NATIONALITÉ:
Américaine

SITUATION FAMILIALE:
Mariée

DIPLÔME:
Psychologie et microbiologie à l'Université de Washington et doctorat en immunologie au centre médical de l'Université du Texas

CHAMPS DE RECHERCHE:
Système olfactif et récepteurs olfactifs

DISTINCTIONS:
Prix Gairdner (2003), prix Nobel de physiologie ou médecine (2004)

Il s'agit de la famille des «récepteurs couplés à une protéine G» ou GPCR («*G-protein coupled receptors*»). Nous émettons l'hypothèse que les récepteurs olfactifs pourraient aussi faire partie de la famille des GPCR et ainsi restreindre notre champ d'action.

En 1991, je suis nommée professeure adjointe au département de neurobiologie à l'École médicale de Harvard où je crée mon propre laboratoire. Après avoir découvert comment les odeurs sont détectées par le nez, je publie mes conclusions en 1993 sur la façon dont les apports des différents récepteurs d'odeurs sont organisés dans le nez. Pour l'essentiel, mes principaux intérêts de recherche concernent la manière dont les phéromones et les odeurs sont détectées dans le nez et interprétées par le cerveau et les mécanismes de vieillissement chez un nématode (ver rond). Celui-ci est très étudié en neurosciences car il est l'un des organismes les plus élémentaires doté d'un système nerveux. En 1994, je rencontre Roger Brent, biologiste aussi, que

j'épouserai en 2006. Membre de la Division des sciences fondamentales au Centre de recherche du cancer Fred Hutchinson, je suis professeure attirée de physiologie et de biophysique à l'Université de Washington.

À cette époque...

J'ai 16 ans quand, le 22 novembre 1963, stupeur dans le monde, le Président des États-Unis John Fitzgerald Kennedy, 46 ans, est assassiné à Dallas, cible d'un attentat, peu avant la fin de la troisième année de sa présidence. Le 21 juillet 1969, je suis alors étudiante quand un autre événement mémorable survient: les premiers hommes marchent sur la Lune. Neil Armstrong et Edwin Aldrin y sont amenés dans le *LEM Eagle*, tandis que le 3^e astronaute, Michael Collins, reste aux commandes d'*Apollo 11*. Six cents millions de téléspectateurs de par le monde assistent à cette retransmission. Quatre ans plus tard, le 27 janvier 1973 exactement, l'accord de cessez-le-feu au Vietnam est signé à Paris. S'il ne résout pas le problème vietnamien, il provoque un immense soulagement aux États-Unis. Dans les années 1980, l'apparition du SIDA, qui deviendra une pandémie, marque les esprits.

J'ai découvert...

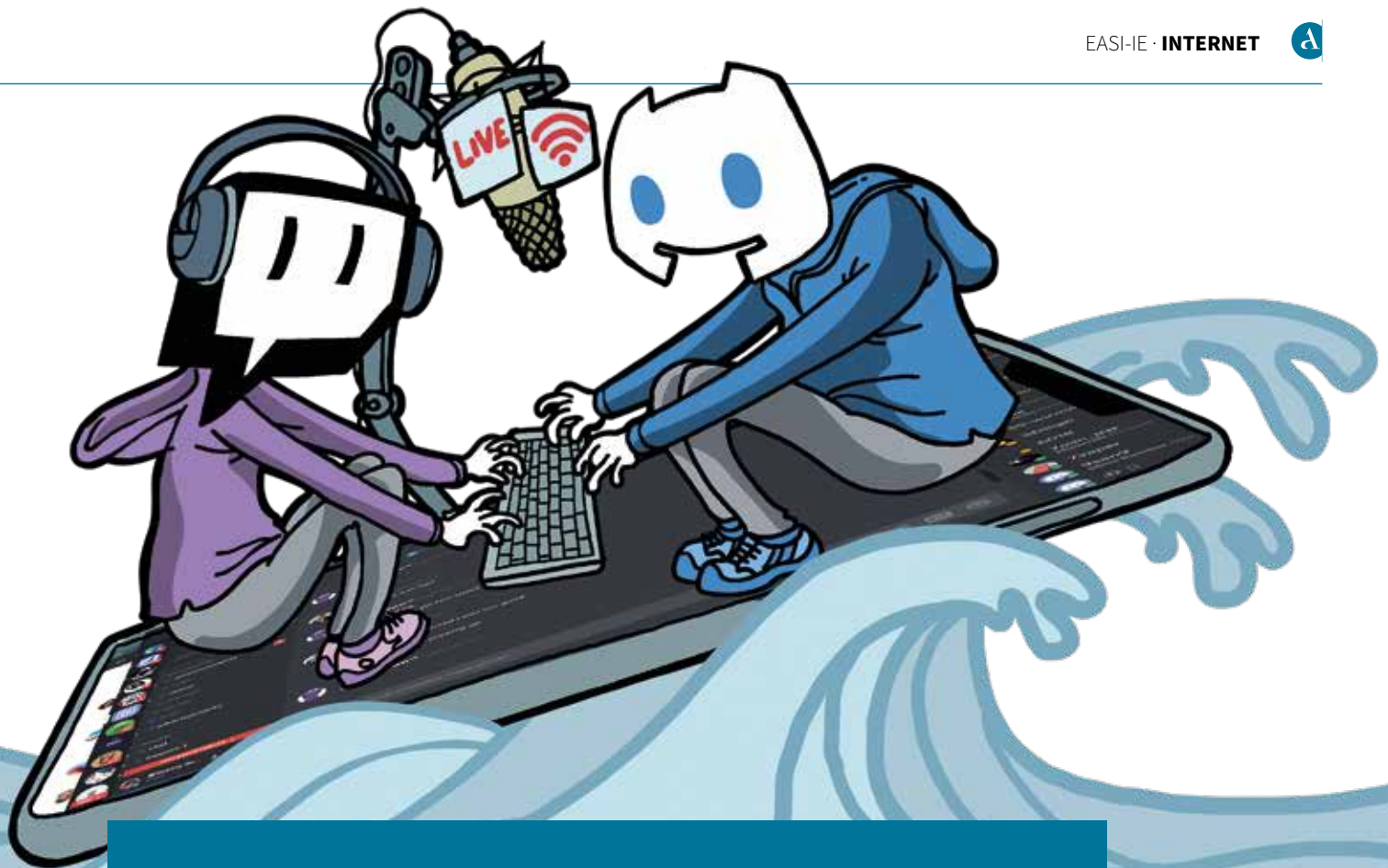
En 1991, une nouvelle famille de gènes correspondant aux récepteurs olfactifs. Cette famille nouvellement découverte compte près de 200 membres. Et ce n'est là que la partie visible de l'iceberg. Chez certains mammifères comme le rat, le nombre de gènes codant pour des récepteurs olfactifs peut atteindre le millier ! La même année, Richard Axel et moi publions un article dans lequel nous expliquons que nous avons cloné des récepteurs olfactifs et montré qu'ils appartenaient à la famille des GPCR. À partir d'analyses de l'ADN du rat, nous avons estimé qu'il existait environ un millier de gènes différents codant les récepteurs olfactifs dans le génome des mammifères. Ces découvertes ont mis en lumière certaines caractéristiques surprenantes des neurones olfactifs. En effet, lors de dommages graves, ces neurones sont régénérés. Cette découverte va à l'encontre de l'idée admise jusque-là que les cellules nerveuses ne sont pas remplacées si elles sont détruites. On ignore encore comment s'opère cette régénérescence. Un autre domaine d'étude découle de ces découvertes, celui des phéromones, ces molécules inodores qui influent notre vie de manière très subtile. Au cours de mes recherches, j'ai découvert que les récepteurs des phéromones appartiennent aussi à la famille des protéines GPCR et possèdent une grande partie de leurs propriétés. 📍

SAVIEZ-VOUS QUE...

Les travaux de recherche de Linda Buck ont ouvert la porte à d'autres analyses génétiques et moléculaires des mécanismes de l'olfaction. Depuis lors, des dizaines d'équipes se sont engagées sur la voie des récepteurs du système olfactif ouverte par la scientifique américaine. Ainsi, on sait aujourd'hui que les récepteurs olfactifs appartiennent à une grande famille de protéines jouant un rôle, non seulement dans l'odorat, mais aussi dans la vision, le goût, et même la mobilité des spermatozoïdes, ou encore la communication sociale. L'odeur est l'un des meilleurs messagers du bonheur probable ou du danger à fuir. C'est ce qui fait affirmer à Linda Buck que l'odorat et le système olfactif constituent «une énigme merveilleuse et sans fin».

Les phéromones sont émises par les animaux et agissent comme des messagers entre des individus de la même espèce. Elles jouent un rôle primordial lors des périodes d'accouplement pour attirer les sexes opposés. Chez certains insectes sociaux, tels que les fourmis ou les abeilles, elles sont indispensables au bon fonctionnement du groupe. Bien que produites en quantités infinitésimales, elles sont extrêmement actives et peuvent être détectées à des distances de plusieurs kilomètres.

Près de 1% de notre génome serait consacré à l'information génétique pour les récepteurs olfactifs, ce qui en ferait la plus grande famille de protéines connue à ce jour chez l'être humain.



Twitch & Discord les streamers du Web

TEXTE : JULIE FIARD - JFI@EASI-IE.COM

[HTTP://WWW.EASI-IE.COM](http://www.easi-ie.com) - [HTTP://WWW.TWITTER.COM/EASI_IE](http://www.twitter.com/easi_ie) - [HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/EASI.EXPERTSDUWEB](https://www.facebook.com/easi.expertsduweb)

ILLUSTRATIONS : VINCE - VINCENT_DUBOIS@ME.COM - WWW.VINCE-CARTOON.BE

Le streaming qu'est-ce que c'est ? Du verbe anglais «*to stream*», qui veut dire transférer en continu, il s'agit de la diffusion en continu d'un flux audio ou vidéo sur Internet, qu'il est possible de consulter en *live* (en direct) ou en léger différé. Contrairement à la diffusion par téléchargement, qui consiste à récupérer la totalité des données d'un morceau de musique ou d'une vidéo sur un support de diffusion (disque dur, ordinateur, smartphone, tablette...) avant de pouvoir l'écouter ou le regarder, le streaming permet la lecture des données au fur et à mesure de leur diffusion.

TWITCH, leader du streaming

Pour la petite histoire, *Twitch* voit le jour en 2007 sous le nom de *Justin.tv*. Justin Kan lance l'expérience en se filmant en permanence, avec une webcam et un micro

accrochés à sa casquette et en retranscrivant le tout en direct. *Justin.tv* devient un portail de vidéos en direct de plusieurs milliers de chaînes de jeux vidéos, compétitions e-sport et de *lifecasting* (diffusion constante de la vie d'une personne en direct). Il sera finalement définitivement fermé au profit de *Twitch*, la chaîne liée aux jeux vidéo connaissant une croissance particulièrement forte, jusqu'à devenir la catégorie la plus populaire du site. En 2014, la plateforme devient l'un des plus grands consommateurs de bande passante aux États-Unis devant *Facebook* et compte près d'un million de diffuseurs de contenus. En mai 2014, *Google*, via *YouTube*, négocie le rachat de *Twitch* pour un milliard de dollars. Ce sera finalement *Amazon* qui finalisera la vente pour 970 millions de dollars. Aujourd'hui, elle rassemble 35 millions de visiteurs par mois.





Quel intérêt de *Twitch* ? La plateforme diffuse principalement du contenu axé sur les jeux vidéo. Et malgré tout, avec la croissance surprenante qu'elle connaît, le contenu se diversifie. Il est possible de trouver des flux liés aux arts créatifs, à des émissions de cuisine, des démonstrations artistiques et des performances musicales.

Elle attire même les médias et les mouvements politiques en raison de son influence auprès d'un public jeune. Par exemple, en février 2019, le gouvernement français organisait un «grand débat» auquel participaient 10 Ministres. L'évènement était diffusé sur la chaîne *Twitch Accropolis* - fondée par Jean Massiet (<https://www.twitch.tv/jeanmassiet/about>), un streamer qui propose des contenus de vulgarisation de contenus politiques et d'actualité.

Le vocabulaire *Twitch*

Le **streamer** (la personne qui diffuse du contenu en direct sur la plateforme) joue généralement à des jeux vidéo et diffuse ses parties de gaming en direct. Tout en permettant aux **viewers** (les personnes qui regardent et interagissent avec le contenu streamé par le streamer) de laisser des commentaires dans le chat qui s'affiche aussi directement sur l'écran. Les viewers peuvent interagir avec le streamer via le chat en direct, mais aussi en s'abonnant à sa chaîne.

Le fait d'être un viewer actif sur la chaîne d'un streamer offre des avantages exclusifs tels que des **emotes** (une icône ou une image personnalisée, utilisée pour exprimer des émotions, des réactions dans le chat pendant la diffusion en direct) et des

badges. Les emotes sont des émojis spécifiquement créés par *Twitch*. C'est donc un moyen d'interaction pour les viewers entre eux et avec le streamer. Ils permettent de transmettre un large éventail d'émotions: de l'excitation à la tristesse. Les streamers ont la possibilité de créer eux-mêmes des emotes spécifiques à leur chaîne.

Les badges sont des icônes qui apparaissent à côté du nom d'un viewer dans une salle de discussion. Ils différencient les différents viewers, qui peuvent être followers ou abonnés d'un compte. Les badges permettent également d'identifier les modérateurs, ainsi que les streamers partenaires. Chaque badge a un design et une couleur unique. Par exemple, les abonnés peuvent avoir des badges différents en fonction de la durée de leur abonnement à une chaîne. Les badges sont un moyen pour les viewers de montrer leur statut et leur engagement avec une chaîne.

Les viewers: **followers** ou **abonnés**? Les followers, les personnes qui suivent un streamer, reçoivent des notifications quand les streamers qu'ils suivent sont en ligne. Les abonnés quant à eux, ont accès à des avantages exclusifs liés aux chaînes auxquelles ils sont abonnés: emotes personnalisés, badges de chat et autres récompenses les différenciant des followers.

Les streamers qui monétisent leur chaîne, s'appellent des **partenaires**. Les streamers partenaires gagnent de l'argent en diffusant leur contenu sur *Twitch* de plusieurs façons possibles:

- via les abonnements. Les abonnés ont accès à des emotes exclusives, au visionnage sans publicité, ainsi qu'à d'autres avantages. Les streamers touchent un pourcentage sur ces frais d'abonnement, reversés directement par la plateforme.
- via des diffusions publicitaires pendant leur présence en live.
- via des dons de viewers directement au streamer.
- via du sponsoring et des accords avec des marques.

Le revenu d'un streamer varie selon sa popularité, la fréquence et le temps passé en ligne, la taille et l'engagement de sa communauté.

En 2020, 6 millions de streamers ont créé du contenu sur *Twitch*. Seulement 100 000 ont obtenu le statut de streamer partenaire. La majorité des streamers ne sont pas en mesure de tirer un revenu à plein temps. C'est un passe-temps ou une activité secondaire pour la majorité d'entre eux. Lancez-vous !

Mais tout d'abord, connectez-vous à la plateforme depuis un ordinateur: <https://www.twitch.tv>, vous pouvez bien évidemment installer l'application sur vos appareils mobiles, visiter le site depuis un ordinateur vous donnera une idée pour commencer. Vous pouvez également vous créer un compte même si ce n'est pas nécessaire dans un premier temps pour visualiser du contenu et découvrir des chaînes.

Pour le moment, il est clair que *Twitch* est encore concentré sur la thématique du gaming, cependant la plateforme n'échappe pas à la tendance de la diversification avec notamment des talkshows, les médias, la politique.

DISCORD, spécialiste de la gestion de communauté

Très populaire auprès du jeune public, *Discord* est une application de communication conçue pour la gestion de communautés en ligne, principalement utilisée par les gamers, également par les artistes, les programmeurs et toutes les personnes désireuses de créer et gérer une communauté en ligne. Par communauté en ligne, on entend un groupe de personnes qui se rassemblent sur Internet afin de se connecter, d'interagir entre elles, de partager des informations et de s'engager autour d'un intérêt ou d'un objectif commun.

Une communauté en ligne peut être publique ou privée et peut être de 2 jusqu'à un nombre illimité de personnes. Une communauté n'a pas de limite géographique sinon celles de ses serveurs et des règles qui régissent l'utilisation d'Internet dans le pays depuis lequel est créée la communauté. Les membres d'une communauté ont besoin d'endroits virtuels pour se réunir tel que des forums de discussion, des chats, les réseaux sociaux,...

Sur *Discord*, il est possible de créer un **serveur**, c'est sur cet espace que vont se réunir les membres de la communauté. Au sein de ces serveurs, les utilisateurs vont pouvoir communiquer entre eux, créer et rejoindre des appels vocaux pour une communication en temps réel. Par serveur, il est possible également de créer plusieurs groupes en fonction de thématiques, des discussions vocales ou écrites également.

Discord ne propose pas de fonctionnalité de streaming vidéo intégrée. Il est cependant possible de partager son écran aux membres du serveur connectés, à l'aide d'une fonction de partage d'écran dans un canal vocal, ce qui permet de partager ce que vous faites à l'écran tout en partageant votre audio également.

ASTUCE

Sur l'appli, en haut de la homepage, sont proposés plusieurs lives en cours. Vous trouverez également des chaînes live ainsi que des catégories qui pourraient vous plaire.

Pour accéder à du contenu susceptible de vous convenir et peut-être suivre la chaîne d'un streamer, il est recommandé d'utiliser la loupe et des mots-clés: par exemple, pour trouver des streamers en Belgique, tapez tout simplement «Belgique».



La chaîne RTBF iXPé, le média de la RTBF centré sur l'univers des gamers:
https://www.twitch.tv/rtbf_ixpe



Cependant, cette fonction n'est pas optimisée pour le streaming vidéo et audio de haute qualité, comme sur *Twitch*. C'est pour cela que la majorité des streamers utilisent les 2 applications: *Twitch* pour streamer et *Discord* pour gérer leur communauté.

Alors que *Twitch* offre des fonctionnalités de diffusion de vidéos en direct et de live chat, *Discord*, en complément, fournit la plateforme pour converser et interagir en continu et surtout,





élément très intéressant pour les streamers, en dehors des diffusions en direct. Ce qui leur permet d'avoir la possibilité de rester en interaction avec leur communauté, même quand ils ne diffusent pas en live sur *Twitch*. *Discord* permet également de faire la promotion de sa chaîne *Twitch*, en informant ses abonnés de son actualité et du calendrier de diffusion des *lives*.

L'utilisation conjointe de ces 2 plateformes peut grandement contribuer à créer une communauté plus forte et à interagir plus efficacement avec son audience.

Comment utiliser *Discord* ?

Pour accéder à *Discord*, il vous faut créer un compte: <https://discord.com> ou télécharger l'application. Dans un premier temps, vous pouvez rejoindre un ou plusieurs serveurs pour comprendre comment fonctionne l'application.

Pour trouver un serveur qui correspond à vos intérêts, n'hésitez pas à consulter ce site Web: <https://disboard.org/fr/search>. Avant toute chose, prenez le temps d'explorer les différentes catégories proposées par le serveur et de consulter la charte d'utilisation. Vous pouvez ensuite rejoindre les autres membres soit en utilisant les canaux d'appels vocaux ou alors de messageries instantanées par texte et partager avec eux vos pensées et vos idées et contribuer à la communauté à votre façon. Il existe de nombreuses autres possibilités, comme celle d'intégrer tout un tas d'outils développés exclusivement pour fonctionner avec *Discord*: création d'émojis personnalisés et intégration de bots (robots intelligents) pour automatiser des tâches, comme dire bonjour, accueillir un nouveau membre, etc.

Vous pouvez également créer votre propre serveur. Pour cela, n'oubliez pas que vous allez en être le propriétaire et le modérateur. Prenez le temps de bien définir les règles de fonctionnement, les rôles, les autorisations,... Quand votre serveur est prêt et personnalisé, il vous reste encore à inviter des membres à participer en en partageant le lien.

Discord est une plateforme qui a grandi rapidement depuis quelques années et continue de grandir, particulièrement auprès des gamers et des influenceurs. Elle s'est développée pour les communautés de toutes sortes: l'art, la musique et la technologie. Quant à *Twitch*, elle est déjà clairement leader des plateformes de streaming mais va elle aussi se développer afin de toucher plus d'utilisateurs, en proposant certainement une expérience utilisateur plus accessible et intuitive.

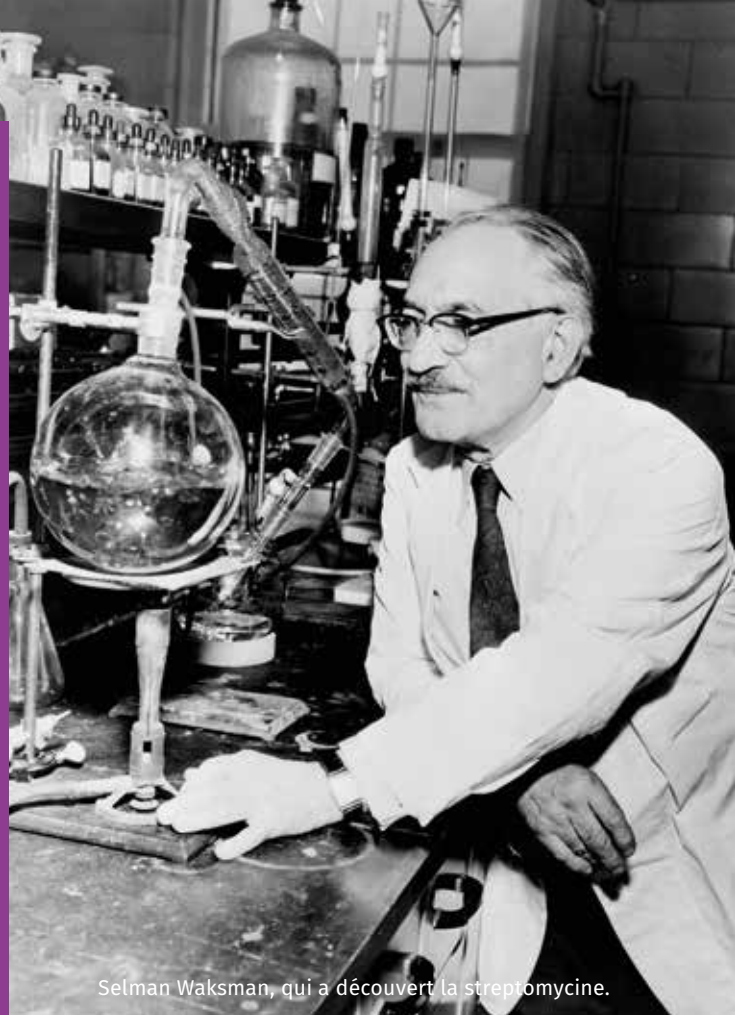
Avec ces 2 applications, peu connues du grand public et pourtant largement utilisées et appréciées par celui des gamers et des *geeks* (personnes passionnées par les nouveautés technologiques, et particulièrement par l'informatique, l'Internet, les jeux vidéo,...), nous touchons à une nouvelle forme d'utilisation d'Internet, qui fait totalement partie de la vie de ces utilisateurs ultra-connectés. Un monde où nous n'utilisons plus Internet seulement pour chercher une information. Un monde où tout se passe en ligne: les interactions humaines, les loisirs,... Ce monde sera-t-il celui des générations futures ? L'avenir nous le dira... **A**



La découverte de la streptomycine

Le médicament miraculeux qu'est la pénicilline (voir *Athena* n° 330) est très efficace vis-à-vis de la plupart des infections dues à des bactéries Gram positives (1), hormis le bacille de la tuberculose, responsable de cette grave maladie pulmonaire qui s'étend bien souvent à d'autres parties du corps. Ladite bactérie, qui est en fait une mycobactérie, a été découverte en 1882 par un médecin allemand, Robert Koch (1843-1910, nobélisé en 1905), ce qui lui vaudra d'être nommée «bacille de Koch» ou «BK». Cette maladie, souvent qualifiée de «tueuse lente» ou de «grande peste blanche», est aussi ancienne que l'humanité. Pour preuve, des lésions tuberculeuses ont été identifiées dans des momies égyptiennes remontant à 3700 avant J.-C. Parmi les exemples récents de décès imputés à cette maladie, on se doit de citer le compositeur Frédéric Chopin, Eleanor Roosevelt (l'épouse du 32^e président des États-Unis) et la célèbre actrice Vivian Leigh. Avant l'avènement de médicaments efficaces, le principal traitement recommandé était l'air pur (sanatoriums). Mais heureusement, un certain Selman A. Waksman, microbiologiste américain, changea complètement la donne !

TEXTE : PAUL DEPOVERE • DEPOVERE@VOO.BE
PHOTOS : LIBRARY OF CONGRESS/NYWTLS (P.45), WWW.SEMANTICSCHOLAR.ORG (P.46),
STOCK.ADOBE.COM (P.46)

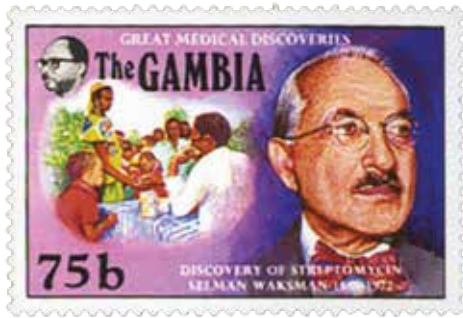


Selman Waksman, qui a découvert la streptomycine.

Lorsque les gens pensent à des produits naturels en chimie, ils imaginent généralement des molécules complexes issues de plantes se développant dans une jungle luxuriante ou de créatures appartenant aux récifs coralliens (voir *Athena* n° 360). Cependant, certains des composés les plus étranges (et les plus utiles) proviennent de micro-organismes telluriques, c'est-à-dire vivant dans le sol. Le chercheur américain (d'origine ukrainienne) Selman Waksman, l'un des plus méticuleux microbiologistes de son époque, avait compris que les bactéries et les champignons du sol - présents à raison de millions d'espèces différentes - devaient y mener une lutte incessante pour se protéger de leurs ennemis. C'est d'ailleurs lui qui inventa le terme «antibiotique» pour désigner les substances chimiques sécrétées par divers micro-organismes et qui sont capables de bloquer la croissance, voire de tuer, d'autres micro-organismes concurrents. En somme, les antibiotiques leur servent d'armes pour subsister.

S'inspirant du fait que le bacille tuberculeux ne survit pas longtemps dans le sol, il lança en 1939 au sein de son laboratoire de l'Université Rutgers (dans le New Jersey et où il était professeur associé) un ambitieux programme de recherches. Il s'agissait de dépister les molécules dont sont censées se servir les diverses bactéries en vue de bénéficier à elles seules des nutriments. Le projet consistait à réaliser des cultures d'un nombre maximum de micro-organismes et de tester des extraits de chacune d'entre elles contre des organismes responsables de maladies humaines, pour ensuite isoler les composés actifs identifiés. C'est ainsi qu'en octobre 1943 et avec l'aide efficace d'Albert Schatz (1920-2005), jeune étudiant-chercheur, une molécule fut isolée à

En bonne place parmi les grandes avancées médicales figure la découverte de la streptomycine.



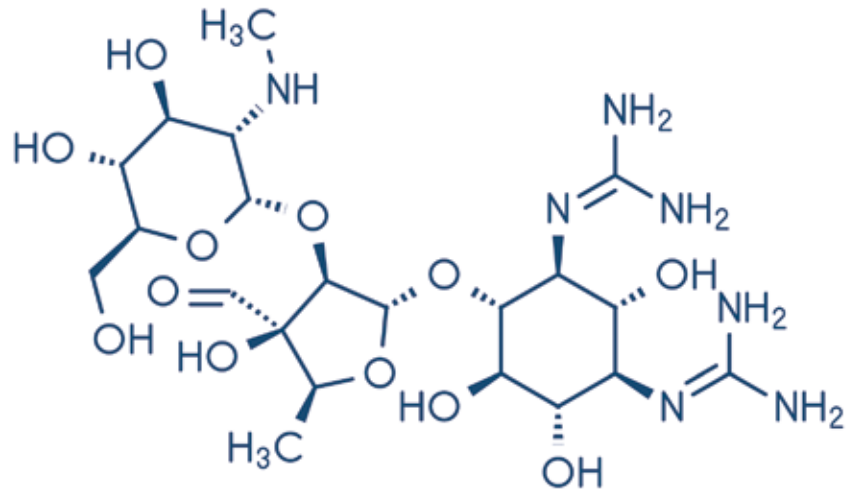
partir de souches de *Streptomyces griseus* (d'où le nom streptomycine), laquelle deviendra le premier antibiotique efficace contre la tuberculose, y compris dans ses manifestations les plus graves (méningite tuberculeuse et tuberculose miliaire). Il s'agissait d'un aminoglycoside, à la fois cytostatique et cytotoxique, dont le spectre d'action s'avérait fort large, exerçant également des effets contre les bactéries Gram négatives qui résistaient à la pénicilline.

Par la suite, l'entreprise pharmaceutique américaine Merck conclut un accord avec ces 2 chercheurs pour tester (et commercialiser) les composés prometteurs. Ainsi, plus de 10 000 micro-organismes telluriques furent testés, écartant plusieurs candidats (dont la streptothricine, bien trop toxique). En revanche, plus de 30 antibiotiques et/ou autres classes de médicaments furent isolés ci et là à partir d'échantillons provenant d'un peu partout, rien qu'au cours des 2 décennies qui suivirent (parmi lesquelles les érythromycines et la vancomycine, laquelle servira fréquemment de molécule de dernier recours en cas d'antibiorésistance (2)). Mais revenons à la streptomycine: les essais cliniques réalisés au sein de la célèbre clinique Mayo prouvèrent à foison l'efficacité de cette nouvelle molécule (3), ce qui contribuera à son succès.

Les retombées de la gloire

La streptomycine fut brevetée en 1948 par Schatz et Waksman. Il s'agissait véritablement du 2^e médicament-miracle, après la pénicilline. Waksman devint un héros. Écrivain passionné, il publia 28 livres en tant qu'auteur ou coauteur, parmi lesquels *The Conquest of Tuberculosis*. Il fut nobélisé, seul, en 1952, ce qui affecta grandement son fidèle collègue Schatz. Ce dernier dut se contenter en 1994 de la médaille Rutgers, l'honneur suprême de son Université !

Quoi qu'il en soit, la tuberculose reste la seconde maladie la plus meurtrière après le SIDA. On



Formule de la streptomycine

estime que, chaque année, plus de 2 millions de personnes infectées, soit le quart des malades, meurent encore des suites de ce fléau, notamment en raison de l'apparition de souches résistantes. Actuellement, la streptomycine a été largement remplacée - en attendant les résultats de l'antibiogramme (4) des patients - par la rifampicine associée à de l'isoniazide, de l'éthambutol et à du pyrazinamide. Enfin, parmi les nouveaux médicaments, on se doit de citer la bédaquiline (5) et le délamanid (6). 4

① Il s'agit d'un procédé de coloration des bactéries, dû à un médecin danois, Hans Gram (1853-1938), permettant de les classer selon qu'elles apparaissent violettes (+) ou roses (-).

② La vancomycine intervient notamment dans le traitement des infections dues à des *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM). Ce problème se rencontre principalement en milieu hospitalier où se côtoient de nombreux malades affaiblis ou immunodéprimés. Plus récemment, certaines souches SARM sont elles-mêmes devenues résistantes à la vancomycine. Il fallut donc revoir la question. Plus que jamais, la recherche intense de nouveaux agents antibactériens reste une priorité absolue !

③ La streptomycine est un perturbateur de la synthèse des protéines au niveau des ribosomes des BK.

④ Un antibiogramme est une technique de laboratoire visant à évaluer la sensibilité d'une souche bactérienne vis-à-vis de divers antibiotiques.

⑤ La bédaquiline inhibe l'ATP-synthase des BK, qui est en l'occurrence une enzyme essentielle à leur production d'énergie.

⑥ Le délamanid inhibe la synthèse des composants de la paroi cellulaire des BK.



BIO NEWS

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

PHOTOS : ©169169 - STOCK.ADOBE.COM (P.47), ©NICK DALE - STOCK.ADOBE.COM (P.48),

©ALEX J - STOCK.ADOBE.COM (P.48), ©SINITAR - STOCK.ADOBE.COM (P.50),

©孝実 藤生 - STOCK.ADOBE.COM (P.50), ©UMIBOZZE - STOCK.ADOBE.COM (P.50)


reste malheureusement lié. Elles tiennent au morcellement de son habitat: l'urbanisation, la déforestation, l'entretien des espaces, les feux accidentels ou volontaires dans le bush ont réduit ses espaces de vie, essentiellement cantonnés sur la côte Est de l'Australie où, le plus souvent, il a déjà été réintroduit.

Espèce en péril

La réduction de la biodiversité est un élément qui revient souvent dans les discours écologistes alarmistes mais n'a qu'un impact mineur chez une majorité de ceux qui les reçoivent. À une exception près: quand une espèce déclarée en danger a un énorme capital sympathie, généralement lié à son aspect. Et dans cette catégorie, le koala est une espèce emblématique. Ce marsupial australien, qui vit le plus souvent en hauteur dans un eucalyptus dont il consomme les feuilles, a tout du nounours câlin et soyeux. Sauf qu'il est désormais jugé en péril: depuis une vingtaine d'années, ses effectifs auraient chuté de 50 à 60%. Et pourtant, il n'est plus chassé comme il l'a été au 20^e siècle, sa fourrure ayant failli causer sa perte au prix d'une traque incontrôlée.

S'il est en péril aujourd'hui, c'est pour de tout autres raisons auxquelles l'humain

Conscient de ce nouveau risque, l'état australien a décidé un nouveau plan de conservation chiffré à 36 millions de dollars étalés sur 4 ans. L'animal, qui est plutôt lent et reste perché dans les branches hautes, a subi de graves pertes d'effectifs lors des récents incendies ayant affecté la région, soit parce que les flammes l'ont surpris dans les eucalyptus en proie aux flammes, soit parce qu'il a traversé des routes enfumées où de nombreux véhicules n'ont pu ou su l'éviter.

Voilà un animal auquel l'homme offre une nouvelle chance de salut. Ses populations seraient encore de l'ordre de quelques dizaines de milliers au plus, contre 100 000 il y a 20 ans. C'est peu compte-tenu de l'importance de son aire naturelle de répartition. Avec le kangourou, le koala fait figure d'emblème pour l'Australie. Et on le sait, un emblème ne peut pas mourir... 

► **Science, 2022; 375: 701**





Quelle distance peut parcourir un lièvre arctique sur un hiver ?

Parce que nos lièvres sont plutôt casaniers, on a tendance à penser que tous le sont, quel que soit leur environnement. Or, tous les sites n'ont pas les qualités optimales pour permettre la survie des animaux qui y vivent et ceux-ci sont parfois obligés de parcourir des distances importantes entre le gîte et les sources de subsistance. Mais comment le savoir ? Vu que leur taille le permet, les biologistes ont choisi de placer une balise sur le dos de 25 lièvres arctiques (*Lepus arcticus*) afin d'évaluer leur déplacement pendant un hiver. Le site choisi est l'île Ellesmere, la zone la plus nordique du Canada, très proche du Nord-ouest groenlandais. Les conditions y sont rudes: le froid, la neige et le gel y sont presque permanents. Cela n'empêche pas la faune et la flore d'y trouver leur compte, même si cela leur demande quelques efforts d'adaptation au quotidien. C'est ce qui est apparu lors de l'analyse des déplacements des lièvres «tracés». Durant l'hiver 2019, la plupart d'entre eux avaient parcouru une distance de l'ordre de 100 km, le recordman ayant atteint 388 km !

Ces lagomorphes tout blancs, à l'exception d'une tache noire au sommet des oreilles, n'ont pourtant pas la tâche facile, l'épaisseur de la neige rendant les déplacements parfois acrobatiques et épuisants. Il n'empêche: les résultats sont là. La raison de ces déplacements hors normes: la recherche de nourriture. Dans la quasi totalité des cas, les lièvres pistés cherchaient à s'approcher du lac Hazen, le plus grand de la région, où ils avaient davantage de chance de trouver de la nourriture. L'«appel du ventre» et parfois impérieux. C'est un des besoins fondamentaux de tout être vivant et de toute évidence, le lapin arctique n'échappe pas à la règle. En signant, à la clé, d'authentiques exploits sportifs ! ^A

► *Science*, 2022; 375: 249

Le réchauffement des sols glacés

Si le réchauffement climatique a chez nous des effets de surface, visibles et perceptibles, dans le grand nord, il est à l'origine de désagréments qui prennent une tout autre importance: le dégel des sols. Ce n'est pas la première fois que cette problématique est abordée dans cette chronique: le sol en permanence gelé d'une grande partie de la Russie - le permafrost - tend à se réchauffer. Le problème est qu'avec le temps, ce support solide a servi de base à des constructions, des immeubles d'habitation mais aussi diverses usines, y compris celles qui seraient porteuses de risques environnementaux en cas d'effondrement. C'est déjà du vécu: le 29 mai 2020, un réservoir de carburant à proximité de la ville de Norilsk s'est effondré, larguant son contenu de 21 000 tonnes de diesel dans la rivière proche. Progressivement, une partie au moins de ce polluant a déjà atteint l'Océan Arctique avec les conséquences que l'on peut imaginer.

Pour prévenir la récurrence de ce genre de catastrophes - notamment humaines - un plan d'étude a été décidé qui devrait mener à réaliser plus de 400 forages de 30 m de profondeur, répartis sur tout le territoire, afin de mesurer l'évolution de la température. Le gel multimillénaire ayant en particulier gelé la matière organique liée au sol, une des craintes est qu'en cas



Rive polluée du lac proche de la ville de Norilsk.

de réchauffement massif, de grandes quantités de CO₂ soient libérées dans l'atmosphère. Et vu la taille du territoire concerné, on ne parle pas dans ce cas précis de millions de tonnes mais bien de milliers de milliards...

2023 devrait être l'année de mise en place de l'étude, dont les visées sont déjà jugées insuffisantes par des spécialistes. On sait aussi qu'entretemps, la Russie a donné priorité à d'autres objectifs jugés prioritaires. ^A


► *Science* 2022; 375: 15

À la recherche du temps gagné

Connaître une vie longue et heureuse est une quête aussi ancienne que l'espèce humaine et depuis que l'homme a pris toute la brève dimension de son passage sur terre, il a recherché les moyens de la rendre plus longue... à défaut de la rendre meilleure. Avec l'abondante disponibilité alimentaire qui lui est offerte aujourd'hui, l'humain en a profité comme d'une manne avec les résultats bien visibles que l'on sait: le surpoids et l'obésité. Les suites peuvent avoir des effets sur la longévité, par maladies cardiovasculaires ou diabète interposés. D'où l'émergence d'une recherche de «sobriété heureuse» (*titre d'un ouvrage et de la philosophie de Pierre Rahbi*) dans l'alimentation dont on a montré, chez le ver *Caenorhabditis elegans* d'abord, chez la souris ensuite, à quel point elle pouvait accroître la durée de vie.

Depuis, les applications pratiques de cette sobriété ne cessent de fleurir avec, à chaque fois, les avantages à en retirer sur un plan sanitaire et en matière de longévité: réduction calorique sans malnutrition, diminution des macronutriments (sucres, protéines), jeûne intermittent, etc. Les variantes sont nombreuses. Sont-elles pour autant «payantes» en matière de durée de vie ? La chose est pratiquement impossible à démontrer pour l'espèce humaine. La génétique est déjà un facteur limitant qui fait de chaque individu une «victime» (ou une bénéficiaire) potentielle de son génome. Par les modifications épigénétiques que celui-ci imprime à l'expression des gènes, l'environnement au sens large - il

inclut l'alimentation, les addictions éventuelles - influe sur chaque individu. Mais il y a des pistes, comme celle de la rapamycine, ce médicament isolé de moisissures (*Rapamycin*) de l'île de Pâques. Il s'agit d'un immunosuppresseur qui, étrangement, aurait aussi la propriété d'allonger la vie de souris et d'autres mammifères. Ce qui est avéré pour l'animal va-t-il trouver une confirmation dans notre espèce aussi ? Cela reste à démontrer.

Enfin, on ne peut passer sous silence cette disposition génétique liée au maintien de l'espèce. Elle s'appelle la «pléiotropie antagoniste», déjà évoquée dans cette même chronique. À quoi tient-elle ? À la propriété qu'ont plusieurs gènes d'être impliqués dans des processus à effet opposé et en particulier, dans l'aptitude à se reproduire d'une part, dans le vieillissement cellulaire de l'autre. En clair, le fait d'aider au maintien de l'espèce nous pousserait sur la voie de la sortie... C'est avéré chez la souris. Cela reste (difficilement) à prouver pour notre espèce. Qu'elle survienne plus ou moins tôt, la mort individuelle est inscrite dans un processus spécifique. On ne peut donc y échapper. Autant, dès lors, suivre le sage conseil de Blaise Pascal: «il vaut mieux ajouter de la vie aux années que des années à la vie». À chacun de trouver la vie qui correspond le mieux aux années qui lui restent. 


► **Science, 2021; 374: 953**

D'ailleurs, on tend à oublier qu'il existe déjà un moyen simple d'allonger notre durée de vie en faisant de surcroît des économies: réduire la consommation calorique. L'hypothèse a d'abord été validée chez un petit ver nématode avant de l'être chez la souris qui nous est tout de même plus proche dans un registre évolutif. On lui a offert un gain moyen de 40% d'espérance de vie sans que la restriction alimentaire ne pénalise sa croissance. L'information est intéressante pour les autres mammifères que nous sommes. Sauf qu'il y a de la marge entre l'existence contrôlée d'animaux en cage et celle, beaucoup plus aléatoire, d'humains soumis à des tentations alimentaires fréquentes. Ce qu'une étude menée en Grande-Bretagne a montré récemment, c'est que le gain peut être multiple et affecter aussi de façon très significative les défenses immunitaires, ce qui ne fait que renforcer les conditions d'une vie augmentée mais aussi acquise à une lutte accentuée contre les pathologies diverses et leurs vecteurs éventuels.

Une cohorte d'humains en bonne santé a été suivie pendant 2 ans avec le souhait qu'ils puissent réduire leur apport énergétique de 40%. La réduction observée a été plus modeste, avec une moyenne calculée de 14%. Mais des effets bénéfiques ont néanmoins été notés. Difficile évidemment de parler de longévité dans le cadre de

l'étude, les sujets étant toujours bien vivants à l'issue des 2 ans, mais on a noté des différences nettes, en particulier au niveau du thymus, plus largement préservé que dans un groupe témoin. Cette glande qui connaît son apogée à la puberté et dont l'importance se réduit ensuite avec l'âge, est très largement impliquée dans l'immunité. Elle produit les thymocytes, ou lymphocytes T. Il en existe de plusieurs types mais tous participent à la défense cellulaire et l'élimination d'éléments reconnus comme étrangers (T est l'abréviation de thymus pour certains, mais de «tueurs» pour d'autres!).

On a également noté que la réduction énergétique réduit la production d'une enzyme, PLA2G7, négativement impliquée dans le processus inflammatoire. Cette observation avait déjà été faite chez la souris, mais on remarque que même une réduction calorique d'un septième (14%) suffit chez l'humain à favoriser l'état général de manière significative.

Attention que si une réduction de l'apport énergétique est envisagée, il ne faut pas sombrer dans la carence et tenir sur le long terme. Et il est clair que c'est bien là que réside la difficulté! 

► **Science 2022, 375: 620-621 et 671-677**






Des caractères transposés

Beaucoup pensent avoir une connaissance précise de l'ADN. Pourtant ceux qui en doutent le plus sont les généticiens eux-mêmes. Si les gènes peuvent être considérés comme les éléments les plus «utiles» du génome, ils ne représentent tout au plus que 2% de l'ensemble de cette immense molécule qui, enroulée autour des histones, constitue la substance essentielle du noyau de nos cellules. Restent donc les 98% pour lesquels on recherche le sens. C'est un des challenges offerts aux généticiens pour les années à venir.

On sait déjà que cette écrasante partie silencieuse du génome est faite en partie de séquences répétitives. Mais ce que l'on sait aussi depuis longtemps, c'est qu'une part de ces séquences est mobiles: ce sont les éléments transposables. La découverte en revient à Barbara McClintock au cours des années 40, ce qui lui a valu, bien plus tard, le prix Nobel. Ces parties mobiles sont appelées les rétrotransposons. Ils peuvent représenter une part importante des 98% de notre ADN. On pense, pour être plus précis, que chez notre espèce, ces éléments représenteraient près de 50% de la molécule.

Si cet étonnant dispositif est aussi omniprésent dans le monde vivant, c'est qu'il a une raison d'être. Il en a même 2.

La première, a priori plutôt bénéfique, constitue un facteur d'évolution et de plasticité du génome. Elle participe également à la variabilité interindividuelle. Mais la seconde raison, apparentée à la précédente est plus aléatoire, puisqu'elle peut s'avérer mutagène. Tant qu'à venir se fixer ailleurs que sur sa séquence d'origine, un élément transposable peut, au petit bonheur (ou malheur), aller se fixer sur la partie codante ou régulatrice d'un gène et partant, modifier son message. La suite peut être favorable, neutre ou délétère. On considère par exemple qu'une centaine de maladies génétiques doivent leur existence à la présence d'un rétrotransposon là où il n'aurait pas dû aller se fixer. En revanche, si cette insertion s'avère positive, elle participe, comme évoqué ci-dessus à l'évolution.

On a également remarqué que certaines de ces séquences mobiles, bien identifiées, peuvent être spécifiquement exprimées pendant la méiose. Cette dernière, faut-il le rappeler, est la division cellulaire particulière qui conduit à l'élaboration des gamètes, ovules et spermatozoïdes. Cela signifie en clair que si l'insertion du rétrotransposon modifie l'expression d'un gène, cette modification risque de passer le cap des générations, pour le meilleur ou pour le pire, parfois. Un risque ? Sans doute, mais mesuré car on s'est rendu compte que l'évolution, dans son approche essai-erreur, a éliminé le déplacement de plusieurs séquences mobiles ou en a maintenu la transposition dans ou à proximité de gènes à l'effet desquels elles participent utilement. Tout n'est pas dit, loin s'en faut. La recherche en génétique a encore de beaux jours devant elle. Et on a tout lieu de penser que l'évolution de notre espèce aussi ! 

► *Médecine/sciences* 2022. 38(1): 18-20



BIO ZOOM

Ceci n'est pas la dernière création de la marque bien connue dans le secteur du cristal, *Zwarovski*, mais bien un pur produit de Dame Nature ! *Diphylleia grayi*, également surnommée plante squelette ou fleur de verre, appartient à la famille des Berbéridacées. Elle fleurit au printemps et les fleurs, justement, ont la particularité de devenir translucides comme du verre dès qu'elles sont mouillées puis redeviennent blanches une fois sèches. Vivace, elle pousse sur les flancs de montagne du nord du Japon, de Chine ou dans les Appalaches (USA), dans des espaces boisés, froids et humides. C'est une plante assez rare, difficile à multiplier.



Controverse électrique

La supraconductivité a été découverte voici 112 ans. Depuis lors, elle n'a cessé d'intriguer, de susciter des milliers de recherches partout dans le monde et souvent, de semer la bisbrouille dans le monde de la physique. Une récente publication a entraîné des réactions qui vont de l'enthousiasme débridé au rejet total. Belle controverse en perspective

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

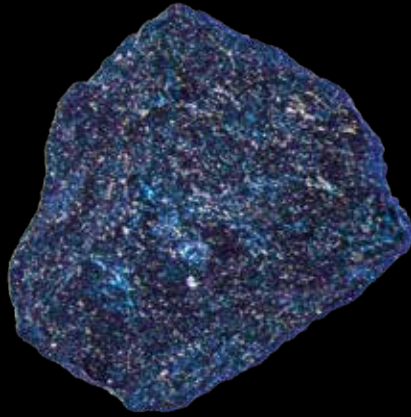
PHOTOS : © FORANCE - STOCK.ADOBE.COM (P.51), © ADAM FENSTER, UNIVERSITY OF ROCHESTER (P.52)

Chaque année au mois de mars, l'*American Physical Society* rassemble des centaines de physiciens (mais aussi des journalistes) pour son congrès, l'occasion de faire le point sur les avancées de la recherche. Cette année, c'est à Las Vegas qu'elle se réunissait du 5 au 10 du mois. Mardi 7 après-midi, selon le célèbre *Quanta Magazine* présent sur place, le service de sécurité a dû intervenir, non parce que les physiciens auraient été pris par la folie du jeu mais parce qu'il a fallu refouler du monde et fermer les portes de la salle avant l'heure de reprise des travaux. La raison ? Une communication très attendue de Ranga Dias, un physicien de l'Université de Rochester (USA) qui venait présenter l'article

que son équipe et lui publiaient dans le numéro de *Nature du lendemain* (1). Le contenu de cet article: la mise au point d'un matériau supraconducteur à température et pression (quasi) ambiantes. Un graal jamais atteint depuis 112 ans de recherches (et pas des moindres: 13 Prix Nobel de physique ont été attribués à des recherches sur les supraconducteurs !). L'honnêteté oblige cependant à dire que si Dias a fait salle comble, c'est sans doute aussi parce qu'il n'en était pas à sa première annonce du genre et qu'une de ses précédentes publications, toujours dans *Nature*, avait dû être retirée face aux doutes qui planaient sur les résultats obtenus !

À Leyde, en 1911

Avant d'examiner la proposition de l'équipe de Rochester, situons le problème. Tout commence à l'université de Leyde, aux Pays-Bas, en 1911. Heike Kamerlingh Onnes y est un spécialiste de la cryogénie et, à ce titre, le premier à parvenir à liquéfier de l'hélium, ce qui ne peut se produire qu'à une température très basse proche du zéro absolu: 4,13 K (kelvin) soit environ -269 °C. Ce qui fait de l'hélium le liquide le plus froid sur Terre et un merveilleux outil de refroidissement. C'est ce qu'Onnes fait; un jour, il refroidit du mercure et a la curiosité de mesurer ce que devient la résistivité de ce métal à cette température. Résultat: dès qu'on franchit une sorte de barrière qui se situe aux environs de 4 K, toute résistance s'efface.



Échantillon d'environ
1 mm de diamètre
d'hydrure de lutécium

⁽¹⁾ *Evidence of near-ambient superconductivity in a N-doped lutetium hydride.* In *Nature* 615, 8 mars 2023.

Ce qui à l'époque est un phénomène nouveau qui contredit ce qui a été observé, à savoir que tout conducteur oppose une résistance au passage d'un courant électrique. C'est d'ailleurs pour cela qu'il dégage de la chaleur. Onnes fait ensuite d'autres expériences avec de l'étain et du plomb et observe le même phénomène: à partir d'un certain seuil de température, dit température critique, qui varie selon le métal, la résistance au courant électrique s'effondre brutalement. Une découverte inouïe qui lui vaut le Prix Nobel de physique en 1913, le premier de la série attribuée aux découvertes en ce domaine.

Une autre surprise est au rendez-vous, 20 ans plus tard en 1933. Walter Meissner montre que le supraconducteur exclut tout champ magnétique. Autrement dit, si l'on approche un aimant d'un supraconducteur, il est repoussé et reste en lévitation. On sait aujourd'hui toute l'importance de ces 2 découvertes; nous baignons dans un océan d'applications de ces phénomènes: imagerie médicale par résonance magnétique, accélérateurs de particules comme celui du CERN, train à lévitation comme le MagLev au Japon ou en Chine, appareils électrotechniques et électroniques, lignes de transmission, détection de champs magnétiques très faibles, etc. La liste est longue... sauf qu'il n'y a guère là d'utilisations vraiment grand public. La raison en est simple: malgré 112 ans de recherche et des avancées indiscutables, la supraconductivité continue à se manifester dans des conditions extrêmes de température et/ou de pression. Bref, elle est lourde à mettre en œuvre !

Température ambiante mais pas la pression

On comprend dès lors pourquoi l'essentiel des recherches a consisté, outre à tenter de comprendre le phénomène, à faire remonter la température du seuil critique au-delà duquel la résistance s'efface. Au fil des expériences, les scientifiques remarquent tout d'abord que si on les refroidit suffisamment, plus de la moitié des éléments du tableau

périodique deviennent supraconducteurs ! Le phénomène n'est donc pas un cas particulier à quelques métaux. Voilà un fameux réservoir de possibilités. Sans parler de combinaisons sous forme d'alliages et oxydes par exemple. Pourtant, on ne parvient pas à faire décoller le seuil de température. Pire: une explication au phénomène est trouvée en 1957 mais elle n'est valable que pour les basses températures, sous les $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Adieu donc les supraconducteurs «abordables» ? Heureusement non: en 1986, 2 physiciens d'IBM à Zurich, Georg Bednorz et Alexander Karl Müller identifient des supraconducteurs à des températures plus élevées que la limite théorique, les oxydes de cuivre ou cuprates, supraconducteurs à $-135\text{ }^{\circ}\text{C}$ ce qui permet de les refroidir à l'azote liquide bien plus maniable que l'hélium. Dès lors, les températures critiques (T_c) et pressions ne vont cesser de s'approcher de valeurs ambiantes. Mais sans y parvenir. Pas même pour l'expérience dont les résultats ont suscité un tel charivari en ce mois de mars. Même si les auteurs de l'article semblent jouer sur les mots, parlant d'un composé supraconducteur à «*maximum T_c of 294 K at 10 kbar, that is, superconductivity at room temperature and near-ambient pressures*» pour reprendre leur texte. Car si une température de 294 K (soit $21\text{ }^{\circ}\text{C}$) est bien une température ambiante, on ne peut ainsi qualifier une pression de 10 000 bars (environ 10 000 fois la pression atmosphérique).

Il n'empêche, si les résultats de l'expérience se confirment, ils sont intéressants car les scientifiques de Rochester se sont basés sur les propriétés d'un métal, le lutécium (Lu), une terre rare (appellation trompeuse car il est abondant !) et ont constitué un hydrure de lutécium dopé à l'azote. Compressé, l'échantillon est passé d'une couleur bleue au rose lorsqu'il a atteint le seuil de supraconductivité puis au rouge intense lorsque la pression a baissé. D'où le nom de «matière rouge» que l'équipe lui a donné. Malgré les doutes exprimés par certains, nul doute que d'autres équipes vont se précipiter dans la brèche et que le lutécium va être mis à toutes les sauces. 🍷

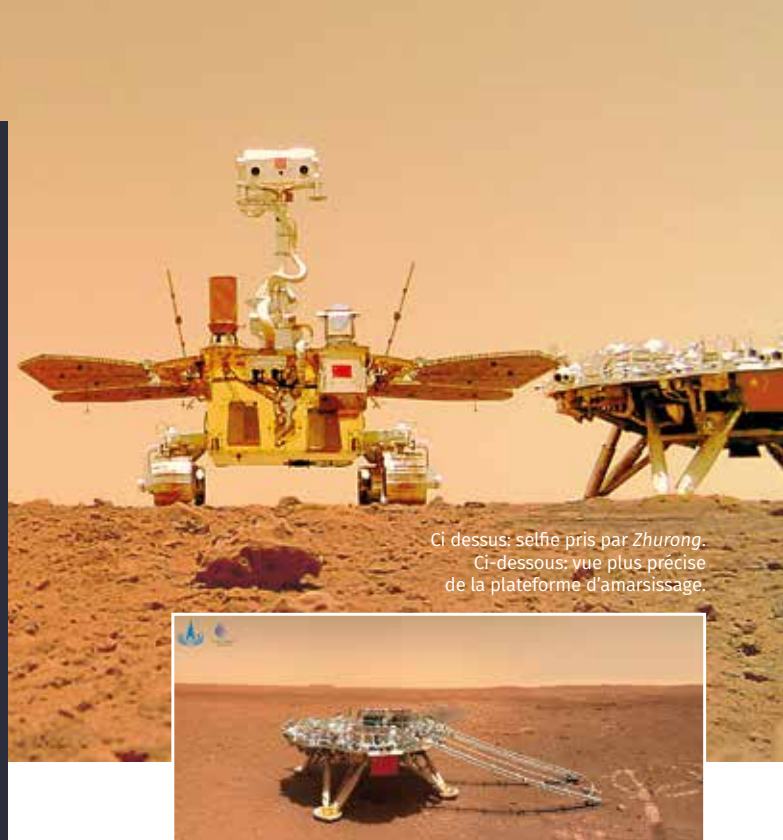
Quoi de neuf dans l'espace ?

Ce début d'année, nous avons appris que le rover chinois *Zhurong* n'a plus donné signe de vie depuis plusieurs mois. Le rover pionnier de la mission *Tianwen-1* s'était posé sur la Planète rouge le 14 mai 2021, faisant de la Chine le tout premier pays à réussir à orbiter, faire atterrir et déployer un véhicule terrestre lors de sa première mission vers Mars. Mais aujourd'hui, la communication avec l'astromobile semble impossible. Un plomb dans l'aile du plus que bien huilé programme spatial chinois...

TEXTE: FLEUR OLAGNIER | PHOTOS: CNSA

Qu'est-il arrivé à *Zhurong* ?

Le rover télécommandé s'était mis en veille en mai 2022 pour l'hiver martien, en attendant le passage de gigantesques tempêtes de sable et d'une période moins ensoleillée. *Zhurong* était censé se réveiller au mois de décembre, dans des conditions plus douces et moins poussiéreuses. Hélas, le bruit court que l'astromobile n'a toujours émis aucun signal. L'une des hypothèses est que les capteurs solaires ont été recouverts de sable martien lors des tempêtes. Privé de l'alimentation de ses quatre panneaux solaires, le véhicule est ainsi dans l'incapacité de sortir de son mode veille. Définitivement. C'est en tout cas l'avis de David Flannery, membre de l'équipe en charge du rover américain *Perseverance*. Pour d'autres experts, il est toutefois possible que le véhicule soit simplement tombé en panne en raison des faibles températures, et qu'il redémarre une fois les conditions redevenues plus clémentes. Affaire à suivre...



Ci dessus: selfie pris par *Zhurong*.
Ci-dessous: vue plus précise de la plateforme d'amarsissage.

Qu'a accompli le rover chinois ?

Depuis son arrivée, *Zhurong* a parcouru environ 2 km à travers la plaine martienne d'Utopia Planitia pendant plus d'un an. Son voyage à la base, n'était censé durer que trois mois. Grâce au rover, la Chine est la deuxième et seule autre nation à exploiter un astromobile sur Mars après les États-Unis. En un an, le véhicule a envoyé 940 Go de données communément avec la sonde orbitale *Tianwen-1* qui l'a amené autour de Mars. *Zhurong* a étudié des crêtes, qui ne font parfois que quelques dizaines de centimètres de haut, formées par le vent et donc rares sur Terre où le climat est beaucoup plus instable. L'astromobile a aussi découvert plus de 2 000 cratères dont le dénombrement permet de préciser l'âge d'Utopia Planitia. Il a observé sur des rochers des preuves d'érosion par le vent et des structures en forme de flocons, ce qui est cohérent avec une présence d'eau ancienne. Enfin, *Zhurong* a cherché à déterminer le site d'un futur prélèvement d'échantillons à rapporter sur Terre et a étudié la structure du sous-sol. Des travaux non révolutionnaires, mais qui apportent leur pierre à l'édifice de notre compréhension de la planète rouge.

Quels enjeux pour l'ambitieux programme spatial chinois ?

L'agence spatiale chinoise (CNSA) n'a toujours pas effectué de commentaire sur la situation actuelle du rover *Zhurong*. Les médias d'État, eux, ont réfuté les informations concernant des problèmes «exagérés» avec l'appareil. Une politique du silence qui ne surprend pas, puisque la CNSA communique généralement de manière très cadrée et au compte goutte, contrairement à la prolifique Nasa par exemple. D'autant plus que le silence de *Zhurong* n'était pas voulu et relève donc davantage d'une communication négative. Cependant, la Chine n'a pas à rougir de la mission *Tianwen-1* qui est déjà considérée comme un succès, autant technique avec le lancement et l'atterrissage réussis, que scientifique. **A**

À la Une du cosmos

TEXTE : YAËL NAZÉ · YNAZE@ULIEGE.BE ·
HTTP://WWW.ASTRO.ULG.AC.BE/NEWS



Le télescope spatial *Hubble* a mesuré une lueur entre amas de galaxies lointains, provenant d'étoiles dispersées. Dix mille fois plus faible que la lueur du ciel nocturne vu depuis la Terre, cette lueur ne dépend pas de l'âge des amas... mais elle est associée à des amas matures: il reste donc à s'assurer qu'elle était là depuis la formation ou si elle résulte de collisions à l'intérieur des amas.

CRÉDITS: HST



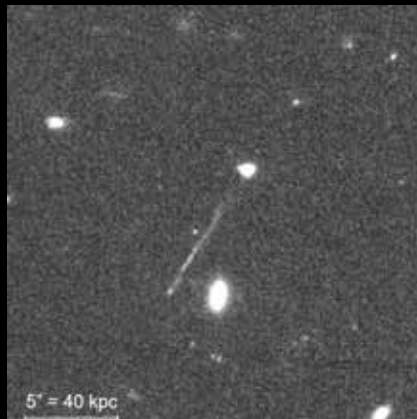
Des volcans vénusiens appelés «coronae» se trouvent là où la croûte planétaire est fine: environ 11 km d'épaisseur seulement. Même si Vénus ne présente pas de tectonique des plaques, la chaleur interne peut donc s'évacuer sans problème... et cela explique que la surface de Vénus semble jeune.

CRÉDITS: NASA/JPL-CALTECH/PETER RUBIN · VUE D'ARTISTE



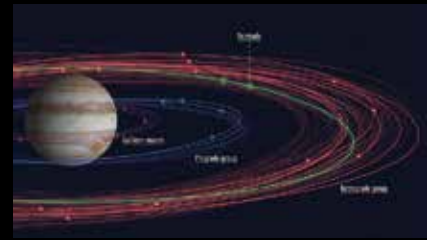
La galaxie du Triangle change de structure selon les étoiles que l'on regarde: les jeunes tracent des bras spiraux floconneux, les vieilles deux arcs spiraux bien marqués avec une barre... Ce changement de structure est probablement dû à une interaction passée.

CRÉDITS: STARCHASER5/S&T



Une ligne d'étoiles indiquerait la présence d'un trou noir baladeur. L'idée est qu'une rencontre entre plusieurs galaxies (et donc entre leur trou noir central) conduise à l'éjection d'un des trous noirs, et l'onde de choc de son sillage provoquerait la formation de nouvelles étoiles. Reste à confirmer...

CRÉDITS: HST



Du neuf du côté de Jupiter ! ❶ Une douzaine de lunes en plus, ce qui en fait 92 ! ❷ Des aurores détectées sur les quatre lunes galiléennes (Io, Europe, Ganymède et Callisto). ❸ Deux nouveaux types de glace découverts - associant le sel à l'eau, ils pourraient être présents sur les lunes de Jupiter.

CRÉDITS: CARNEGIE INST. FOR SCIENCE / ROBERTO MOLAR CANDANOSA
• VUE D'ARTISTE



Fini ! Le rover *Perseverance* a récolté ses dix tubes d'échantillons variés. Reste à les ramener sur Terre !

CRÉDITS: PERSEVERANCE



Anneaux à gogo ! Alors que le JWST confirme l'anneau autour de l'astéroïde Chariklo, on découvre un système d'anneaux autour de Quaoar, une petite planète naine. Comparé aux autres anneaux, ceux-ci sont assez loin de leur centre, ce qui intrigue les astronomes... Enfin, un anneau de poussière au niveau de l'orbite de Mercure s'expliquerait par des impacts sur la planète...

CRÉDITS: ESA · VUE D'ARTISTE



Chimie céleste ! En sondant des nuages interstellaires, le télescope spatial JWST a trouvé une tripotée de glaces ainsi que des composés organiques complexes. En parallèle, de nouvelles expériences en labo confirment que des acides aminés peuvent se former dans des glaces simples bombardées de protons (comme les nuages interstellaires avec rayons cosmiques) mais aussi que ces composés peuvent ensuite survivre aux conditions typiques des astéroïdes. Cette fois, les 2 processus ont été testés ensemble, dans une expérience unique. Le cocktail obtenu n'est cependant pas identique aux acides aminés retrouvés dans les météorites. À ce niveau, terminons sur la découverte d'une météorite de 7,6 kg en Antarctique...

CRÉDITS: NASA, ESA, CSA, STSCI, AND JOSEPH DEPASQUALE (STSCI)



Encelade, lune de Saturne, aurait en surface une grosse couche de neige (jusqu'à 700 m par endroits). Cela implique que soit la lune a été active très longtemps, depuis sa formation, soit elle a été autrefois plus active qu'on ne le pense. En plus, cette lune éjecte dans ses geysers des particules de silice. Leur présence vient d'être expliquée: les marées subies par cette lune créeraient des courants dans l'océan sous-jacent, capables de transporter en quelques mois jusqu'à la surface de la silice provenant de sources hydrothermales profondes.

CRÉDITS: NASA



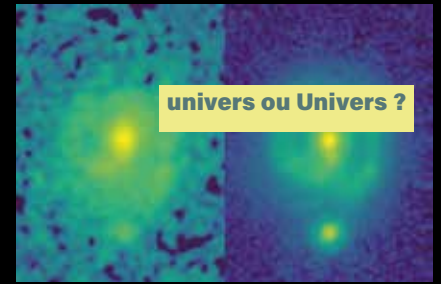
L'analyse des surveys *Dark Energy* et *South Pole Telescope* indique que la matière n'est pas aussi « agglomérée » dans le cosmos qu'on ne le pensait, ce qui renforce l'idée qu'il manquerait quelque chose dans le modèle standard de l'Univers. En parallèle, ayant observé une augmentation de masse dans des trous noirs supermassifs, certains théoriciens proposent un lien entre la mystérieuse énergie noire et les trous noirs...

CRÉDITS: CTIO/NOIRLAB/DOE/NSF/AURA



Vous croyez connaître la glace d'eau ? En fait, il existe de nombreuses formes cristallines, et pas seulement celle qu'on a l'habitude de voir. L'une d'elles, appelée « glace superionique » constituerait une grande partie de Neptune et d'Uranus, selon un nouveau modèle. Sa plasticité, beaucoup plus grande qu'on ne le pensait, pourrait expliquer les configurations magnétiques de ces planètes.

CRÉDITS: MAURICE DE KONING & FILIPE MATUSALÉM



Plus le temps passe, et plus le télescope spatial JWST dévoile des galaxies inattendues dans l'univers jeune: galaxies diversifiées, grosses galaxies massives et évoluées, ... Cela confirme en détail des observations antérieures: il faudra donc réviser les théories qui prévoyaient une formation lente.

CRÉDITS: JWST



Parfois, une étoile passe non loin d'un trou noir: elle peut alors être déchirée. Ces événements appelés TDE se produisent normalement une fois, mais ceux baptisés eRASSt J045650.3–203750 et AT2018fyk se sont « rallumés »: la destruction de l'étoile n'aurait pas été complète au premier passage près du trou noir...

CRÉDITS: ESA



Attention, collisions ! La galaxie UGC 4211, résultat d'une collision entre galaxies, possède 2 trous noirs supermassifs en son cœur: séparés de seulement 700 années-lumière, ces 2 ogres devraient fusionner dans... 4,5 milliards d'années. Découverte similaire dans les amas Abell 133 et 1758S.

CRÉDITS: NRAO · VUE D'ARTISTE



JUICE: vers l'accès à un mini système planétaire

En préparation depuis plus de 10 ans, la mission européenne JUICE doit enfin décoller ce mois d'avril 2023. La sonde a pour principal objectif d'étudier 3 des 4 lunes de Jupiter. En 2031, JUICE se placera en orbite autour de la géante gazeuse, avant d'effectuer des survols rapprochés d'Europe et Callisto, puis de se placer en orbite autour de Ganymède. Les bulles magnétiques qui entourent Jupiter et Ganymède, ainsi que les océans souterrains, sont parmi les principaux centres d'intérêt des scientifiques. Voici pourquoi

TEXTE: FLEUR OLAGNIER - FLEUR.OLAGNIER@GMAIL.COM

PHOTOS: NASA/ESA (P.56), COURTESY OF NASA/SWRI (P.57), NASA/JPL/DLR (P.58)

JUICE est la mission phare du programme *Cosmic Vision* 2015-2025, la feuille de route scientifique de l'Agence spatiale européenne (Esa). Plus précisément, il s'agit de la toute première sonde spatiale européenne à destination de Jupiter. JUICE, ou *Jupiter Icy Moons Explorer*, a pour but d'étudier à partir de 2031 l'environnement jovien et notamment 3 des 4 lunes de Jupiter: Europe, Ganymède et Callisto. Depuis 2016, c'est la mission *Juno* de l'Agence spatiale américaine (Nasa) en orbite autour de Jupiter qui s'attèle à cette tâche, mais sans être aussi bien équipée pour étudier les lunes galiléennes que JUICE.

La mission en préparation depuis avril 2011 inclut des participations de la Nasa et de l'Agence spatiale japonaise (Jaxa), et se démarque par ses objectifs scientifiques particulièrement variés et ambitieux. «Les 10 instruments de JUICE ont été conçus pour fonctionner ensemble afin de nous donner une vision globale de l'environnement jovien, appuie Denis Grodent, chercheur en planétologie et directeur du Laboratoire de Physique Atmosphérique et Planétaire (LPAP) de l'ULiège. Avec la géante gazeuse et ses

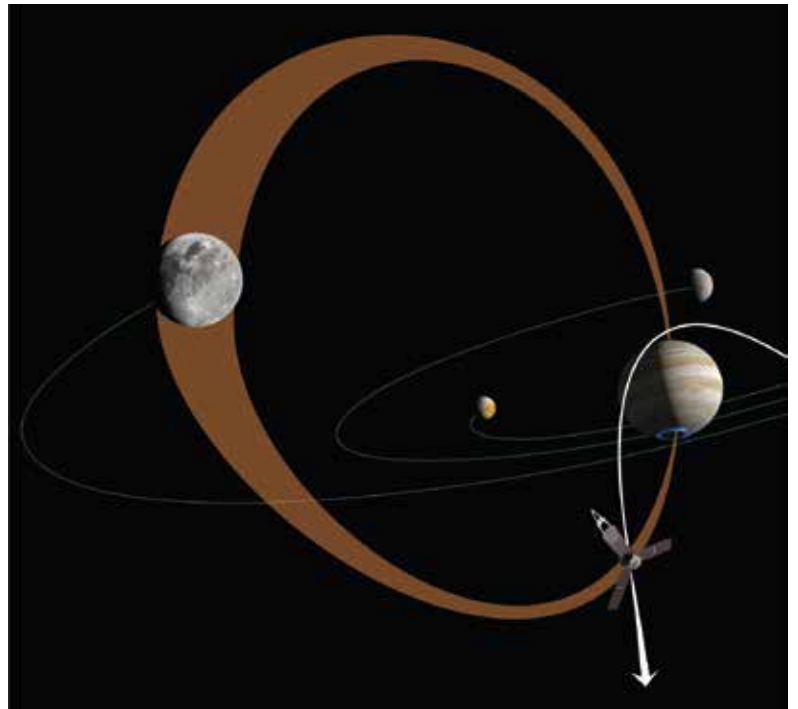
4 satellites naturels, c'est à un "mini Système planétaire" auquel nous avons accès.»

La Belgique, de son côté, est impliquée dans le spectro-imageur infrarouge MAJIS et le Centre spatial de Liège a développé une infrastructure spéciale unique en Europe pour effectuer les tests thermiques des panneaux solaires. De plus, le Plat pays a une participation significative dans l'instrument UVS (*UV Imaging Spectrograph*). C'est la Nasa qui est responsable d'UVS, un instrument similaire à celui qu'elle a déjà développé pour Juno et qui équipera également *Europa Clipper*, prochaine mission américaine qui décollera en 2024 à destination d'Europe.

«Un laboratoire de physique des plasmas unique»

«UVS doit nous aider à faire le lien entre le fonctionnement des magnétosphères et les aurores», explique Bertrand Bonfond, chercheur en planétologie au LPAP. Pour rappel, la magnétosphère est une sorte de «bulle» qui entoure une planète et dans laquelle tous les phénomènes physiques sont dominés par le champ magnétique de cette planète. Ici, on parle des «bulles» de Jupiter et de Ganymède, Ganymède étant le seul satellite du Système solaire à posséder un champ magnétique intrinsèque et donc sa propre magnétosphère. «La magnétosphère de Ganymède est incluse dans celle de Jupiter. Les orientations de leurs champs magnétiques respectifs sont opposées. Donc les 2 magnétosphères sont connectées en permanence par des échanges d'énergie et de particules: c'est un laboratoire de physique des plasmas unique», affirme le chercheur.

Les aurores se produisent quand des particules chargées (issues du vent solaire dans le cas de la Terre ou du volcanisme d'Io - 4^e lune de Jupiter - dans le cas du système jovien) sont piégées par la magnétosphère et se déplacent le long des lignes de champ jusqu'aux pôles. Les interactions de ces particules avec les molécules présentes dans la haute atmosphère de Jupiter ou de Ganymède créent des aurores polaires brillantes et en forme d'anneaux. «JUICE va observer avec précision les émissions au niveau des pôles de Jupiter et les aurores sur les différentes lunes, principalement Ganymède. Sur ce satellite en particulier, on aura accès aux aurores avec une résolution phénoménale et inédite de 500 m, poursuit M. Bonfond. Nous voulons comprendre dans le détail le lien entre l'apparition d'aurores et les mesures de particules in situ dans la magnétosphère.» JUICE se placera en 2034 en orbite autour de Ganymède, la plus



grande des 4 lunes dont la taille est supérieure à celle de Mercure, avant de s'écraser à la surface du satellite l'année suivante pour la fin de mission.

En outre, grâce aux survols rapprochés d'Europe et Callisto et la mise en orbite autour de Ganymède, UVS va analyser et comparer les surfaces des 3 lunes. «On sait que l'on trouvera différents types de glaces et différents stades d'érosion. Contrairement à Europe et Callisto, Ganymède est par exemple protégée des radiations par sa magnétosphère: sa surface est donc vraisemblablement moins abîmée», souligne Bertrand Bonfond.

1, 2 ou 3... océans

Par ailleurs, JUICE doit permettre d'adresser l'un des plus grands fantasmes du Système solaire: la présence d'eau liquide ailleurs que sur Terre. En effet, il est quasiment certain que le satellite Europe possède un océan d'eau salée sous sa surface glacée. Cela pourrait aussi être le cas de Ganymède, même si l'on pense à une étendue d'eau moins vaste, ou alors discontinuée répartie en plusieurs cavités. Un océan sur Callisto ? Le mystère reste entier... et sera peut-être bientôt résolu. Enfin, pas d'eau liquide mais des lacs de lave sur Io, la volcanique du groupe. «Grâce au travail de l'instrument UVS, on va récolter des informations sur la conductivité électrique des potentiels océans d'eau salée souterrains et leur configuration, note Denis Grodent. D'autre part, les résultats des expériences radar et radio seront essentiels, car ils vont nous permettre de sonder l'intérieur de Jupiter et de ses lunes. On aura alors accès aux basses couches de l'atmosphère de la géante gazeuse, ce qu'on ne peut pas faire depuis la Terre». Et Bertrand Bonfond de compléter: «On pourra avoir une

Après la sonde Galileo, la mission spatiale Juno de la NASA a étudié la planète Jupiter. En juin 2021, le vaisseau Juno s'est approché de Ganymède, la plus grande lune jovienne, et a survolé sa magnétosphère.





idée de la composition et de l'épaisseur des couches qui constituent les 4 lunes, de leur uniformité ou non uniformité notamment dans le cas des océans, ou encore de la présence de lacs sous-glaciaires».

Un autre enjeu de la mission JUICE est de clarifier le lien entre Jupiter et ses lunes. En effet, Io, Europe et Ganymède tournent de façon quasi-synchrone - elles sont en résonance - et leurs orbites sont légèrement elliptiques. «Les 3 lunes "se tirent les unes les autres": elles accélèrent à certains moments et décélèrent à d'autres. Or, leur vitesse de rotation sur elles-mêmes est constante. Ce paradoxe crée des déformations des lunes, soit un effet de marée, décrypte Bertrand Bonfond. Quand un bourrelet de marée se forme à la surface d'un satellite, il cherche ensuite naturellement à se "réaligner" avec Jupiter, mais se déplace en raison de la rotation. Ceci crée une friction et donc un échauffement. C'est par exemple cet échauffement qui est à l'origine du volcanisme sur Io. On veut mieux comprendre ce phénomène. Le but est aussi de clarifier à quel endroit ce chauffage a lieu exactement sur Ganymède et Europe, et si en ce point précis la glace peut se liquéfier.»

Machine à remonter dans le temps

Enfin, des instruments à très haute résolution vont nous permettre d'observer avec une précision inégalée les surfaces des quatre lunes. La résolution spatiale de la caméra Janus (lumière visible et proche infrarouge) atteindra par exemple 2,4 m lors des survols de Ganymède et 10 km au-dessus de Jupiter. Il sera ainsi possible d'analyser le système jovien à différentes époques.

En effet, Callisto possède la surface la plus ancienne, très cratérisée, qui nous montre l'époque de la formation du système jovien. On pense et on veut vérifier que les roches et les glaces y sont mélangées de façon beaucoup plus homogène que sur les autres lunes. Europe en revanche, possède une surface jeune, tout comme Io, en permanence remodelée en raison de son volcanisme. «Nous allons avoir des vues incroyables des montagnes, des cratères de Ganymède, des geysers d'Europe, des failles...» rêve Bertrand Bonfond. «Nous allons essayer de déterminer si Ganymède possède des geysers, étudier le cryovolcanisme lié à ceux d'Europe, et nous intéresser aux interactions entre les atmosphères des satellites avec l'environnement de Jupiter, termine Denis Grodent. Le volcanisme d'Io, par exemple, dégaze du soufre et de l'oxygène qui peuvent se retrouver dans la magnétosphère de Jupiter, et à la surface de ses voisines Europe et Ganymède. On veut comprendre dans le détail comment cette matière passe de l'une à l'autre.» A

MAIS ENCORE...

Une carte ultra-précise de la répartition de la matière dans l'Univers dévoilée

Début février, un groupement de 150 chercheurs a rendu publique la carte de la répartition de la matière dans l'Univers la plus précise jamais élaborée. Pour aboutir à ce résultat, les scientifiques se sont appuyés sur les données fournies par le télescope *Dark Energy Survey* (Chili) et le radiotélescope *South Pole* (au pôle Sud). Les résultats de ces 2 instruments ont permis de décrire comment la matière s'est répartie dans l'Univers à mesure que celui-ci s'est étendu au fur et à mesure de ses 13,8 milliards d'années d'existence. La nouvelle carte a déjà été comparée aux modèles antérieurs. «Il semble qu'il y ait un peu moins de fluctuations dans l'univers actuel que ce que nous ne le prévoyions», a déclaré sur le site de l'Université de Chicago Eric Baxter, co-auteur de l'analyse et astrophysicien de l'Université d'Hawaï. Autrement dit, l'Univers contient davantage de «grumeaux» de matière qu'attendu. La carte n'atteint toutefois pas encore le niveau de détails suffisant pour affirmer que les modèles actuels sont faux.

Bientôt une composante «Air et Espace» dans la Défense belge ?

«Nos adversaires sont pleinement engagés dans de nouveaux domaines tels que le cyber et l'espace. Nous voulons également nous appuyer sur la grande expertise belge dans le domaine spatial afin de permettre à la composante "Air" d'évoluer vers une composante "Air et Espace" à long terme», a déclaré dans ses vœux de début d'année l'amiral Michel Hofman, chef de la Défense et plus haut gradé belge. Certes, le Plat pays ne possède pas encore de stratégie spatiale très élaborée, mais le plan STAR approuvé en juin 2022, qui représente la vision stratégique de la Défense belge jusqu'en 2030, prévoit bien la création d'un centre de sécurité spatiale.

Le rover *Perseverance* dépose son tout premier échantillon sur Mars

C'est une étape clé dans la mission américaine *Mars Sample Return* de retour d'échantillons sur Terre, à laquelle l'Europe participe. Le petit tube en titane de la taille d'un stylo est rempli de roches magmatiques récupérées dans une région du cratère Jezero de Mars. L'échantillon avait été prélevé le 31 janvier 2022 et était stocké dans le rover avec 17 autres. Au total, 10 tubes seront déposés sur le site nommé *Three Forks* pour constituer un dépôt de secours au cas où la livraison des 30 échantillons de base par le rover subirait un échec. Dans ce cas, 2 petits hélicoptères viendront les récupérer pour les amener à la mini-fusée qui se trouvera sur l'atterrisseur *Sample Retrieval Lander*. En 2031, la mini-fusée ramènera les échantillons en orbite (les 30 initialement prévus ou les 10 de remplacement) avant le retour sur Terre.



À LIRE



AGENDA

Le mag scientifique

• EURO SPACE CENTER DE REDU

Discover Mars

Visitez sans attendre cette toute nouvelle exposition interactive et immersive à la conquête de la Planète Rouge. Vous y découvrirez tous ses secrets au travers d'expériences uniques et des activités de manipulation originales: Quel âge avez-vous sur Mars ? Quelle est votre voix sur Mars ? Quels sont les différents rovers qui ont exploré Mars ? Météorite martienne, Mars Scan... et bien d'autres encore. Mystérieuse et jusqu'à récemment inaccessible, Mars est un objet d'exploration, d'observation et de questionnement. Elle est même désormais considérée comme le meilleur candidat pour une exploration humaine et une colonisation future.

<https://www.eurospacecenter.be/fr/>

• NAM-IP DE NAMUR

Des femmes remarquables dans l'histoire de l'informatique

Au travers de panneaux iconographiques, découvrez la vie remarquable de femmes connues, comme Ada Lovelace, Grace Hopper ou encore Margaret Hamilton mais aussi celle de pionnières «oubliées» telle qu'Hedy Lamarr ou Joan Clarke. Des micro-ordinateurs en fonction vous permettront de vous détendre avec les grands succès de Roberta Williams et nos bornes interactives vous en apprendront davantage sur la place qu'occupent actuellement les femmes dans les métiers des TIC. C'est également l'occasion de rappeler que l'informatique n'est pas un domaine réservé aux hommes et que les stéréotypes liés aux métiers des STEAM sont souvent bien loin de la réalité. Du 9/04/2023 au 31/01/2024.

www.nam-ip.be

• MUSEUM DES SCIENCES NATURELLES DE BRUXELLES

Luminopolis

Qu'est-ce que la lumière ? Comment rythme-t-elle notre quotidien ? Comment influence-t-elle la vie ? Résolvez des énigmes et percez des mystères. Tic-tac-tic-tac... le temps presse, le chronomètre s'affole ! Dans cette expo-jeu au format totalement inédit, la lumière se révèle sous tous ses aspects - physiques, biologiques, techniques et sociologiques. C'est un concept original et captivant avec 10, 14 ou 18 énigmes à résoudre en équipe pour remporter la victoire. À vous de jouer ! Jusqu'au 13/08/2023

<https://bit.ly/3LeKrm1>

LE CURIEUX MONDE DES SCIENCES

Simon FLYNN - Belin Éditions

Graphes, dessins et infographies créent un univers coloré auquel répondent des textes courts, pleins d'humour ou de poésie, sur la physique, la chimie, la biologie ou encore les mathématiques. Vous découvrirez tout ce qu'on ne vous a jamais dit sur la théorie de l'évolution ou sur l'électricité, et les destins exceptionnels d'hommes et de femmes de science. De nombreuses anecdotes à partager. De spectaculaires mises en scène graphiques. Une nouvelle manière de lire la science. Dans la même veine: *Le curieux monde des symboles scientifiques* vous permet de les comprendre de façon ludique, des plus emblématiques équations aux formules plus mystérieuses.

ATHENA 361 Mars-Avril 2023

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.

Place de la Wallonie 1, Bât. III - 5100 JAMBES
N° Vert du SPW: 1718 • www.wallonie.be

Abonnement (gratuit)

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

PAR COURRIER
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES

PAR TÉLÉPHONE
au 081 33 44 93

PAR COURRIEL À L'ADRESSE
athena@spw.wallonie.be

Distribution en Belgique uniquement.

Rejoignez-nous également sur
www.athena-magazine.be
<http://athena.wallonie.be>
Facebook.com/magazine.athena

RÉDACTRICE EN CHEF
Géraldine TRAN
081 33 44 76
geraldine.tran@spw.wallonie.be

GRAPHISTE
Nathalie BODART
081 33 44 91
nathalie.bodart@spw.wallonie.be

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

ISSN 0772-4683 (P) • 2736-5875 (N)

COLLABORATEURS
Virginie Chantry, Jean-Michel Debry,
Paul Depovere, Henri Dupuis, Julie Fiard,
Thibault Grandjean, Philippe Lambert,
Clémentine Laurens, Julie Luong, Yaël Nazé,
Fleur Olnagier, Jacqueline Remits

DESSINATEURS
Olivier Saive, ALSy, Peter Elliott, Vince

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT
Jean-François HEUSE
Inspecteur général

ÉDITRICE RESPONSABLE
Isabelle QUOILIN
Directrice générale

COUVERTURE
Première
Crédit: @Konstantin Yuganov - stock.adobe.com

Quatrième
Crédit: 比呂池 - stock.adobe.com

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





Visitez nos sites

<http://athena-magazine.be>
<http://athena.wallonie.be>
<http://recherche.wallonie.be>
<http://difst.wallonie.be>

Rejoignez-nous sur

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