

Société p.18

Sciences et techniques: des métiers d'avenir

CurioKids p.29

Toutes les couleurs du ciel



ÉDITO

Notre cerveau a ses raisons que la raison souvent ignore

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



La vie est faite de choix: Oui ou Non; Continuer ou Abandonner; Se relever ou Rester à terre... Certains choix comptent plus que d'autres: Aimer ou Haïr; être un Héros ou un Lâche; Se battre ou Se rendre; Vivre ou Mourir... (Derek Shepherd 😊). Pour ceux qui en douteraient encore: la vie est faite de choix. Et choisir, c'est décider. Et donc aussi renoncer. Tous les jours, toute notre vie, pour nous ou pour les autres, nous sommes confrontés à des dilemmes. Des plus insignifiants sans grande conséquence aux plus cruciaux et bouleversants. Ceux qui peuvent changer notre destin et modifier profondément notre vie. Au casino: rouge (couleur préférée) ou noir (question de statistique) ? Quelles chaussures ce matin: baskets (confort) ou escarpins (élégance) ? Le trajet pour aller au boulot: autoroute (travaux) ou nationale (plus lent) ? Mon fils qui veut regarder la tablette: oui (détente) ou non (pas d'écran) ? Quel métier: plombier (il en manque) ou ingénieur (certitude de trouver un job facilement) ? Le job: à côté (pas fun mais rémunérateur) ou plus loin (passionnant mais peu payé) ? Mes amours: mariage traditionnel (le symbole et la fête) ou cohabitation légale (raison fiscale) ? Le vaccin: pour (collectivité, obéissance) ou contre (méfiance, défiance) ? Un proche dans le coma: s'acharner (vivre) ou le laisser partir (mourir) ? Autant de questions qui nous concernent nous ou les autres (nos parents, nos enfants, nos collègues, nos amis...) et qui ne nous laissent finalement que peu de répit. On pourrait facilement croire que décider, c'est être libre. Et décider, c'est être qui on est. C'est ce qui nous différencie de l'autre. C'est indéniablement un pouvoir aussi magnifique que dangereux. Mais nos décisions sont-elles réellement rationnelles ? Bien que nous nous évertuions à être rationnels, que nous pensons choisir la meilleure option, nos décisions manquent bien souvent de clairvoyance. Quels sont les déterminants biologiques, neurologiques ou socioculturels de nos choix ? Les découvrir vous permettra sans doute de vous en affranchir, en partie tout du moins. C'est en tous cas ce que propose le neuroscientifique Mathias Pessiglione. Que décidez-vous: ignorer que ce que nous pensions rationnel ne l'est pas tant que ça (évitez alors les pages 22 à 27) ou en apprendre davantage pour «mieux» décider ? Sapin ou pas sapin, en ces temps maussades, passez de très joyeuses (j'insiste là-dessus) fêtes de fin d'année... 🍷



SOMMAIRE

Le mag scientifique

354
Novembre-Décembre 2021



- 4 **Actualités** • Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Wall'Innove Tour** • ECOSTERYL
- 12 **Technologie** • Résistance aux antibiotiques: la technologie au service de la médecine
- 16 **L'ADN de...** • Jean DE LA KETHULLE, Automaticien
- 18 **Société** • Sciences et techniques: des métiers d'avenir
- 22 **Dossier** • Entre raison et déraison
- 28 **Barje** • On est tous Barje, même *Athena* !
- 29 **CurioKids** • Toutes les couleurs du ciel
- 33 **Mathématiques** • Un tirage au sort... équitable
- 35 **Qui est-ce ?** • Özlem TÜRECI
- 37 **Internet** • La petite histoire du géant *Facebook*
- 41 **Chimie** • Molécules au doux parfum
- 43 **Biologie** • Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 47 **Physique** • Un cyclotron monument
- 49 **Espace** • Quoi de neuf dans l'espace ?
- 50 **Astronomie** • Petite balade tête dans les étoiles
- 52 **Espace** • Quelles exoplanètes pour abriter la vie ?
- 55 **À lire** • À lire avec nos enfants
- 59 **Agenda** • À voir, à tester, à cliquer, à lire...

TEXTE : JEAN-CLAUDE QUINTART · JC.QUINTART@SKYNET.BE
PHOTOS : ©RASI - STOCK.ADOBE.COM (P.4), ©UNESCO 2021 (P.5), ©ESSENSCIA (P.5), ©SALEMAPROJECT.EU (P.7), ©SHAWN HEMPEL - STOCK.ADOBE.COM (P.8), ©AGC/TOM VANDEWIED/DIGITAL IMAGING (P.9), © BELGA (P.9)

Cardiologie, progrès en vue !

Lorsqu'on sait que 2 à 5% de la population développeront un anévrisme dans leur vie, qui nécessitera une intervention chirurgicale ou endovasculaire, on comprend de suite l'intérêt du projet *Pulso*, axé sur l'élaboration d'une technique permettant de reproduire, en dehors du corps humain, des conditions dynamiques pulsatiles de différentes localisations artérielles: ou plus simplement dit, à reproduire in vitro le comportement du système cardiovasculaire humain. Sachant que la technique actuelle de pose d'une prothèse endovasculaire métallique (stent) n'est pas une solution totalement satisfaisante, on imagine nombreuses les attentes pour l'arrivée d'une solution plus efficace. D'où les espoirs suscités par ce projet porté par le service Fluides-Machines de la faculté Polytechnique de l'UMons et le Laboratoire de Médecine Expérimentale de la Faculté de Médecine de l'ULB au CHU de Charleroi; et soutenu financièrement par la Wallonie dans le cadre d'une aide FIRST Spin Off ainsi que du mécénat privé venant de Heidelberg Cement et Cardiatis.

L'objectif social de *Pulso* est la mise au point d'une pompe compacte, programmable et contrôlable. Baptisée *PulsoPump*, celle-ci devra reproduire le plus fidèlement possible tout type de flux pulsatile artériel du système cardiovasculaire à des fins d'analyse in vitro. «Les conditions pulsatiles de débits étant très complexes et très différentes selon le vaisseau étudié de la personne et des pathologies, le défi sera de reproduire le plus fidèlement possible la nature pulsatile des signaux caractéristiques du cycle cardiaque dans des conditions physiologiques et/ou pathologiques», explique Marco Testaguzza, porteur du projet à l'UMons. Plus précisément,

la pompe devra reproduire les conditions hémodynamiques du système vasculaire utiles à l'analyse in vitro pour l'étude et la validation du comportement des prothèses vasculaires.

«La base du dispositif repose sur une technologie de double pompe, brevetée par l'UMONS/ULB et dont la synergie entre les 2 outils assure une reproduction fidèle du signal, dans des conditions physiologiques standards ou pathologiques tout en permettant des débits négatifs comme rencontrés dans certains vaisseaux lors du cycle pulsatile», détaille Marco Testaguzza. Précisant que «L'action simultanée d'une pompe rotative et du mouvement d'une pompe à piston contrôle l'intensité du débit et les oscillations pulsatiles autour de sa valeur moyenne. Par cette approche, le dispositif génère un large éventail de débits physiologiques, passant des débits cérébraux de plus faibles intensités aux plus importants flux aortiques en conditions standards ou pathologiques de maladies». *Pulso* bénéficie d'un financement de 200 000 euros sur 2 ans pour la création de la société prévue en 2023, et dont l'activité répondra aux besoins des acteurs de la cardiologie. ^A

 <https://www.umons.ac.be>

Des femmes qui comptent

Le 24^e Prix international *L'Oréal-UNESCO* pour les Femmes et la Science, fondé en 1998 et doté de 100 000 euros par lauréate, a distingué lors de sa dernière cuvée:

- 1 **Marie Guadalupe** pour ses travaux pionniers permettant de mieux comprendre et soigner la dengue ou grippe tropicale qui, chaque année, infecte entre 50 et 100 millions de personnes dans le monde;
- 2 **Katalin Karikó** pour sa contribution au perfectionnement de la technologie de l'ARN messager grâce à laquelle on a pu aller de l'avant dans la mise en place des vaccins contre la COVID-19;
- 3 **Hailan Hu** pour ses découvertes majeures en neuro-science et notamment ses travaux sur la dépression;
- 4 **Agnès Binagwaho** pour son rôle décisif dans l'implémentation d'un nouveau système de soins de santé pour les plus vulnérables en Afrique, plus particulièrement au Rwanda;
- 5 **María Angel Nieto Toledano** pour ses découvertes fondamentales sur la différenciation cellulaire lors du développement embryonnaire, ayant ouvert la voie à de nouvelles approches thérapeutiques dans le traitement du cancer et de sa propagation à d'autres tissus.



Pour rappel, la *Fondation L'Oréal* donne aux femmes l'occasion d'exprimer leur potentiel, de reprendre la main sur leur destin et d'avoir un impact positif sur la société au travers de 3 axes: la recherche scientifique, la beauté solidaire et le climat. De son côté, l'UNESCO est la seule agence des Nations Unies à exercer un mandat spécifique dans le domaine des sciences via lequel elle déploie des objectifs de développement et assiste les pays émergents à renforcer leurs capacités scientifiques. Paru en juin dernier, le Rapport de l'UNESCO sur la Science montre que si le nombre de femmes engagées dans les professions scientifiques progresse, cette évolution est encore trop lente: à peine plus de 33% des chercheurs dans le monde sont des femmes et seulement 4% des prix Nobel scientifiques ont été décernés à des chercheuses. ^A

<https://www.fondationloreal.com>
<https://www.fr.unesco.org/science-sustainable-future/women-in-science>

Belgique, la drug valley européenne

<https://www.pharma.be>

C'est ce que montrent les chiffres les plus récents relatifs à la position de notre pharma au sein du vieux continent. Ainsi, avec 335,7 euros par habitant investis, notre pays est le leader de l'Union européenne en matière de Recherche & Développement. Nous trôtons aussi la deuxième place en nombre d'essais cliniques par habitant, avec 503 essais approuvés en 2020. Nous décrochons encore, avec 371 demandes en 2020, une deuxième place pour le nombre de dépôts de brevet biopharmaceutique, soit plus d'une demande par jour ! À noter également qu'avec 127 381 salariés directs, indirects et induits par l'industrie pharmaceutique, nous occupons ici la troisième place européenne en terme de part de l'emploi pour le biopharmaceutique sur l'emploi total du pays.

Enfin, avec un total de 56,3 milliards d'euros de produits biopharmaceutiques exportés, nous sommes le troisième plus gros exportateur de pharma de l'Union européenne.

D'excellents résultats mais des chiffres qui incitent à faire mieux encore, souhaite Caroline Ven, CEO de *pharma.be*. Qui déclare que «*Nous devons être conscients que cette position ne peut être considérée comme acquise car les pays voisins nous envient et nourrissent des ambitions croissantes pour reprendre ce rôle*». Et de conclure en soulignant que «*la nécessité de continuer à protéger et à soutenir notre leadership et de saisir l'opportunité de le conforter dans les années à venir par une collaboration étroite entre tous les acteurs*». ^A

Ambitions et formations

La crise liée à la Covid-19 n'a pas entamé le moral du *Biotech* et du *Biopharma*.

Au contraire, ils y ont puisé une énergie nouvelle et font plus que jamais montre d'une agressivité scientifique débridée, nourrissant des objectifs santé et économiques toujours plus prometteurs. Constatant que depuis des mois, ils jouent un rôle considérable dans le combat contre le Coronavirus, Thomas Dermine, secrétaire d'État pour la Relance et les Investissements stratégiques, estime qu'il faut «*miser maintenant sur ces industries matures pour la relance économique du pays, en leur donnant un cadre approprié à l'augmentation de leurs capacités de bioproduction, de leur permettre de devenir des industries du futur durables et digitalisées et de trouver les profils scientifiques utiles à leur développement*».

Un vœu que les industriels ont déjà anticipé avec plus de 5,5 milliards d'euros investis dans leurs facilités au cours des 10 dernières années. Et pour conforter les intentions du secrétaire d'État, sur cette même période, le secteur a créé 10 000 emplois nouveaux pour atteindre actuellement 35 000 salariés. Bref, Thomas Dermine a raison de battre le fer tant qu'il est chaud car nous sommes aujourd'hui à un point de basculement pour ancrer fermement et durablement la Belgique dans l'univers des biotechnologies du futur. Ce que souhaite ardemment Frédéric Druck, secrétaire général de *Bio.be/essencia*, pour qui «*Il est temps de profiter de nos succès pour passer de l'Invented in Belgium à l'Invented and made in Belgium*». Tout un programme ! Et des ambitions pour lesquelles il faudra multiplier les talents.



C'est dans ce contexte que l'*EU Biotech School & Health Hub*, un centre de formation à la pointe de l'Art et accélérateur d'entreprises, verra le jour en 2025 à Gosselies. Projet phare du plan de résilience de la Belgique approuvé par la Commission européenne, il représente un investissement de 25 millions d'euros. Ce centre de compétences multidisciplinaire, sorte de plateforme *one stop shop*, reposera sur 4 piliers, chacun associé à un programme élaboré: Promotion des STEM; Bioproduction de nouvelle génération; Numérisation et Soft skills & Mini MBA. Cette approche doit rencontrer le manque de personnel qualifié et spécialisé auquel est confronté le secteur, qui aura besoin de 2 400 salariés dans les 3 prochaines années et de plus de 10 000 lors des 10 ans à venir. Bref, une initiative essentielle dans la mesure où il s'agit ici d'«*Investir principalement dans les personnes, de former un plus grand nombre de talents dotés de bonnes compétences et du savoir-faire numérique pour aider davantage de patients grâce à des vaccins et thérapies du futur*», note Frédéric Druck.

Soucieux de former mieux et autrement, le *Cefochim* de Seneffe s'est agrandi et est devenu *aptaskil*. *Apta* pour aptitude, soit les capacités naturelles de chacun à l'éveil, et *skil* (de l'anglais *skill*) pour compétences, savoirs, savoir-faire, savoir-être. Les 10 millions d'euros consacrés à l'opération ont permis d'ajouter 800 m² supplémentaires qui abriteront une deuxième zone de salles blanches, des lieux d'apprentissage, un hall de maintenance et d'électro-instrumentation. Grâce à cela, le centre, qui formait annuellement 4 500 personnes, devrait pouvoir accueillir plus de 1 000 apprenants supplémentaires. 

 <https://www.essencia.be>
<https://www.aptaskil.be>

Industrie 4.0

Toujours dans le pharma, mais sur un autre registre, le *SCK CEN* a passé un accord de R&D avec le wallon *IBA* pour la production d'Actinium-225, un nouveau radio-isotope à émission alpha capable de s'attaquer aux cancers les plus courants comme les plus rares, notamment le glioblastome, cancer du cerveau le plus létal. Selon les résultats techniques et économiques de l'étude de faisabilité en cours, le projet pourrait aboutir à la construction d'une unité de production sur le site de Mol du *SCK CEN*. À noter encore que l'*IRE* annonce un investissement de 330 millions d'euros dans

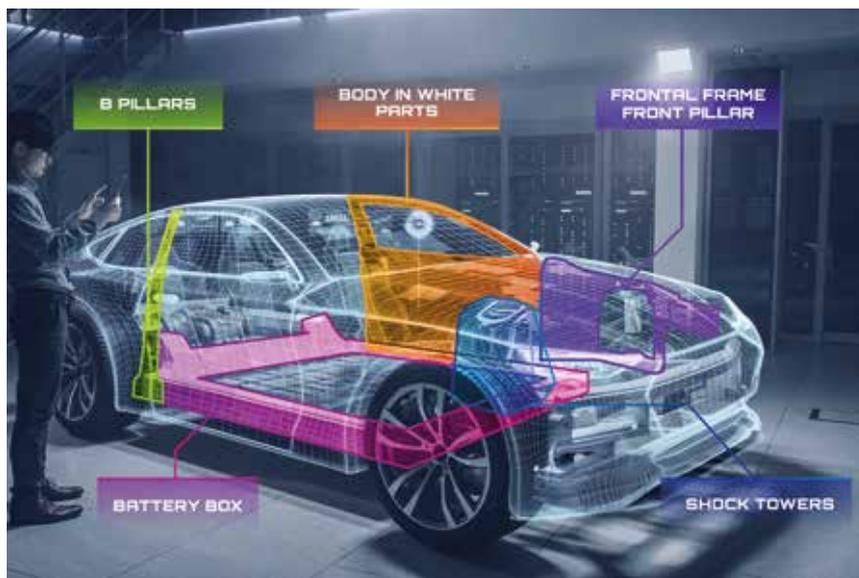
2 projets phares qui conforteront sa position de numéro 2 mondial en fabrication de radio-isotopes médicaux. Ce résultat montre que l'entreprise a de quoi animer l'industrie 4.0. Poursuivant ses objectifs, elle s'installera prochainement dans une nouvelle infrastructure de production de 4 500 m² et ajoutera à ses 30 salariés actuels une dizaine de nouveaux profils en R&D et production. 

 <https://www.sckcen.be>
<https://www.iba-worldwide.com>
<https://www.ire.eu>

ULiège, nouveau défi

Si par ses nombreux atouts, l'aluminium (Al) est partout, ses classes de hautes performances en revanche posent problème. En effet, celles-ci nécessitent de nombreux éléments d'alliage, dont certains figurent parmi les Matières Premières Critiques (MPC) et pour lesquels se profilent des risques d'approvisionnement. D'où la subvention de 8 930 000 euros par la Commission européenne au projet EU H2020 SALEMA qui vise à la substitution des matières premières critiques dans les alliages d'aluminium utilisés pour les véhicules électriques, et que vient de rejoindre l'ULiège, via GeMMe, une unité de Recherche en Génie Urbain et Environnement axée sur les géo-ressources, le génie minéral et la métallurgie extractive.

Concrètement, et sur une période de 3 ans, SALEMA devrait développer des classes d'aluminium avec de grandes quantités de matériaux recyclés, récupérés de MPC déjà intégrées dans des déchets métalliques en tant que substitut à l'importation d'éléments purs raffinés. Ceci devrait démontrer la possibilité de remplacer les MPC dans les alliages d'aluminium par du fer, métal non critique. Sur ce programme, l'ULiège participe au développement d'alliages d'Al durables, efficaces et composés d'une part la plus large possible de matériel recyclé et coordonne l'optimisation du système de tri des ferrailles afin de développer un système multiplicateur de tri en ligne, multi-classes, automatisé et adapté au triage d'alliages d'Al; de conduire une campagne à grande échelle pour le triage pouvant aller jusqu'à 150 tonnes de Zorba pour fournir des lots d'au moins 30 tonnes de



divers alliages d'Al. Pour information, le Zorba est un mélange de métaux non ferreux broyés, formé principalement d'aluminium mais pouvant aussi incorporer du cuivre, du plomb, du zinc, etc. Il est obtenu par séparateurs à courants de Foucault ou autres techniques en usage dans le recyclage. Enfin, l'ULiège évaluera la capacité des nouveaux alliages à être triés à partir des flux de déchets métalliques en fin de vie. Notons encore que dans le projet SALEMA, la Belgique est représentée par l'Association européenne de l'Aluminium, l'ULiège et Comet Traitements, ces 2 derniers partenaires entretenant de longue date des relations en industrialisation des process de post-broyage pour la récupération des métaux non ferreux, minéraux, oxydes de fer, plastiques et métaux précieux. 

 <https://www.uliege.be>
<https://www.salemaproject.eu>



COUP D'CRAYON

OLIVIER SAIVE

Et si un jour, on pouvait toucher ce qui n'existe pas ? C'est ce que l'Université américaine Carnegie Mellon tente de réaliser avec son projet *ReSkin*, une peau électronique capable de reproduire le sens du toucher. Constituée d'une membrane élastomère extensible et flexible de 2 à 3 mm d'épaisseur, elle intègre des microparticules magnétiques. Lorsque cette membrane se déforme en touchant une surface, l'espacement entre les microparticules se modifie. Le champ magnétique de la peau change et ces variations sont relevées par un minuscule magnétomètre. Des algorithmes permettent ensuite de déterminer la pression à exercer, ainsi que la localisation précise du contact sur la membrane. On vous le donne en mille: *Meta* (ex-Facebook) a déjà pris la balle au bond !

Le cyclotron de Louvain-la-Neuve a 50 ans !



Cyclotron le plus important d'Europe lorsque l'UCLouvain l'inaugura au printemps 1972 dans le premier bâtiment universitaire achevé sur le campus. C'est donc avec fierté que l'Université wallonne rappelle le rôle tenu par cet équipement qui lui permit, au cours des 50 dernières années, d'engranger de nombreuses découvertes scientifiques et autres avancées technologiques.

C'est notamment sur ce cyclotron qu'en décembre 1990, une équipe de scientifiques de l'UCLouvain, de la KULeuven et de l'ULB produisit et accéléra des ions radioactifs de courte durée de vie et au passage, observa et analysa une réaction nucléaire se produisant dans les étoiles. Pour Marc Loiselet, qui y a participé, «*Cette expérience fut d'une grande importance pour l'astrophysique nucléaire. Elle s'accompagna de développements techniques remarquables dans la production de faisceaux d'ions radioactifs qui ouvrirent la voie à de nouveaux domaines de recherche en physique nucléaire et en astrophysique*». Et d'ajouter qu'«*Ils inspirèrent la construction de grandes installations ailleurs en Europe, Amérique du Nord et Asie, et permirent diverses applications en médecine (notamment dans le diagnostic et le traitement des tumeurs), en sciences de la vie ou encore, dans l'étude des matériaux*».

Loin d'être au repos un demi siècle après son inauguration et grâce à de nombreuses améliorations et mises à jour, le «bon vieux» cyclotron néo-louvaniste reste l'un des 3 outils reconnus en Europe et supportés par l'Agence spatiale européenne (ESA). Aujourd'hui, ses principales missions sont les tests de résistance aux radiations de matériaux et de composants électroniques et à la production de membranes nano- et microporeuses. Ici, explique un responsable, «*La technologie utilisée permet par exemple de percer jusqu'à plusieurs milliards de trous sur un seul centimètre carré de membranes qui, ainsi traitées, pourront être utilisées dans le monde biomédical (filtration du sang,...) ou les biotechnologies*». Parallèlement à ses travaux de recherche, via le Centre de ressources du cyclotron (CRC), des heures faisceaux sont vendues à des universités, centres de recherche et entreprises globales comme Airbus ou Thales; ou locales comme IT4IP pour ses membranes poreuses. Le cyclotron a également permis l'émergence de spin-off, dont IBA, leader mondial de la protonthérapie. «*L'expertise du cyclotron de l'UCLouvain est reconnue internationalement et nous faisons tout pour rester concurrentiels et compétitifs*»,

souligne Nancy Postiau, responsable du CRC. De quoi permettre à l'UCLouvain de développer demain de nouveaux outils pour le spatial et la radiologie.

Success story sans fin, la Société européenne de physique a tenu à honorer le cyclotron en lui décernant le titre de «site historique». Une belle promotion lorsqu'on sait qu'à ce jour, seulement 2 sites belges ont reçu un tel honneur: l'Hôtel Métropole de Bruxelles, qui accueillit le premier Congrès Solvay en 1911, et le Heilige Geest College de Leuven où vécut et travailla Georges Lemaître, initiateur de la théorie du Big Bang. ^A

 <https://www.uclouvain.be>
<https://www.eps.org>

Le leader de la niche

Travailleur de l'ombre, Quality Assistance vient de passer le cap des 500 médicaments innovants auxquels ses équipes de recherche sous contrat ont contribué. Ces molécules thérapeutiques, déjà commercialisées ou prochainement en officine, touchent au traitement ou à la prévention de maladies chroniques, invalidantes, rares ou mortelles, dont différents types de cancers, maladies endocriniennes, neurodégénératives, inflammatoires, auto-immunes, métaboliques, du SIDA et du SARS-CoV-2.

Fondée en 1982 et installée à Thuin (Charleroi), Quality Assistance est une CRO (Contract Research Organisation), leader en son domaine, offrant à l'industrie pharmaceutique une panoplie complète de services analytiques pour les mises en conformité avec les réglementations EMA et FDA dans le développement et la commercialisation de médicaments innovants de la médecine humaine. «*Nous accompagnons l'innovation de nos clients, recourant à nos services et en prenons soin pour l'amener, ensemble, sur le marché*», explique Nathalie Draux, Chief Operations Officer, ajoutant: «*notre responsabilité vis-à-vis d'eux et des patients concernés est d'être, sans relâche, alignés avec nos valeurs de respect, engagement et excellence, tout au long de la gestion et du co-développement de leurs projets en vue d'accélérer la mise sur le marché des médicaments de demain*». ^A

 <https://www.quality-assistance.com>

Lorsque la façade prend l'antenne...

Offrir des débits toujours plus élevés et des délais de latence toujours plus faibles tout en garantissant qualité et stabilité, tel est le challenge auquel sont confrontés les opérateurs mobiles. Pas évident au moment où ils doivent déployer la 5G, nécessitant un nombre important d'antennes. Une véritable gageure compte tenu du nombre de sites déjà occupés, notamment dans les villes, et des limitations relatives aux champs magnétiques (EMF) qui empêchent la pose d'antennes sur les sites existants. Mais qui dit problème pense solution ! Ainsi, *Proximus* vient-il de tester avec succès une nouvelle antenne en verre développée par AGC.

Baptisée WAVEATTOCH et destinée aux réseaux mobiles, cette antenne en verre s'installe directement sur les façades vitrées où une fois posée, elle booste la couverture et la capacité des réseaux mobiles, y compris en 5G, contribuant ainsi à la demande croissante d'accès à l'Internet à haut débit, principalement en milieu urbain. S'intégrant parfaitement aux façades des immeubles, l'antenne WAVEATTOCH est transparente et déployable rapidement à l'intérieur en offrant une couverture extérieure. S'insérant discrètement et harmonieusement dans l'univers urbain, elle se

veut une alternative de choix aux solutions apparentes déployées jusqu'à ce jour dans les centres villes. Enfin, à côté de son faible coût d'installation cette antenne offre des services de données mobiles plus efficaces et plus rapides à un plus grand nombre de personnes.



WAVEATTOCH se prête à la plupart des fréquences de télécommunication belges tant pour les générations 2G, 3G, 4G que 5G. Parallèlement à cette solution, AGC a aussi développé les technologies GIL (*Glass Interface Layer*) et WAVETHRU via laquelle les antennes WAVEATTOCH peuvent être installées sur des façades à vitrage isolant de tout type et dans le respect des limites réglementaires en émissions EMF. L'antenne en verre (5G; 3,7 GHz; 4x4 MiMo) testée sur la Tour *Proximus* à Bruxelles a été développée par le Centre de recherche d'AGC à Gosselies, laboratoire ultra-moderne du verrier où sont notamment conçus et testés des verres à antennes intégrées pour le bâtiment et l'automobile en réponse aux besoins croissants de connectivité. ^A

<https://www.agc-glass.eu>
<https://www.proximus.com>

LE CHIFFRE

3 200

Telle est en mètres la nouvelle longueur de la piste du *Brussels South Charleroi Airport* après un chantier d'allongement de 600 m. L'aboutissement d'un dossier vieux de quelques décennies et dont la conduite à bonne fortune permet désormais aux vols longs courriers de décoller du *BSCA* pour les destinations les plus lointaines.



Réalisé par *Wanty* (Binche), ce chantier de 30 mois a nécessité l'assainissement de 180 000 m³ d'une ancienne décharge; le renforcement du terrain par 6 473 colonnes ballastées et 2 331 inclusions rigides; la mise en mouvement de 700 000 m³ de terres; le revêtement de 70 000 m² de surface (allongement piste, création de 2 nouvelles bretelles d'accès et d'une aire de dégivrage); la création d'un bassin d'orage de 9 000 m³; 170 km de câbleries; 22 km de gaines; 725 nouveaux feux et quelque 200 000 h de travail !

Les origines du *BSCA* remontent à 1919 avec l'installation d'une école de pilotage, inaugurée par le roi Albert I. Berceau et siège de l'industrie aéronautique belge, la plateforme occupe 3 000 salariés, dont près de 800 pour les services aéroportuaires. Quelque 190 destinations sont offertes par le *BSCA*, deuxième aéroport du pays. ^A

<http://www.wanty.eu>
<https://www.brussels-charleroi-airport.com>



WALL'INNOVE TOUR: arrêt sur ECOSTERYL

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



CARTE D'IDENTITÉ

CRÉATION: 1947

SIÈGE SOCIAL:
Av. Nicolas Copernic, 1
7000 Mons

**SECTEUR
D'ACTIVITÉS:**
Traitement et recyclage
des déchets médicaux

**MEMBRES
DE L'ÉQUIPE:**
35

CONTACT:
065 82 26 81

info@ecosteryl.com
 www.ecosteryl.be

Il était une fois...

Une entreprise créée dans le Hainaut en 1947 par Raoul Dufasne, père et grand-père des dirigeants actuels. *AMB (Atelier Mécanique du Borinage)* est alors destiné à la fabrication de machines spécifiques pour l'industrie extractive. Suite au déclin du secteur minier, la société s'oriente, au début des années 2000, vers le développement de machines de broyage et de décontamination de déchets hospitaliers. Ces déchets générés par les hôpitaux, potentiellement contaminés et dangereux, posent problème partout dans le monde. En moins de 5 ans, la technologie *Ecosteryl* est développée et brevetée par *AMB*. C'est une révolution dans le domaine du traitement de déchets médicaux. Ces machines font de la société montoise un leader mondial dans ce secteur.

Aujourd'hui dénommée *Ecosteryl*, l'entreprise conçoit et fabrique des équipements qui offrent

une solution sûre et respectueuse de l'environnement pour le traitement des déchets biomédicaux. «*Nous nous sommes spécialisés dans la construction de machines conçues pour le traitement de ces déchets comme les seringues, les poches de soins, les compresses, les aiguilles... tout le matériel médical en contact avec les patients*», souligne Olivier Dufasne, président du conseil d'administration, 3^e génération de l'entreprise familiale. La société ne s'occupe pas des déchets chimiques et radioactifs qui sont traités par ailleurs. «*Dans les pays les plus pauvres, ces déchets non traités sont jetés grossièrement en décharges avec les ordures ménagères, ce qui peut évidemment provoquer des épidémies. Surtout dans certains pays d'Afrique qui ont connu le virus Ebola. Pour un patient sur 3 infecté par Ebola, cette contamination vient des déchets hospitaliers non traités. Dans de nombreux endroits du monde, ces déchets sont brûlés ou stérilisés avec de la vapeur d'eau chaude. Avec notre système, nous apportons une solution écologique, simple et fiable là où il n'y en avait pas.*»

Ecosteryl est reconnue par les grandes institutions dans son domaine: *l'Institut Pasteur*, *l'OMS*, la section Environnement de *l'ONU*, etc. Un succès jamais démenti avec des ventes 100% à l'international, sur les 5 continents. Olivier Dufasne évoque l'exemple de la Malaisie, où la totalité des déchets hospitaliers sont traités par leurs machines.

...l'envie d'innover

Cette technologie unique au monde révolutionne le traitement et le recyclage des déchets médicaux (compresses, seringues...) en permettant de les broyer et de les décontaminer dans un environnement de haute sécurité. «Notre système transforme un déchet dangereux et volumineux en un déchet non dangereux, ménager et réduit de 80% de son volume. Nous avons fait breveter cette technologie qui stérilise les déchets sur base de micro-ondes. Les divers déchets hospitaliers arrivent dans notre machine à partir d'un élévateur qui va les transférer en vrac dans notre machine. Broyés, ils deviennent méconnaissables», explique Olivier Dufrasne. Ces résidus sont alors amenés et chauffés dans d'énormes fours à micro-ondes pour permettre une montée rapide en température jusqu'à 100 degrés. Puis, les déchets arrivent dans une cuve qui maintient cette température durant 1 h. Cette combinaison de température et de temps va garantir la décontamination des déchets. À ce stade, les déchets décontaminés, inertes, sont assimilables à des déchets ménagers. Ce système se décline en plusieurs gammes de produits de tailles différentes qui traitent des quantités variées de déchets. L'un pouvant traiter 250 kg de déchets par heure, est essentiellement destiné aux prestataires de services; un autre est conçu pour être utilisé dans l'enceinte même des grands hôpitaux, un troisième est destiné à un usage in situ en hôpitaux de taille moyenne et permet le traitement de 75 kg de déchets médicaux.

Nouveau concept, une plateforme de tri optique permet de séparer le polypropylène et le polyéthylène, ou d'autres fractions à la demande du client. «Ce centre de tri, qui se place en aval de nos machines, a pour optique de séparer les différentes matières afin de valoriser ce qui peut l'être comme matière et être réinjectée dans la fabrication d'autres objets.» Cela concerne principalement 2 types de plastique. Le polypropylène jaune, matière utilisée pour les contenants de poubelles, intéresse les clients qui veulent le réutiliser pour ensuite le revendre aux plasturgistes. Les fractions à trier sont sélectionnées selon la volonté du client et aussi en fonction des possibilités de valorisation locale. À l'arrivée, 85% des déchets peuvent être recyclés et valorisés, selon le principe de l'économie circulaire pour obtenir du quasi zéro déchet. Ainsi, des déchets de seringues sont transformés en bacs jaunes pour hôpitaux. «On boucle la boucle de l'économie circulaire des déchets biomédicaux. Et ce dispositif unique au monde est wallon», souligne fièrement Olivier Dufrasne. Le reste des déchets, une fois réduit en volume, peut être revendu aux cimentiers comme combustible de substitution pour les fours. Ce système n'est rentable que pour les plus gros centres de tri et traitement de déchets

hospitaliers. «Nous rencontrons beaucoup d'intérêt pour ce centre de tri et après avoir fait l'objet d'une phase de recherche et développement et de test, ce produit est aujourd'hui approuvé, la partie expérimentale ayant été un succès. À présent, nous en sommes à la commercialisation et à la signature de contrats», conclut le jeune chef d'entreprise.

Ecosteryl agit sur tous les fronts et tente d'avoir un impact positif sur les divers objectifs du développement durable. «Notre produit est déjà lui-même respectueux de l'environnement, ajoute Sarah Thielens, responsable du marketing et de la communication d'Ecosteryl. Il ne consomme pas d'eau et ne rejette pas de fumées toxiques pour traiter les déchets médicaux. L'électricité suffit pour réaliser notre processus de décontamination. Seul un broyat parfaitement désinfecté, recyclable et valorisable est issu du processus. Aucune obsolescence n'est programmée, nos machines robustes sont fabriquées pour durer le plus longtemps possible.»

L'entreprise, qui emploie actuellement une trentaine de personnes, exporte dans une soixantaine de pays et ne cesse d'accroître ses parts de marché à l'international. Cet automne, elle était présente à Pollutec, la grande foire internationale de l'environnement, à Lyon. «Notre objectif est de renforcer nos parts de marché dans les pays où nous sommes déjà présents et d'ouvrir de nouveaux marchés dans des pays où l'environnement n'était pas une priorité il y a quelques années et l'est davantage aujourd'hui, comme l'actualité nous l'a démontré récemment», conclut Olivier Dufrasne. 📍



QUI EST OLIVIER DUFRASNE, PRÉSIDENT DU CA ?

Diplômé en droit et en relations internationales de l'UCLouvain en 2008, Olivier Dufrasne n'a pas eu à chercher longtemps ce qu'il allait faire de sa vie professionnelle. «L'entreprise devait se développer au moment où j'ai fini mes études, explique-t-il. Je pouvais mettre à profit ma formation pour aider la société familiale à commercialiser à l'international ce magnifique produit. Avec l'équipe commerciale, je m'occupe des ventes à l'exportation. En octobre, nous nous sommes rendus à Pollutec à Lyon. Nous y participons depuis 15 ans. Nous étions installés sur le pavillon belge où nous avons notre stand avec l'AWEX (Agence wallonne à l'Exportation et aux Investissements étrangers). Nous sommes contents que les foires commerciales reprennent enfin après 2 années de mise en pause.» Ecosteryl est dirigée par 3 administrateurs. Outre Olivier Dufrasne, la direction est également assurée par son frère, Romain Dufrasne, et Amélie Matton.



Résistance aux antibiotiques : la technologie au service de la médecine

Grâce à la découverte de la pénicilline, les antibiotiques ont largement contribué à l'existence de la médecine moderne. Grâce à eux, notre espérance de vie a augmenté de 10 ans. Mais depuis quelques temps, la résistance naturelle des bactéries aux antibiotiques s'est fortement accélérée, forçant les scientifiques à chercher des solutions alternatives

TEXTE : THIBAUT GRANDJEAN - GRANDJEAN.THIBAUT@GMAIL.COM
PHOTOS : ©KATERYNA_KON - STOCK.ADOBE.COM (P12), ©STOCK.ADOBE.COM (P13), ©PETERSCHREIBER.MEDIA - STOCK.ADOBE.COM (P14), ©ALILA MEDICAL MEDIA - STOCK.ADOBE.COM (P14), ©APPLE (P15)

Clostridium difficile, bactérie largement impliquée dans les maladies nosocomiales antibiorésistantes

En 1945, Alexander Fleming recevait le prix Nobel de médecine pour la découverte de la pénicilline. Il émettait alors cet avertissement: *«Il n'est pas difficile de rendre les microbes résistants à la pénicilline [...]. Le risque existe qu'une personne ignorante s'expose à des doses insuffisantes pour tuer ses microbes et les rendent ainsi résistants au médicament.»* Aujourd'hui, cette mise en garde résonne amèrement. Une étude publiée dans *The Lancet Infectious Disease* estime qu'en 2015 en Europe, les bactéries résistantes ont été responsables de plus de 670 000 infections, et ont abouti à plus de 33 000 décès. Au rythme actuel et selon un rapport paru en 2014 au Royaume-Uni, la résistance sera responsable de quelque 10 millions de morts par an dans le monde en 2050.

La résistance est un phénomène ancien. Les antibiotiques que nous produisons ont en effet une origine naturelle, comme certains champignons, et interfèrent avec le fonctionnement de la cellule. En réponse, les bactéries ont développé des parades. En les détruisant, en les expulsant ou encore en modifiant suffisamment, par mutation, la structure d'une protéine cible pour la rendre insensible à l'antibiotique. *«C'est un peu le mécanisme de la clé et de la serrure, explique Françoise Van Bambeke, directrice de recherche FNRS et professeure ordinaire à l'UCLouvain. Les bactéries mutent très souvent et ces mutations aboutissent à des modifications de la serrure telles que la clé, c'est-à-dire l'antibiotique, devient inefficace.»*

Nous n'avons donc pas créé la résistance. Mais l'utilisation en masse des antibiotiques depuis plus d'un demi-siècle a appliqué une pression de sélection constante sur les bactéries qui ont multiplié les parades, au point que certaines sont devenues insensibles à tous les antibiotiques connus !

La pharmacie s'amenuise

Cette mauvaise gestion s'est conjuguée à un autre problème: l'absence de nouveaux antibiotiques susceptibles de remplacer les anciens. Entre 1941 et 1968, 11 classes d'antibiotiques ont vu le jour. Puis plus rien, jusqu'aux années 2000. «*Ce vide tient à 2 facteurs*, résume Françoise Van Bambeke. *Le premier a trait à l'industrie pharmaceutique, qui s'est peu à peu détournée de la recherche de nouvelles molécules.*» Il faut comprendre que pour un antibiotique, des dizaines de molécules sont étudiées. Pour cela, un milliard d'euros et 10 ans de recherche et d'essais cliniques sont nécessaires. «*Tout ça pour aboutir à une substance qui ne sera pas vendue et gardée en réserve pour le jour où on se trouve dans une impasse thérapeutique !*», s'exclame la professeure.

L'autre problème réside dans le mode de fonctionnement des antibiotiques. Ils ont pour but d'être toxiques pour les bactéries, et elles seules. «*Les antibiotiques ciblent soit des processus qui n'existent pas dans nos propres cellules, comme la synthèse de la paroi bactérienne, soit des rouages suffisamment différents des nôtres, comme la synthèse des protéines et la réplication du matériel génétique*, détaille la scientifique. *Or, toutes ces voies sont exploitées depuis longtemps, et la résistance vis-à-vis de ces cibles s'est développée. Dès lors, il n'existe plus beaucoup de processus encore inexploités et suffisamment spécifiques aux bactéries pour que leur ciblage n'interfère pas avec nos propres cellules.*»

À long terme, il devient donc urgent de développer de nouvelles stratégies, et d'explorer de nouvelles directions, d'autant que la résistance n'est pas la seule cause des échecs thérapeutiques. Dans cette optique, Françoise Van Bambeke étudie la tolérance aux antibiotiques. «*Les bactéries sont capables d'entrer dans une phase de dormance, et de ne maintenir que les mécanismes nécessaires à leur survie*, révèle la chercheuse. *Elles deviennent alors complètement insensibles aux antibiotiques, qui ciblent surtout des processus liés à leur croissance.*» Cette «hibernation» peut également être couplée à ce qu'on nomme le biofilm. «*Les bactéries communiquent entre elles pour se regrouper et former une communauté. Elles génèrent alors une matrice complexe faite de différentes molécules qui leur permet de se*

protéger des antibiotiques comme des défenses immunitaires.» Une protection qui perturbe le diagnostic. Les tests in vitro indiquent que la bactérie est sensible à tel antibiotique, mais en réalité le biofilm les protège ! Françoise Van Bambeke et son équipe travaillent donc au développement d'un cocktail chargé de digérer cette matrice, en collaboration avec une entreprise de biotechnologie de Louvain-la-Neuve.

Séquencer entièrement le génome des pathogènes permet d'identifier la lignée dont ils sont issus. Avec ce niveau de précision, il devient possible de savoir si deux épidémies ont la même origine

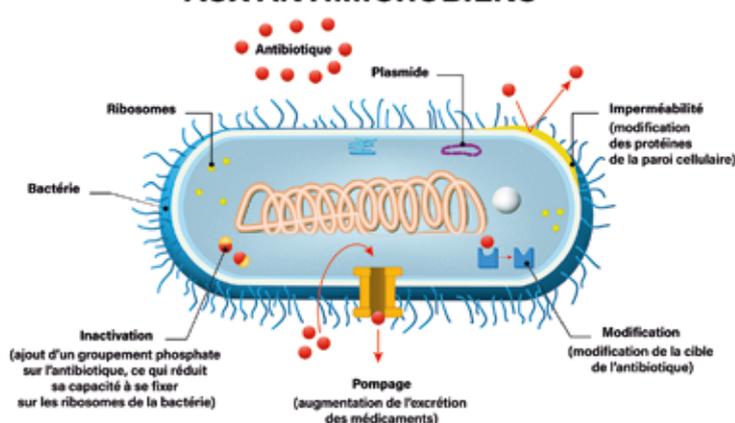
Bactéries, vos papiers !

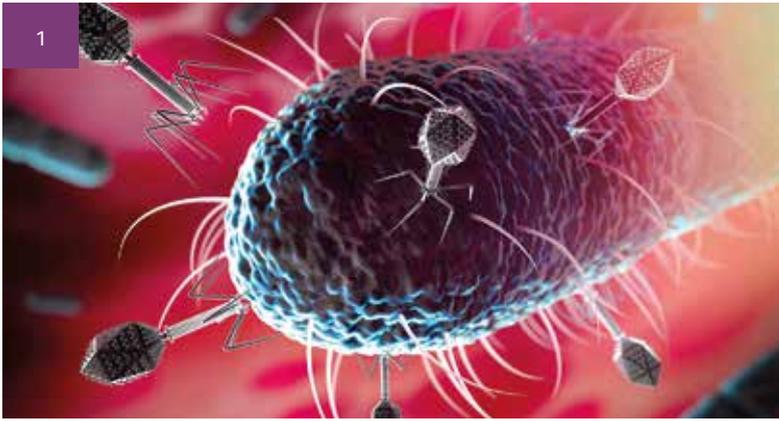
Ces tests d'identification sont par ailleurs d'une importance cruciale dans la lutte contre la résistance. Indispensables pour savoir à quelle bactérie on a affaire, ils servent aussi et surtout à traquer la propagation des pathogènes et l'apparition des résistances, comme dans les centres de référence qui participent au réseau de surveillance en Belgique. «*Il y a 20 ans, les premiers outils de microbiologie nous permettaient déjà d'identifier les souches bactériennes, et éventuellement d'identifier des résistances*, explique le Professeur Olivier Denis, microbiologiste au CHU UCL-Namur et co-directeur du centre de référence des bacilles à gram négatifs. *Mais aujourd'hui, on est capable de séquencer entièrement le génome d'une souche et à partir de là, d'en déduire le profil complet.*»

Séquencer le génome d'une bactérie correspond plus ou moins à obtenir sa carte d'identité. Cela permet en premier lieu de savoir de quels

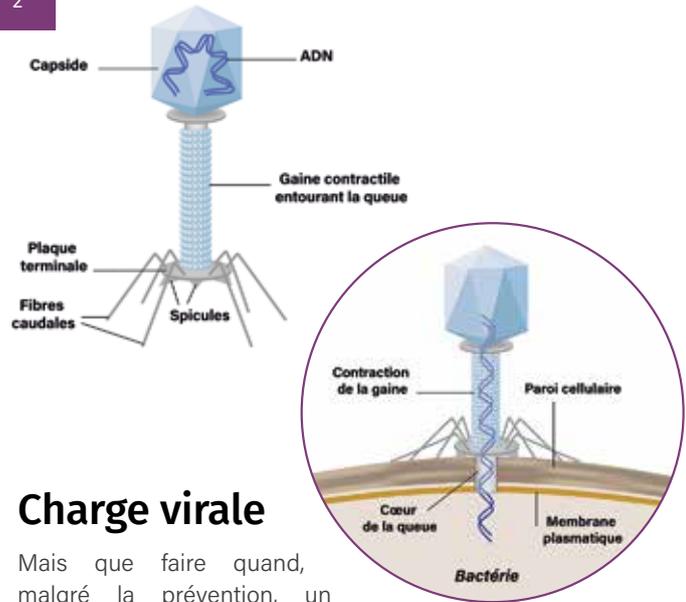


MÉCANISMES DE LA RÉSISTANCE AUX ANTIMICROBIENS





2



1. Les bactériophages sont des virus qui infectent des bactéries (vue d'artiste)

2. Structure d'un bactériophage

(En pastille) En infectant la bactérie, les phages détournent la machinerie cellulaire de l'hôte en le forçant à produire des dizaines de nouveaux phages, et provoquera sa mort lors de leur libération

gènes cette dernière est porteuse. «Avec ces nouvelles techniques, on trouve ainsi très facilement les gènes codant par exemple pour la résistance à la pénicilline, qui inhibe la synthèse de la paroi bactérienne, confirme le microbiologiste. Pour certains pathogènes, comme la bactérie responsable de la tuberculose, on est même capable d'obtenir tout le profil de résistance rien qu'en analysant le génome et en détectant certaines mutations», s'enthousiasme le scientifique.

Ces tests servent également à mettre en évidence certains marqueurs de virulence. «On peut par exemple mettre en évidence certains gènes codant pour des super-antigènes responsables de syndromes comme les chocs menstruels, ou pour des toxines spécifiques comme la leucocidine de Pantan-Valentine, explique Denis Olivier. Cela permet d'adapter le traitement nécessaire en fonction du tableau clinique, qui peut être très sévère et parfois mortel.»

Enfin, séquencer entièrement le génome des pathogènes permet d'identifier la lignée dont ils sont issus. Avec ce niveau de précision, il devient possible de savoir si 2 épidémies ont la même origine. «C'est comme obtenir le code-barres d'un pathogène, estime Denis Olivier. On peut ainsi mieux comprendre sa chaîne de transmission, en trouvant par exemple une source de contamination, qu'elle soit une personne ou du matériel médical, adapter la prévention et vérifier si les mesures prises pour contrôler l'épidémie ont été efficaces.»

L'immense avantage de la surveillance via le génome réside dans la possibilité d'échanger des données au niveau international. Puisqu'il s'agit de données bio-informatiques, et grâce à un système de nomenclature, on peut ainsi suivre les souches bactériennes partout dans le monde. «Nous vivons dans un monde globalisé et le système de soins en fait partie. Les patients voyagent désormais non seulement entre hôpitaux, mais également entre pays», relate le microbiologiste. Dès lors, chacun devient potentiellement le maillon d'une chaîne de transmission mondiale. «Avec les progrès à venir et l'automatisation du séquençage, nous pourrions faire ces tests en routine pour chaque patient, et pas seulement pour les patients à risques», estime le professeur.

Charge virale

Mais que faire quand, malgré la prévention, un patient se trouve infecté par une souche résistante même aux antibiotiques de dernière chance ? Depuis plusieurs années, Jean-Paul Pirnay, chef du laboratoire de technologie moléculaire et cellulaire de l'Hôpital militaire Reine Astrid à Bruxelles, tente de répondre à cette question en développant une thérapie à base de bactériophages. «Les phages sont des virus qui infectent exclusivement les bactéries, explique-t-il. Ils détournent la machinerie cellulaire de leur hôte pour le forcer à produire des virus qui vont ensuite être libérés pour infecter d'autres bactéries. Nous utilisons des phages dits lytiques qui entraînent la mort de la bactérie.»

La phagothérapie semble tout droit sortie d'un roman de science-fiction. «C'est également ce qu'on m'a dit la première fois que j'ai tenté d'obtenir des fonds», s'amuse Jean-Paul Pirnay. Pourtant, l'utilisation des phages dans un but thérapeutique remonte au début du 20^e siècle. Mais à partir des années 1940, les antibiotiques, plus pratiques, se sont largement répandus, et la phagothérapie a peu à peu disparu. Elle n'a cependant pas été complètement abandonnée, en particulier dans les pays de l'ex-URSS dont la Géorgie, où se situe l'Institut Eliava, à Tbilissi, référence mondiale dans la phagothérapie. «L'Institut possède de grandes collections de phages, et ils nous fournissent la plupart des souches dont nous avons besoin. Mais il nous arrive parfois de devoir en trouver par nous-mêmes», raconte Jean-Paul Pirnay. Une démarche facilitée par l'omniprésence des phages, qui sont les organismes les plus nombreux sur Terre. On en trouve 1 milliard par millilitre d'eau ! Dix fois plus nombreux que les bactéries, on les trouve partout où elles existent.

La phagothérapie n'a cependant rien d'une solution miracle. «Les phages et les bactéries



BONUS en ligne

se livrent à une course aux armements depuis des millions d'années, et inévitablement, les bactéries deviennent résistantes aux phages que nous utilisons, prévient Jean-Paul Pirnay. Pour cette raison, l'Institut Eliava adapte ses cocktails environ tous les 6 mois.»

Du sur-mesure

Comme avec les antibiotiques, l'application dépend du type d'infection: en pommade pour les grands brûlés ou en intraveineuse pour une septicémie. Se pose alors un second problème: «Le phage finit toujours par développer une relation parasite-hôte avec la bactérie, explique le scientifique, et aucun parasite ne détruit jamais son hôte à 100%. Il cherche au contraire à le maintenir dans une certaine limite. La plupart du temps, nous devons donc utiliser les phages en combinaison avec les antibiotiques, et trouver la bonne combinaison se fait au cas par cas.»

En raison de ce sur-mesure, le système actuel de production des antibiotiques ne peut être appliqué aux phages. Or, les autorités européennes estiment que chaque souche de phage est un médicament, et donc que son utilisation doit suivre le parcours d'approbation classique avant sa mise sur le marché. «Cela signifierait des millions d'euros, et une dizaine d'années pour chaque phage. Or, non seulement nous utilisons souvent plusieurs phages pour un seul patient, mais en plus, en 10 ans, le phage serait devenu obsolète depuis longtemps !», s'agace Jean-Paul Pirnay. Le service de phagothérapie a alors trouvé un dispositif législatif exceptionnel qui autorise un médecin à personnaliser un traitement, afin de mettre à disposition du patient des médicaments qui n'existent pas dans le commerce.

Aujourd'hui, le chercheur et son équipe travaillent sur un système permettant à une intelligence artificielle de déterminer quel phage utiliser pour chaque infection. «Le succès de la phagothérapie nécessite beaucoup de logistique et de déplacements, non seulement des phages, mais aussi des souches bactériennes et parfois même des patients, explique le chercheur. Or, nous avons démontré qu'il est possible d'entraîner une IA à trouver le bon phage en corrélant son génome à celui de la bactérie. À terme, il serait possible pour un laboratoire d'introduire dans une machine la séquence du génome de la bactérie pour que cette dernière synthétise directement le phage nécessaire.» De la synthèse des premiers antibiotiques à l'intelligence artificielle, en passant par le séquençage du génome, l'émergence de nouvelles thérapies n'a pu voir le jour que grâce au développement de technologies toujours plus précises et plus efficaces. A

TECHNO-ZOOM

En juin de cette année, Apple a lancé les AirTag. Ces sortes de boutons de 3 cm de diamètre sont conçus comme des porte-clés qu'on attache à tout ce qu'on ne veut pas perdre: clés, sac, mais aussi... enfant ou conjoint ! À courte distance, ces balises embarquent la technologie UWB, qu'on utilise pour localiser les marchandises dans les entrepôts. Mais à longue distance, c'est tous les téléphones équipés du bluetooth et que la balise croisera qui indiqueront sa position à son propriétaire. Une forme de géolocalisation qui, d'après la firme, ne pourra en aucun cas permettre d'espionner quelqu'un: votre iPhone vous avertira immédiatement si une balise vous suit. Tant pis pour les utilisateurs d'Android. Et dans tous les cas, celle-ci bipera lorsqu'elle sera séparée depuis trop longtemps de l'iPhone propriétaire au bout de... 8 h ! Sans oublier qu'ôter la batterie avertira immédiatement le propriétaire de la balise.

Un dispositif qui inquiète les collectifs de lutte contre le cyberharcèlement et qui donnent des conseils de vigilance en la matière:

 <https://www.guide-protection-numerique.com/les-balises-connectees>



L'ADN de...

Jean de la Kethulle

Automaticien



Recto

Comment devient-on automaticien ?

Ce métier, c'est de la visualisation mentale de ce que les choses vont devenir après avoir câblé, programmé... Ce sont des études qui comprennent beaucoup de logique, de mathématiques, de physique. Niveau diplôme, il faut une spécialisation en automatisation. Dans mon cas, j'ai suivi mes études d'humanité générales au collège Paters Jozefieten (Melle). Puis, j'ai pris une orientation technique au Vrij Technisch Instituut (VIT) à Aalst. J'en suis sorti avec un diplôme A2 d'électromécanicien. Aujourd'hui, des formations spécifiques d'ingénieurs automaticiens existent. Pour ma part, je n'ai pas été jusque là mais j'aurais dû car au quotidien, c'est un besoin que je ressens très fort. Je suis souvent amené à sous-traiter avec d'autres personnes pour différents projets, notamment pour tout ce qui concerne le protocole de communication entre les machines, les ordinateurs... C'est tout un système spécifique qu'il faut réaliser et intégrer au sein de l'entreprise. La technologie avance tellement vite.

Vous travaillez actuellement comme automaticien indépendant, mais quelle est votre journée-type ?

Il n'y en a pas vraiment dans notre métier. Mes journées sont un peu aléatoires. En tant qu'indépendant, une partie de mon temps consiste à prospecter les clients, une autre est consacrée à l'étude des projets qui me sont demandés, puis l'établissement des devis et enfin vient la réalisation effective des projets sur les sites. Cela peut aussi être de la maintenance des machineries ou l'intégration des nouveaux systèmes.

Quels sont vos rapports avec la science ?

Mes premiers souvenirs «scientifiques» datent de mon enfance, quand je jouais avec mes petites voitures, les batteries ou les piles pour voir l'effet de l'électricité sur mon corps. Dans mon métier, il y a également un rapport avec les sciences, par exemple dans les calculs des corps de vitesse sur

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

Je dirais que oui car j'ai toujours fait des expériences avec de l'électricité. J'aimais bien démonter les petites voitures électriques, faire fonctionner les moteurs électriques, analyser la variation des fréquences, etc. Mais à ce moment-là, je n'avais aucune idée de ce que je voulais faire comme métier. Je savais juste que je ferais quelque chose de manuel. En effet puisque j'ai fait des études d'électromécanicien, principalement en électricité. Je n'aurais jamais cru que je serais automaticien mais je ne me suis jamais vu faire autre chose qu'un métier technique. Aller sur chantier, réparer les machines, c'était cela mon rêve. En tant qu'automaticien, je suis un technicien assez polyvalent et c'est un métier qui se forge au fur à mesure de l'expérience et de la formation continue.

les tapis de transports, les échauffements dus au champ magnétique, etc. La science, en somme, est partout.

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

Pour moi, c'est la formation continue. Automaticien est un métier qui exige d'être à jour pour tout ce qui concerne l'automatisation industrielle. Cela évolue tout le temps et nous sommes obligés, pour ne pas être dépassés, de nous former continuellement. Or, il faut aussi travailler pour pouvoir vivre. Mais comment trouver du temps pour concilier la formation continue et le travail sur terrain ? Et un automaticien qui n'évolue pas avec son temps et les nouvelles technologies est voué à disparaître.

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

C'est d'avoir réussi à créer ma propre entreprise (Rires). Après des années comme directeur technique dans une usine à Bruxelles, avec un salaire

garanti, la voiture de fonction et bien d'autres avantages, il a fallu faire une croix sur ce petit confort. Cela fait maintenant 2 ans que je suis indépendant et je suis fier d'avoir eu le courage de dépasser mes craintes et de prendre cette décision. Aujourd'hui, je fais enfin ce que j'aime faire, c'est-à-dire gérer mes chantiers du début à la fin, faire du repérage, du chiffrage, la réalisation... Au final, ma plus grande fierté, c'est de voir mes clients satisfaits.

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

Je lui dirais de ne rien lâcher ! Surtout au niveau des études. Les techniciens comme moi ont toujours une attitude particulière vis à vis des études. Il faut aller jusqu'au bout de ses rêves, faire ce que l'on a envie, mais pour cela il faut s'en donner les moyens. Il faut donc se former, encore et toujours car sans formation, on n'avance pas aussi bien qu'on le voudrait.



Jean de la Kethulle

ÂGE: 36 ans

SITUATION FAMILIALE:
Marié, 3 enfants

PROFESSION:
Automaticien indépendant

FORMATION:
Électromécanicien,
spécialisation en
automatisation industrielle

MAIL: jean@dlkts.be

Verso

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

Ce serait le même ! (Rires). J'adore ce que je fais. J'aime aller au contact des gens, trouver une solution à leur problème. Pour moi, c'est le plus beau métier du monde.

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

Le pouvoir de me former très vite. Acquérir toutes les connaissances au niveau automatisation me permettrait non seulement de gagner du temps, mais je serais encore plus efficace dans la réalisation de mes projets.

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

Je dirais à mon public d'avoir bien du courage et de bien s'accrocher car la vie ne va pas aller en s'améliorant. Battez-vous pour ce que vous avez envie de faire. Aujourd'hui, la notion de mérite tend à disparaître, surtout chez les jeunes. Si donc, j'avais un auditoire, ce serait pour rappeler que rien ne nous est dû. Il faut se battre pour avoir ce que l'on mérite.

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

Étant un amateur de bière, je regarderais comment mettre des bulles dans la bière. (Rires). Sinon, je pourrais faire des expériences électriques, mais je ne vois pas lesquelles... Je reste sur la bière. J'essaierais de fabriquer une bonne bière.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ?

Aucune idée... En une clé de treize. Pour les électromécaniciens, c'est une clé très importante dont on se sert tout le temps. Celui qui n'en possède pas est bien ennuyé.

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

J'irais en Bretagne. C'est là où je vivrai à ma retraite. Son côté sauvage, authentique, le bon air de la mer... C'est une région où il fait bon vivre et les gens du coin sont très accueillants.

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

Comme nous sommes surtaxés, je me verraïs bien en face du premier ministre belge pour lui dire qu'il serait temps de faire quelque chose. Dans un autre registre, je choisirais un DJ flamand que j'aime beaucoup, Armin Van Buren. Je lui demanderais, après avoir pris un verre avec lui, de me faire visiter son studio.

La question «a priori»: Le métier d'automaticien n'est pas exigeant, avec quelques bases en informatique et une bonne connaissance des maths, tout le monde peut y avoir accès ?

Faux ! Déjà dans certains programmes, il n'y a pas une once de mathématiques. Certes, il faut de bonnes notions en informatique et en maths, mais cela ne se limite pas à ça. Il faut connaître l'automatisation et toutes des notions techniques, etc. 📌



Sciences et techniques: des métiers d'avenir

On les regroupe sous l'appellation STEM. Les études et métiers scientifiques et techniques ont pour point commun d'être en pénurie. Les jeunes ont tendance à désertier ces filières, pourtant particulièrement porteuses d'emploi. En raison: la mauvaise représentation qu'ils s'en font, l'influence de leur entourage ou encore leur (manque de) confiance en leurs propres compétences

TEXTE: ANNE-CATHERINE DE BAST - ANNECATHERINEDEBAST@YAHOO.FR

PHOTOS: ©MONKEY BUSINESS - STOCK.ADOBE.COM (P.18), ©DRAZEN - STOCK.ADOBE.COM (P.19), ©5SECOND - STOCK.ADOBE.COM (P.20), ©GORODENKOFF - STOCK.ADOBE.COM (P.21)

Électricien ? En pénurie. Développeur informatique ? Pénurie. Ingénieur ? Pénurie. Chauffagiste, soudeur, dessinateur industriel ? Pénurie. Si ces métiers ont pour point commun d'être porteurs d'emploi, ils font aussi partie de la même filière: les STEM, pour *Sciences, Technology, Engineering and Mathematics*. «*Il n'y a pas de définition consensuelle des STEM*, précise Paul De Sacco, de la Direction générale Stratégie du Forem. *Mais on peut parler de métiers manuello-intellectuels faisant référence à des compétences techniques et intellectuelles.*»

Le panel est donc vaste, les STEM regroupant des professions occupées tant par des diplômés de l'enseignement secondaire qualifiant que par des universitaires hautement qualifiés. Pour mieux cibler les publics, on les classe d'ailleurs en 2 types: les métiers dits intellectuels ou cognitifs et les métiers manuels, ne requérant pas les mêmes aptitudes et qualifications. Mais dans les 2 cas, le constat est le même. «*À l'horizon 2030, on estime qu'il y aura des centaines de milliers d'emplois vacants dans le domaine des STEM car la demande va exploser, alors qu'en parallèle on constate peu d'attrait vers ces métiers*, explique Frédéric Nils, professeur à l'UCLouvain et spécialiste de l'orientation scolaire et professionnelle. *Autrement dit, il n'y a pas assez d'attrait que pour satisfaire les besoins des entreprises, qui tirent la sonnette d'alarme quant à une pénurie de profils STEM en Wallonie.*»

Dans ce cadre, le Forem a commandé une enquête sur «*Les déterminants de l'attrait pour les*

études et les métiers scientifiques et techniques chez les 12-25 ans», pilotée par Frédéric Nils et Pierre Bouchat, Docteurs en psychologie (UCLouvain), Paul-Louis Colon et Paul De Sacco (Forem).

Six mille jeunes wallons de 12 à 25 ans, élèves de secondaire, étudiants du supérieur et demandeurs d'emploi, ont ainsi été interrogés. Si l'analyse de la littérature scientifique avait déjà permis d'établir quelques hypothèses, la recherche a permis de les chiffrer et de les hiérarchiser, dans le but de proposer des leviers d'action. Elle a ainsi identifié clairement le caractère déterminant des facteurs suivants dans l'attrait pour les métiers scientifiques et techniques: le genre, le sentiment de compétence et l'attitude par rapport à ces matières, le niveau d'études des parents, l'importance accordée aux conditions de travail, l'avis de l'entourage du jeune et la volonté de s'investir dans sa scolarité.

Des métiers de garçons, vraiment ?

Sans surprise, le genre est donc le facteur le plus décisif pour les choix d'orientation vers les métiers techniques. *«Il y a moins de jeunes filles attirées par ces métiers que de garçons»,* souligne Frédéric Nils. Qui avance 3 explications à cela. À niveau de performance scolaire égal, les filles n'ont pas autant confiance en leurs capacités que les garçons. Ce sont des filières réputées difficiles, elles hésitent plus à s'y engager. Ensuite, elles sont moins encouragées à aller vers ces métiers par leurs amis, leur famille, les enseignants de secondaire. Et enfin, les représentations de ces métiers sont fausses... On pense souvent qu'on y travaille seul, qu'il y a peu de possibilités de développer un esprit communautaire, un esprit d'équipe. Or, les filles recherchent plus d'esprit de cohésion dans leur travail que les garçons.

Plus largement, *«les attentes des jeunes ne sont plus celles de leurs aînés, qui recherchaient avant tout la stabilité et étaient moins dans le besoin de trouver du sens, explique Paul De Sacco. Aujourd'hui, les jeunes sont sensibles aux valeurs, à la contribution sociétale du travail. Ils veulent un équilibre entre vie professionnelle et vie privée, et des conditions qui leur permettent de s'épanouir tant professionnellement que personnellement.»*

La recherche démontre également que la question du variable sociodémographique (âge, sexe, éducation des parents,...) pèse lourd dans le choix de l'orientation. *«Ils sont 2,5 fois supérieurs aux variables liés à l'individu, soit la manière dont le jeune perçoit son avenir, ses aptitudes par rapport*

à l'effort, son travail..., insiste Paul De Sacco. Le sentiment de confiance par rapport à eux-mêmes, par rapport aux compétences, globalement par rapport à l'avenir, entre également en ligne de compte. Si leur sentiment de compétence est élevé dans ce domaine et qu'ils ont une vision positive des sciences, ils vont aller vers les métiers STEM qualifiés. À l'inverse, s'ils ont le sentiment de ne pas être bons, ils vont vers les STEM manuels.»

Car c'est indiscutable: dans la pratique, les jeunes attirés par les STEM de type intellectuel montrent un profil différent de ceux attirés par les STEM de type manuel. *«Les métiers manuels*



Les jeunes sont particulièrement influencés par leur entourage. S'ils ont confiance en eux et en leurs compétences en maths et en sciences, ils auront une attitude positive par rapport aux études et métiers STEM

requièrent peu de qualifications, précise Frédéric Nils. Ils sont surtout choisis par les garçons qui sont intéressés par les sciences mais qui ont peu confiance en eux. Ce sont des jeunes en difficulté scolaire, qui choisissent ces filières presque par défaut car ils n'ont pas assez confiance pour faire autre chose. Ils sont dans une logique de facilité par rapport à l'école. Au niveau sociologique, ce sont des garçons qui viennent de milieux populaires.»

À l'opposé, les jeunes attirés par les métiers plus cognitifs sont issus de milieux plus aisés. Leurs parents ont souvent fait des études universitaires et les poussent à suivre la même voie. *«C'est un public sociologiquement différent. Ils ont une bonne confiance en eux, en leurs compétences en maths et en sciences. Ils ont une attitude positive*





à l'égard de l'effort, du travail. Ils reconnaissent avoir été influencés par leur entourage dans leur choix d'études.»

Le métier et le niveau de formation des parents a donc un impact déterminant sur l'orientation vers les métiers techniques, de même que le niveau d'études auquel aspirent les jeunes interrogés dans le cadre de la recherche.

Des leviers pour agir

Si cette recherche vise à définir les facteurs déterminant l'attrait des jeunes pour les STEM, elle a également pour objectif de mettre en place des interventions. L'une des premières à étudier concerne les stéréotypes de genre. Malgré les idées reçues, la dimension de communalité (l'interaction avec d'autres personnes et dans un intérêt commun) est bien présente dans les métiers scientifiques et techniques. «Il est nécessaire de changer les représentations que les filles ont des études et métiers STEM, insiste Frédéric Nils. Car en réalité, on travaille sur des projets, il y a une dimension sociale». Faire évoluer cette représentation pourrait être une manière d'éveiller leur intérêt. Comment ? Le chercheur suggère par exemple de les mettre en contact avec le monde du travail. Il faut montrer aux jeunes filles que leur représentation des STEM est en partie erronée en les encourageant à faire des observations ou des stages en entreprises. Il faut leur montrer qu'on y travaille en équipe, en réseau, que la solidarité prime sur la compétition.

Mais selon lui, il faut aussi changer la mentalité des enseignants. Ils doivent les encourager et leur donner confiance en leur capacités, et ne doivent plus faire de distinctions homme-femme par rapport aux choix d'options. Cela vaudrait la peine que le personnel enseignant fasse un travail sur le manque de confiance qu'ont les jeunes filles

à l'égard de leurs compétences scientifiques et techniques. Plus globalement, il faut déconstruire les stéréotypes de genres associés aux métiers STEM et créer des contextes «girls friendly»: mettre en place un contexte favorable à l'accueil des femmes et des filles, leur montrer qu'elles ont leur place, et même une plus-value à apporter par rapport à un contexte purement masculin. Elles peuvent s'y épanouir, au même titre que dans les fameux métiers du *care*, dédiés aux soins aux personnes, réputés plus féminins.

Concrétiser l'enseignement

En parallèle, il est crucial de revaloriser l'image des métiers STEM de bas niveau de qualification, de leur donner une image positive, de démontrer leur utilité par rapport aux grands enjeux sociétaux contemporains. «Il faut mettre l'accent sur les nombreux avantages qu'ils procurent, explique Frédéric Nils. Ils sont en pénurie, donc ils amènent au plein emploi. Ce sont des métiers moins pénibles que par le passé. Par exemple, un mécanicien travaille sur des ordinateurs, des outils de commanderie. Il n'a plus forcément les mains dans le cambouis, comme auparavant. Il y a notamment des actions ciblées à mener auprès des milieux privilégiés qui n'envisagent pas ces filières, alors qu'elles sont pourvoyeuses d'emplois et hautement rémunératrices.»

Le docteur en psychologie pointe également la manière dont les maths et les sciences sont enseignées dans les écoles secondaires. Pour lui, il serait bénéfique de faire davantage de liens avec les métiers, l'enseignement étant encore actuellement trop abstrait. Il se base sur la matière pure. Il doit faire le lien avec les métiers dans lesquels on l'utilise, pour que les jeunes puissent mieux comprendre ce pour quoi ils apprennent.



L'enquête en chiffres

- 6 242 jeunes de 12 à 25 ans ont répondu à l'enquête.
- 2 137 fréquentent l'enseignement secondaire (dont 739 dans le premier degré),
- 2 871 étudiants évoluent dans l'enseignement supérieur.
- 1 234 sont demandeurs d'emploi répertoriés dans les bases de données du Forem.
- 3 procédures de récolte de données ont été mises en place pour favoriser la représentation la plus complète possible des différents publics: le format électronique, le papier et les entretiens téléphoniques





Paul De Sacco, du *Forem*, abonde dans le même sens. *«Il faut essayer d'aborder les sciences et les maths de manière moins abstraite qu'aujourd'hui, d'être plus dans une logique concrète et plus proche de la réalité. On a toujours intérêt à s'articuler sur la vie quotidienne. On devrait favoriser davantage de mise en situation pratique, permettre aux jeunes de faire des essais, toucher la matière, donner un autre regard sur le métier. Ce ne sont pas les cours de maths qui vont faire en sorte que plus de gens vont aller les études et métiers STEM... Les métiers ont évolué, et souvent, la société en a une représentation tronquée»*. Il y a 30 ans, on imaginait que les informaticiens étaient des personnes un peu dans leur monde, qui travaillaient seules. Aujourd'hui, Paul De Sacco rappelle qu'on en est plus là, que l'on est davantage dans le collaboratif.

Il propose dès lors de favoriser les échanges entre professionnels et jeunes pourrait donner à ceux-ci une représentation différente par rapport à ces métiers, et peut-être leur ouvrir la voie vers des filières auxquelles ils n'auraient pas pensé. Et ce, d'autant qu'on se rend compte que les actions d'orientation ont peu d'impact sur les étudiants et leurs choix d'études ou de carrière, à l'heure actuelle. Il faut impérativement les adapter, notamment en organisant des visites

UN CENTRE DE RÉFÉRENCES STEM

Constatant l'émergence de nouveaux métiers dans le champ des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques, la Wallonie et la Fédération Wallonie-Bruxelles souhaitent donner envie aux jeunes, de tous milieux socio-économiques confondus, de s'orienter vers ces filières, prioritaires dans le cadre de l'économie et de la création d'emploi. Si des actions de sensibilisation du grand public aux sciences et aux techniques et des formations qualifiantes sont déjà mises en place, il devient indispensable de les coordonner pour en optimiser l'impact. À cette fin, un centre de références STEM sera prochainement mis sur pied.

Ce dispositif d'orientation tout au long de la vie sera organisé autour des 4 Cités des métiers wallonnes et bruxelloises, et des Carrefours Emploi Formation Orientation (CEFO). Il vise à impliquer un maximum d'acteurs socio-économiques de l'enseignement, de la formation de l'orientation mais aussi de la société civile.

Le centre de référence STEM aura pour mission de proposer aux différents gouvernements une stratégie globale sur 10 ans dans le but de coordonner les différentes actions menées dans le domaine des STEM. Une task-force, organe de conseil, regroupera des représentants de tous les acteurs actifs dans le domaine. Elle aura pour mission de proposer au centre une stratégie de développement des filières STEM. Elle proposera aussi un plan d'actions à moyen terme et à long terme visant à coordonner, orienter et développer les efforts d'orientation professionnelle, d'enseignement, de formation, de sensibilisation, d'encadrement et de vulgarisation, tout en veillant à la cohérence avec le dispositif d'orientation.

d'entreprises, en proposant des mises en situation, en les accompagnant dans les démarches. Il faut les faire réfléchir sur ce qu'ils ont vu, fait ou ressenti, de manière à amener une plus-value. Frédéric Nils va plus loin, en proposant de croiser les secteurs. *«On sait par exemple que les jeunes sont sensibilisés à la question climatique. On peut se servir de ce levier pour les sensibiliser aux métiers techniques, en organisant des activités ludiques, telles que la création d'un robot, la mise au point de procédés pour produire de l'énergie, etc.»*

Mais s'il est crucial de sensibiliser les jeunes et de les mettre en contact direct avec le monde professionnel, leurs parents et leur entourage sont également visés. *«On constate que le rôle des parents est très important dans le choix de l'orientation des jeunes, précise Paul De Sacco. Même pour des éléments dont ils ignorent eux-mêmes les tenants et aboutissants... Les métiers évoluent, les parents ne sont pas toujours au courant de ces évolutions. Les représentations sont parfois tronquées. Il faut donc mener des actions ciblées, qu'ils soient interpellés dans leur rôle, qu'ils sachent que leur vision peut avoir un impact sur la vision de leurs enfants»*. A

LE DOSSIER

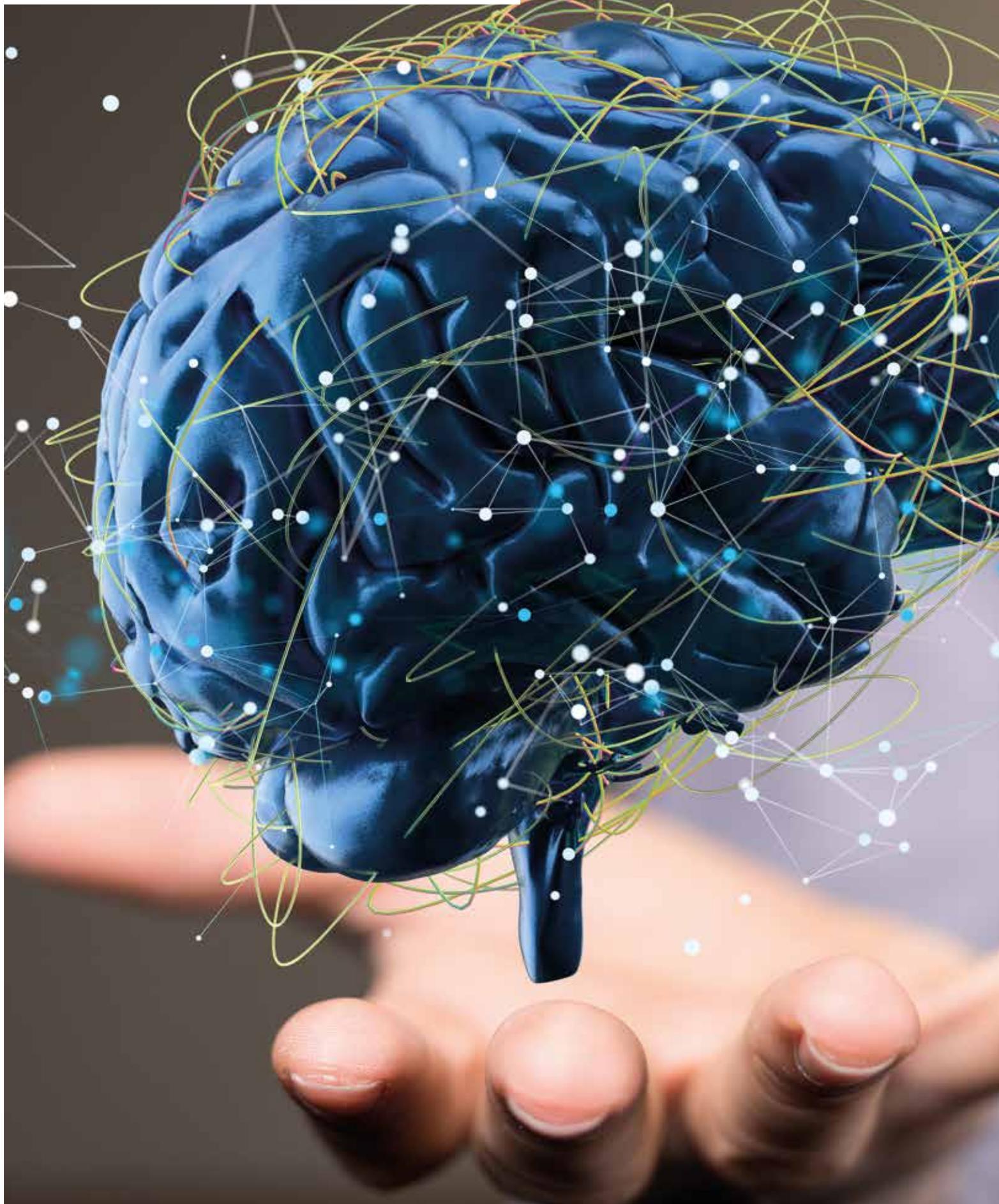
TEXTE: PHILIPPE LAMBERT · PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE

WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE

PHOTOS: ©VEGEFOX.COM - STOCK.ADOBE.COM (P.22),

©ENCIERRO - STOCK.ADOBE.COM (P.24),

©EDNURG - STOCK.ADOBE.COM (P.26)



Entre raison et déraison

Souvent, nos choix ne sont pas les plus rationnels. Parfois même, l'irrationalité nous submerge. Pourquoi ? Selon Mathias Pessiglione, neuroscientifique à l'Institut du cerveau (Paris), cette réalité s'enracine dans le fonctionnement cérébral. C'est que, selon lui, le cerveau a ses raisons que la raison ne connaît pas. Tel est d'ailleurs le thème central du livre (1) très documenté qu'il a publié il y a quelques mois aux Éditions Odile Jacob

Avant de se prononcer sur le caractère raisonnable ou déraisonnable d'une décision, encore faut-il savoir à quel niveau on se place, car ce qui, à l'échelle collective, peut paraître contraire à la raison peut éventuellement se justifier à l'échelle individuelle, et vice-versa. Directeur de recherche à l'Inserm et responsable du Laboratoire Motivation, Cerveau et Comportement à l'Institut du Cerveau (ICM, Paris), Mathias Pessiglione cite à ce propos un exemple d'actualité aux allures de dilemme moral: faut-il cesser d'embrasser sa grand-mère durant une pandémie comme celle de la Covid-19 ? Au niveau collectif, la réponse est assurément oui. Toutefois, si l'on se place au niveau individuel, on peut légitimement aborder la question sous un autre angle: «S'il ne s'agit que de moi et de ma grand-mère, et si je ne le fais rien qu'une fois, la toute petite chance de lui transmettre un virus vaut-elle l'éventualité plus probable de lui infliger un chagrin ?», écrit Mathias Pessiglione. Voilà un dilemme difficile à trancher, qui renvoie aux valeurs de chacun et à son intuition des probabilités.

L'étude de la rationalité de nos décisions est au cœur d'une nouvelle discipline qui fait appel aux compétences des économistes, des psychologues et des neuroscientifiques: la science de la décision ou neuroéconomie. «Très schématiquement, indique Mathias Pessiglione, l'économiste définit les critères de rationalité, le psychologue montre qu'ils ne sont pas respectés et le neuroscientifique essaie d'expliquer pourquoi.»

Inspirée des travaux d'Adam Smith au 18^e siècle, l'économie fait de l'«utilité espérée» le socle de la rationalité. L'individu est censé opter pour la solution susceptible de lui apporter le plus grand accroissement de bien-être en tenant compte de la probabilité que cette issue survienne. Au 20^e siècle, la théorie de l'utilité espérée a élargi ses horizons, brisé ses «chaînes économiques» pour s'ouvrir sur une théorie plus générale de la décision, nommée quelquefois théorie du choix rationnel. Parallèlement, le concept d'utilité s'est largement effacé au profit de celui de valeur, du moins dans les neurosciences. En outre, l'équation de base a évolué pour tenir compte de 2 éléments initialement négligés dans la théorie de l'utilité espérée. «La valeur doit (...) être pondérée non seulement par sa probabilité, mais aussi par son délai d'occurrence, explique Mathias Pessiglione dans son livre. Plus exactement, un bénéfice espéré pèsera davantage sur le choix si l'incertitude est faible (on évite les aléas) et si le délai est court (on n'aime pas attendre).» De surcroît, dans une approche rationnelle, il convient de tenir compte des coûts plus ou moins importants que l'individu estime nécessaires, en termes d'effort à fournir et d'investissement en temps, à l'accomplissement de ses actions. Si les coûts de certaines d'entre elles lui semblent prohibitifs, elles seront délaissées.





L'Homo sapiens, contrairement à l'«*Homo economicus*», viole régulièrement les axiomes de rationalité en prenant des décisions sans s'appuyer sur une structure de préférence à la fois cohérente et stable

préférence pour la brune. Sournisement, c'est la photo de la femme blonde que l'expérimentateur lui présentera dans un deuxième temps en lui demandant de motiver son choix. Dans de telles circonstances, la plupart des participants ne se feront pas prier pour trouver des explications qui, en fait, justifieront un choix qui n'est pas celui qu'ils avaient arrêté.

Selon la perspective cartésienne, on considère qu'une décision doit être prise à froid. «*En réalité, fait remarquer Mathias Pessiglione, les réactions émotionnelles prédisposent à certaines décisions et le font en général de manière adaptée. Je partage l'avis d'Antonio Damasio quand, dans sa théorie des marqueurs somatiques, il estime que les valeurs qui président à nos choix ne sont pas abstraites, froides mais affectives.*» Sans émotion, considère en effet Damasio, on ne sait pas ce qui est bon pour soi ou ne l'est pas et l'on prend alors des décisions au petit bonheur. Néanmoins, pour Mathias Pessiglione, cela n'invalide pas le fait que les émotions peuvent parfois entraîner des biais dans la décision, en contrarier la rationalité.

Par exemple, il existe, pour des choix monétaires, un biais très répandu baptisé aversion pour la perte ou aversion pour le risque. Quand on demande à quelqu'un s'il préfère recevoir 50 € ou avoir 1 chance sur 2 d'en gagner 100, il optera dans la majorité des cas pour la première proposition bien que l'espérance de gain soit mathématiquement identique. Et même lorsqu'on réduit à 45 ou 40 € le montant de la première option, la plupart des individus continuent à écarter la seconde alors qu'elle possède la meilleure espérance mathématique. Pourquoi ? Parce que l'option risquée engendre des émotions négatives comme le regret anticipé, qu'ils veulent donc minimiser. Les amygdales cérébrales, gauche et droite, sont impliquées dans les réactions émotionnelles. Chez des patients où elles sont calcifiées, l'aversion pour le risque monétaire que l'on observe chez les autres participants à l'expérience disparaît. «*Les patients font montre d'une plus grande rationalité que les sujets sains dans un contexte de choix monétaires. Si les émotions sont souvent bonnes conseillères, elles ne le sont donc pas toujours*», précise Mathias Pessiglione.



Un être rationalisant

Dans la vie courante, les individus font de nombreuses entorses aux prédictions du modèle rationnel. C'est ici que le psychologue et, dans la foulée, le neuroscientifique ont leur mot à dire. Car comme le souligne Mathias Pessiglione, l'*Homo sapiens*, contrairement à l'«*Homo economicus*», viole régulièrement les axiomes de rationalité en prenant des décisions sans s'appuyer sur une structure de préférence à la fois cohérente et stable. Son comportement est entaché de biais décisionnels que la psychologie a mis en lumière et dont les neurosciences étudient les sous-jacents cérébraux.

Pour le chercheur de l'ICM, l'être humain ne serait pas un être rationnel, mais un être rationalisant. «*Il y a un hiatus entre le cerveau qui prend des décisions et le cerveau qui les observe et les analyse, dit-il. En d'autres termes, les décisions peuvent être irrationnelles mais rationalisées par la suite. De nombreuses expériences ont assis cette constatation.*» Dans l'une d'elles, qui a trait à ce qu'il est convenu d'appeler la «cécité au choix», des photos sont soumises 2 par 2 à chaque participant, lequel doit simplement indiquer, au sein de chacune des paires, le cliché qu'il préfère. Ensuite, l'expérimentateur lui montre à nouveau les photos qu'il est censé avoir sélectionnées. Imaginons qu'entre 2 portraits de femmes, l'une blonde, l'autre brune, le sujet ait marqué sa

Sélection naturelle

Le «jeu de l'ultimatum», lui, nous fournit un exemple où une réaction émotionnelle peut conduire à une décision qui apparaît irrationnelle dans une perspective immédiate, mais qui, en fait, est justifiée si l'on se place dans une perspective plus générale. Dans ce jeu, qui met en scène un donneur et un receveur, le premier dispose d'une somme d'argent, soit 10 €. Il propose au second un partage de cette somme qui peut être soit équitable (5 € chacun), soit déséquilibré (par exemple, 7 € pour lui, le donneur, et 3 € pour le receveur). Il appartient ensuite à ce dernier d'accepter le partage, et de se voir alors attribuer immédiatement la somme convenue, ou de le refuser. Dans ce cas, donneur et receveur repartiront les poches vides, l'argent étant remis à l'expérimentateur. *«Une analyse économique à courte vue nous enseigne que le receveur doit accepter n'importe quel partage, explique Mathias Pessiglione. Or, cette façon de définir la rationalité est totalement contredite par le comportement des participants à l'expérience, qui, en moyenne, refusent le partage s'il leur semble trop inéquitable, c'est-à-dire généralement si le donneur leur propose moins de 30% de la somme à répartir.»*

Et d'ajouter: *«L'IRM fonctionnelle nous apprend que les offres inéquitables, susceptibles de provoquer les refus, déclenchent l'activité de l'insula, région dédiée aux émotions négatives telles que le dégoût, la déception, la colère, la frustration ou l'humiliation. A priori, on pourrait donc en conclure que le recrutement du cortex insulaire est la cause d'un comportement irrationnel. Mais si l'on analyse la question plus en profondeur, dans une perspective à long terme, refuser l'argent dans le contexte d'un partage inéquitable est une réaction adaptée.»* En effet, il est bon de dénoncer les injustices, d'éviter de se laisser exploiter, de maintenir des normes de réciprocité.

Cette réaction, qui s'observe dans toutes les cultures, a probablement été sélectionnée par l'évolution. *«Ce qui peut paraître irrationnel pour la théorie économique de la décision peut paraître adapté à l'aune de la sélection naturelle: le cerveau a ses raisons que la raison ne connaît pas !»,* souligne Mathias Pessiglione.

Contaminations et interférences

Différentes régions cérébrales contribuent à la fréquente irrationalité de nos décisions. C'est notamment le cas du cortex orbitofrontal qui sert de soubassement anatomique à notre système

de valeurs. Ce dernier possède essentiellement 3 caractéristiques. Primo, il est générique, c'est-à-dire capable d'attribuer des valeurs à différents types de récompenses, les unes primaires comme des aliments, les autres secondaires comme la reconnaissance sociale. Secundo, il s'avère relativement automatique, en ce sens qu'il «s'exprime» sur la valeur des objets de l'environnement, des personnes, du contexte du moment même si aucune décision ne doit être prise. Tertio, il conserve une certaine permanence dans le temps. Ces 3 propriétés sont au cœur des phénomènes dits de contamination des valeurs.

RIEN QU'UNE ILLUSION ?

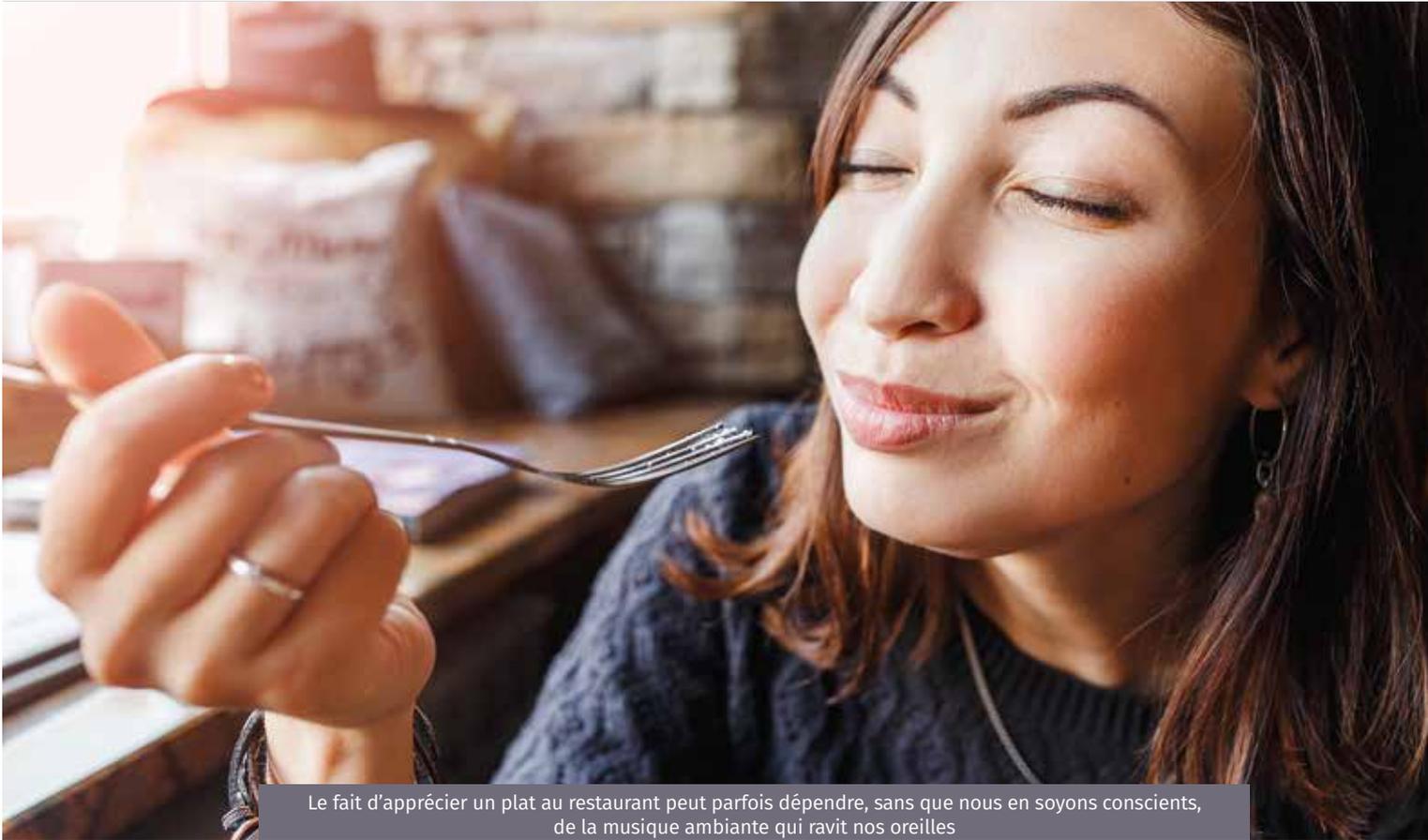
Au 17^e siècle, Spinoza écrivait que *«l'expérience et la raison sont d'accord pour établir que les hommes ne se croient libres que parce qu'ils ont conscience de leurs actions et non pas des causes qui les déterminent.»*

Mathias Pessiglione estime que les neurosciences cognitives ont de forts accents spinozistes. Selon lui, elles peinent à démontrer l'absence de libre arbitre, mais elles seraient confrontées à une difficulté encore bien plus redoutable si elles s'attelaient à en démontrer l'existence. De nos jours, explique-t-il encore dans son essai, *«la majorité des chercheurs en sciences cognitives considèrent, de façon souvent implicite, que l'esprit et le cerveau sont deux modes d'une même substance (comme aurait dit Spinoza) et non deux substances distinctes (comme aurait dit Descartes)».* Esprit-cerveau: les 2 faces d'une même pièce en quelque sorte.

Il a été mis en évidence de manière convaincante que la volonté consciente n'est pas causale dans la génération des actions effectuées par un individu. En un mot, on n'a pas prouvé formellement que le cerveau (ou l'individu) n'est pas libre, mais on a établi sans équivoque que l'impression d'une volonté consciente régissant l'accomplissement de nos actes est un leurre. *«Dès lors, il n'est pas interdit d'imaginer que notre cerveau opère librement des choix sans nous mettre au courant de ses décisions»,* indique Mathias Pessiglione. La question serait alors: sommes-nous assimilables à notre cerveau ? Son éventuelle liberté de choix coïncide-t-elle avec la nôtre ?

Le philosophe Daniel C. Dennett, de l'Université Tufts, aux États-Unis, considère que le libre arbitre n'est qu'une illusion. *«Je partage totalement cette opinion»,* précise Mathias Pessiglione, qui écrit dans son livre: *«Le sentiment du choix librement consenti serait bien une illusion rétrospective, vis-à-vis d'une décision prise par ailleurs (par d'autres systèmes cérébraux), librement ou non.»* Le neuroscientifique note avec pertinence que dans la schizophrénie, notamment, les patients perdent le sentiment d'être les agents de leurs actes et, dès lors, que si ce sentiment ressortit vraiment à l'illusion, ils «regardent en face une vérité que les sujets sains refusent de voir».





Le fait d'apprécier un plat au restaurant peut parfois dépendre, sans que nous en soyons conscients, de la musique ambiante qui ravit nos oreilles



Lorsqu'un individu se trouve dans un contexte agréable, l'activité de son cortex orbitofrontal croît et cette augmentation persiste un certain temps. Dans une expérience du groupe de Mathias Pessiglione, les participants devaient noter des tableaux. Il apparut que leurs appréciations étaient d'autant plus positives que la musique d'ambiance introduite par les expérimentateurs était agréable. «*Tant les notes attribuées aux différents tableaux que le caractère plus ou moins agréable de la musique étaient représentés dans l'activité du cortex orbitofrontal*», précise le neuroscientifique. Que cette structure cérébrale agrège de nombreux éléments du contexte donne lieu à des contaminations et des interférences. De ce fait, si nous sommes dans un restaurant, nous pouvons avoir l'impression d'aimer particulièrement le plat que nous mangeons, alors que c'est la musique d'ambiance que nous apprécions. «*Par ailleurs, souligne Mathias Pessiglione, le système étant automatique, nous n'avons pas accès aux processus neuronaux sous-jacents et pouvons donc difficilement faire obstacle au phénomène de contamination ou d'interférence.*» Un phénomène sur lequel misent en permanence les publicitaires et les négociateurs, par exemple.

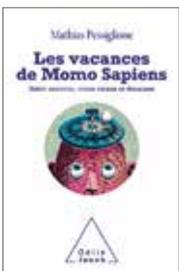
D'après les travaux de l'équipe de Mathias Pessiglione, le degré de confiance que nous investissons dans un de nos jugements de valeur est lui-même une valeur représentée dans le cortex orbitofrontal et sujette à un phénomène de

contamination pouvant expliquer l'irrationalité de certaines de nos décisions. C'est dans ce cadre que s'inscrit le biais de désirabilité. Quand le résultat d'une action paraît très désirable, l'individu aura tendance à avoir davantage confiance dans son obtention.

Chips ou grand restaurant ?

La capacité de se projeter dans le futur revêt une grande importance pour prendre certaines décisions. Ce que les neuroscientifiques appellent la projection épisodique - la faculté d'imaginer des scénarios non encore rencontrés - nécessite la capacité d'assembler des informations stockées en mémoire, de sorte que l'on sait aujourd'hui que l'hippocampe est non seulement le siège de la mémoire épisodique (celle des événements personnellement vécus) mais également de l'imagination. Ce qui explique entre autres pourquoi les patients Alzheimer restent inféodés au présent, comme sans passé ni avenir. «*Chez le sujet sain, les régions hippocampiques fournissent des représentations équivalentes à celles fournies par les sens, auxquelles le cortex orbitofrontal pourra assigner des valeurs*», dit en substance Mathias Pessiglione dans son livre.

Cela n'est pas sans lien avec la rationalité ou l'irrationalité de nos décisions car, comme



⁽¹⁾ *Les vacances de Momo Sapiens. Notre cerveau entre raison et déraison*, Mathias Pessiglione, Odile Jacob, 2021.

⁽²⁾ Les neuromédiateurs (ou neurotransmetteurs) sont des substances chimiques libérées par les terminaisons synaptiques pour transmettre les informations d'une cellule nerveuse à une autre.

l'indique le chercheur de l'ICM, «*bien des conflits intertemporels opposent une récompense perçue et une récompense imaginée*». Dans une expérience réalisée par son équipe, les participants avaient le choix entre recevoir directement un paquet de chips qui leur était présenté en photo ou bénéficier, un mois plus tard, d'un repas dans un grand restaurant, occurrence présentée sous forme de texte. Ainsi que l'écrit Mathias Pessiglione, «*l'idée est que le texte demande un plus gros effort d'imagination que l'image et, par conséquent, une plus grande contribution de l'hippocampe*». Et effectivement, les chercheurs observèrent en IRM fonctionnelle (IRMf) une activation supérieure de l'hippocampe chez les sujets qui optaient pour la récompense différée (le repas dans un grand restaurant). En se référant à des conditions contrôles, ils purent confirmer que c'était bien l'effort d'imagination et non la dimension temporelle (récompense différée) qui était impliqué dans la contribution de l'hippocampe à la décision finale de ces participants.

En outre, les expérimentateurs constatèrent que la densité de matière grise de l'hippocampe était corrélée avec la propension à choisir les options présentées sous forme de texte. Une question restait toutefois en suspens: est-ce l'imagination qui développe l'hippocampe ou la taille de ce dernier qui accroît les facultés d'imagination ? L'étude des patients Alzheimer, dont on sait qu'ils présentent une atrophie hippocampique, permet d'établir le rôle causal de l'hippocampe dans la valorisation des récompenses imaginées.

Abstraction faite de toute pathologie neurologique, les capacités d'imagination varient fortement d'un individu à l'autre. En lien avec une faible taille de l'hippocampe, un manque d'imagination favorise des choix impulsifs cantonnés à des désirs immédiats et ce, au détriment de projets à plus long terme éventuellement d'un plus grand intérêt.

Désir mimétique

Vu les difficultés méthodologiques à comparer des situations sociales et non sociales en respectant le principe expérimental «toutes autres choses étant égales par ailleurs», il n'existe pas actuellement de consensus quant à l'identité de l'ensemble des structures cérébrales vouées à la cognition sociale. Néanmoins, certaines d'entre elles ont été mises en évidence et influent sur la rationalité de nos choix. Un des phénomènes décrits par Mathias Pessiglione dans son livre a été baptisé «désir mimétique». «*Ce concept traduit le fait que certains de nos désirs sont suscités par le désir supposé des autres*, explique-t-il. *Un exemple trivial est celui de 2 enfants dans*

une crèche qui se disputent pour un même jouet alors qu'il en existe d'autres exemplaires à proximité immédiate.»

Une expérience faisant appel à l'IRMf a été menée chez des participants adultes par les chercheurs de l'ICM. Ces derniers ont montré qu'un ensemble de régions pariétales et prémotrices sous-tendant le système des neurones miroirs est activé davantage quand se manifeste un désir mimétique. Le système miroir, rappelons-le, s'active non seulement quand nous effectuons une action, mais aussi lorsque nous sommes témoin de son accomplissement par un tiers. De surcroît, il semble très probable que cette représentation ne se limite pas à la seule séquence de mouvements observée mais en inclue le sens, donc la finalité. «*On a pu mettre en évidence que les sujets qui ont la plus grande propension au désir mimétique sont ceux chez qui la connexion entre le système miroir et le cortex orbitofrontal, support de notre système de valeurs, est la plus forte*», indique Mathias Pessiglione.

La capacité de se projeter dans le futur revêt une grande importance pour prendre certaines décisions. La faculté d'imaginer des scénarios non encore rencontrés - nécessite la capacité d'assembler des informations stockées en mémoire

Le désir mimétique est un phénomène qui peut paraître irrationnel si l'on se place au niveau sociétal, mais qui n'est pas dénué d'intérêt au niveau individuel. En observant autrui, chacun apprend rapidement, sans les risques d'une procédure par essai et erreur, ce qui peut lui être favorable ou défavorable dans l'environnement. En revanche, à l'échelon du groupe, le désir mimétique engendre des comportements irrationnels dans la mesure où il est de nature à conduire à des rivalités, voire à une violence qui se révèle des plus absurdes lorsque les ressources abondent.

Des neuromédiateurs (2) comme la dopamine peuvent parfois orienter aussi nos décisions vers une forme d'irrationalité. Contrairement à une idée très répandue, la dopamine n'est pas liée au plaisir proprement dit, qui dépend du système des opioïdes, mais à ce qu'on nomme l'«*erreur de prédiction de la récompense*», c'est-à-dire la différence entre la récompense qu'on obtient au terme d'une action et la récompense qu'on avait prévue. Un résultat meilleur qu'attendu induit la libération de dopamine, laquelle renforce notre inclination à agir à l'avenir de manière identique à celle qui nous a rapporté plus qu'escompté. Cela n'est pas anodin quand on sait, par exemple, que chez 15% des patients parkinsoniens qui reçoivent des agonistes dopaminergiques, on observe des comportements compulsifs - jeu pathologique, hypersexualité, achats inconsidérés, etc. De façon générale, un renforcement excessif peut conduire tout individu vers de tels comportements. Raison pour laquelle, dans un casino par exemple, la tendance est de continuer à jouer chaque fois qu'on gagne quoique les probabilités de gains ultérieurs soient défavorables. «*La rupture de l'équilibre entre le système dopaminergique centré sur la recherche de récompenses et le système dédié à l'évitement des punitions, dans lequel la sérotonine semble impliquée, fait le lit de choix compulsifs*», ajoute Mathias Pessiglione. A

LES AVENTURES DE BARJE

© SKAD 2021

par la fin.

C'est déjà fini?



commencez à lire
cette planche

Moi, c'est colibri
porte-épée!

Et à la fin de l'envoi,
JE TOUCHE!



Aaargh!

en volant,

Moi, c'est
colibri-abeille.

Même si je suis bien
plus gros qu'une abeille...



Peut-être, mais avec
tes 1,8 grammes pour
5 centimètres, t'es
quand même le plus
petit des oiseaux.

capable de reculer

Moi, je suis
le colibri géant.

Mais tu peux
m'appeler Goliath.



Comment il se
la pète avec
ses 18 grammes...

le seul oiseau
au monde

Salut! Moi, c'est
bec-en-faucille aigle.



T'as plus l'air d'une
faucille que d'un aigle,
mon petit pote.

En hommage
au colibri,

Ça commence?



SKAD



CurioKids

Toutes les couleurs du ciel

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE - INFO@CURIOKIDS.NET
PHOTOS: ©DEN-BELITSKY - STOCK.ADOBE.COM (P.29), ©MUMEMORIES - STOCK.ADOBE.COM (P.31),
STOCK.ADOBE.COM (P.32)
ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT

Qu'est-ce que la lumière ?

En voilà une bonne question ! Ce sujet a occupé les plus grands physiciens durant plusieurs siècles, dont Newton, Huygens, Pauli, Einstein. Comprendre la nature et les propriétés de la lumière est essentiel pour expliquer les variations de couleurs du ciel, mais aussi les arcs-en-ciel et autres manifestations naturelles.

Chaque jour, le soleil nous inonde de lumière. Il s'agit d'une **source naturelle** provenant d'une **onde électromagnétique**. Quel mot compliqué ! Plus simplement, la lumière est une perturbation qui se déplace en faisant des ondulations. Un peu comme un serpent sur le sable. Cette « onde » a la capacité de se déplacer dans l'air, mais aussi dans le vide. Et c'est tant mieux. Car s'ils ne pouvaient traverser le vide spatial, les rayons du soleil ne parviendraient pas jusqu'à nous pour nous éclairer et nous réchauffer.

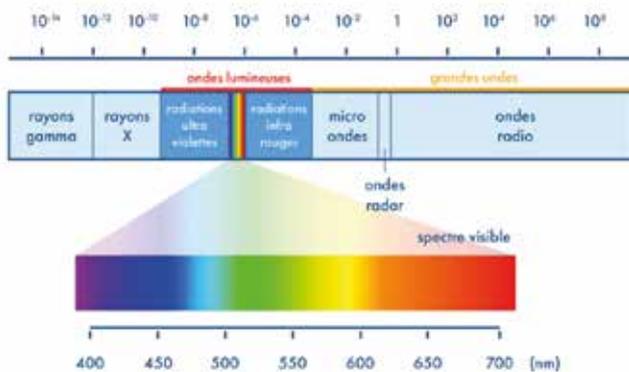
Bleu, rouge, rose, jaune, orange... en voilà des couleurs qui teintent le ciel. Chaque jour, Dame Nature nous émerveille avec des spectacles hauts en couleur et d'intensités variées faits de crépuscules enflammés, d'aubes aux couleurs pastel, d'arcs-en-ciel tantôt timides tantôt expressifs, d'aurores boréales qui dansent la nuit, de parhélies ou encore d'éclairs Catatumbo. Ces phénomènes naturels très impressionnants reposent en vérité sur des principes physiques bien compris des scientifiques. Plus précisément, sur la manière dont la lumière interagit avec notre atmosphère. Dans ce dossier, on va décomposer la lumière et comprendre sa nature à travers différents phénomènes. Les connais-tu tous ?

BONUS en ligne



La lumière du soleil, appelée aussi spectre lumineux, est l'ensemble de toutes les ondes émises par notre étoile. Parmi elles, nous retrouvons par exemple les rayons X, les ultraviolets, les infrarouges ou encore, la lumière «visible». Celle-ci correspond aux ondes que notre œil peut détecter. Autrement dit, toutes les couleurs que tu observes dans la nature. Chaque couleur possède une ondulation différente. La lumière bleue possède une ondulation plus serrée, tandis que la lumière rouge est plus étendue. Les scientifiques ont mesuré la distance entre 2 répétitions pour chaque type d'onde. C'est pour cela qu'on parle de longueur d'onde et elle se mesure en nanomètre (nm), qui est 1 million de fois plus petit qu'un millimètre. Le domaine visible est très étroit et s'étend de 380 à 700 nm environ.

Le mélange de toutes ces ondes de couleur donne la lumière blanche... Qu'est-ce qui est blanc dans le ciel ? Les nuages bien sûr ! Lis la suite pour en savoir plus.



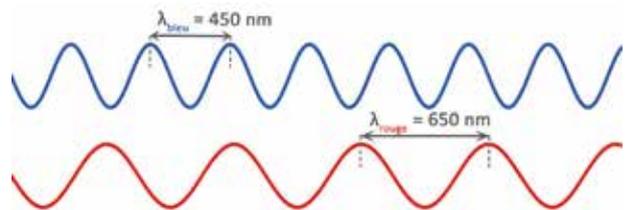
Le truc de ouf !

Un ballet de lumières féériques

Si tu as vu *Frère des ours* ou *La Reine des Neiges*, tu as pu voir un ballet de lumières féériques dans le ciel, comme des rideaux de couleur verte ondulant dans la nuit. Ces aurores boréales se produisent au niveau du cercle polaire arctique (voir photo de titre p. 29). On les observe donc dans les pays scandinaves (Norvège, Groenland, Laponie, Islande), dans le Nord du Canada ou en Alaska. Ce phénomène naturel incroyable a mis du temps à être élucidé. On sait aujourd'hui qu'on le doit au soleil. Tu as bien lu. Bien que très éloignées de nous, les éruptions solaires projettent d'énormes quantités de particules qui voyagent jusqu'à notre Terre grâce aux vents solaires. Ces particules sont attirées vers le Pôle Nord magnétique. Lorsqu'elles pénètrent notre atmosphère, chargées d'énergie, elles sont accélérées par le champ magnétique terrestre et rencontrent les molécules de gaz tels que l'oxygène, l'azote ou l'ozone. De ces collisions se libèrent des quantités d'énergie incroyables sous forme de lumière. Il est possible de voir des aurores boréales vertes, rouges, violettes, bleues. Ces couleurs lumineuses dépendent du type d'atome qui entre en collision avec les particules solaires. Les aurores boréales vertes se produisent à 160 km au-dessus de notre tête. Le même phénomène peut être vu près du Pôle Sud. On parle alors d'aurore australe.

Pourquoi le ciel est-il bleu ou rouge ?

Par beau temps, nous avons l'habitude d'observer un ciel magnifiquement bleu en journée. C'est tellement habituel qu'on oublie de se demander pourquoi il est bleu. Quand la lumière entre en contact avec notre atmosphère, elle interagit avec les molécules gazeuses et les particules qui la composent (poussières, gouttelettes d'eau). Les ondes, qui appartiennent au domaine visible, interagissent ainsi avec ces éléments de plus petites dimensions que leur propre longueur d'onde. Et oui, les molécules d'air (l'azote et l'oxygène) sont 1 000 fois plus petites. L'onde correspondant à la couleur bleue possède la plus petite longueur d'onde du spectre visible: 400 nm. C'est celle-là qui va «ricocher» plus fort que toutes les autres couleurs. Un peu comme dans un flipper. On parle de diffusion de la lumière. Cette lumière est donc dispersée dans le ciel préférentiellement. Voilà pourquoi le ciel est bleu.



Et que se passe-t-il quand il est rouge ? Quand le soleil se lève ou se couche, la couche d'air à traverser par les rayons lumineux est beaucoup plus importante qu'à midi. Si bien qu'avant d'arriver à l'œil de l'observateur, les couleurs comme le bleu, le vert et le jaune ont déjà été diffusées. Il ne reste que les couleurs orange et rouge, de longueurs d'onde plus importantes, qui arrivent à tes yeux. C'est pour cela que le soir ou le matin, la lumière reçue est orange-rouge.

L'arc-en-ciel, un pont multicolore entre les hommes et les cieux

Pour qu'un arc-en-ciel apparaisse, il faut de la pluie et un soleil bas en même temps. Se forme alors un spectaculaire arc multicolore. Chez nos ancêtres, suivant la culture religieuse, l'arc-en-ciel était associé à certains dieux et déesses. Grâce aux travaux de Descartes, éminent scientifique du 17^e siècle, les mystères de la formation de l'arc-en-ciel ont été percés. Et il n'y a rien de divin là-dedans. Il s'agit plutôt d'un phénomène optique qui apparaît quand la lumière blanche du soleil interagit avec les gouttes de pluie. Comment ça marche ?

Quand il pleut, il y a de l'eau en suspension dans l'air, que la lumière blanche du soleil rencontre sur son chemin. Au lieu de se comporter comme des miroirs, les gouttes d'eau agissent comme des petits prismes. Autrement dit, comme des petits blocs de verre, dont 2 faces sont en forme de triangle. Le prisme décompose la lumière. Tu sais que la lumière blanche est un mélange de toutes les couleurs du spectre visible. Quand les rayons lumineux interagissent avec les gouttelettes d'eau suivant un angle particulier, la lumière blanche se décompose. C'est ce qu'on appelle la **réfraction** de la lumière. Une autre manière de l'expliquer, c'est de dire que chaque couleur prend une direction différente lorsqu'elle traverse les gouttes. Le violet aura une trajectoire un peu différente de la couleur rouge. Chaque goutte d'eau située en face de toi réfracte la lumière. Si bien qu'il se forme un arc parfait, que tu ne pourras voir que si le soleil est dans ton dos et que les nuages de pluie sont devant toi. Dès lors, tu es au milieu. Tu comprends ainsi que tu ne peux jamais arriver au pied de l'arc-en-ciel. Si tu avances, il recule.

Les nuages font grise mine

Blancs ou gris, parfois iridescents, les nuages aussi changent de couleur. Les gros nuages blancs en forme de barbe à papa annoncent une journée lumineuse et agréable tandis que les nuages gris et lourds annoncent souvent les pluies. Pourquoi ont-ils des couleurs différentes ? Les nuages sont blancs pour une raison simple: ils se composent d'un amas de petites gouttes d'eau condensées, ainsi que des cristaux de glace microscopiques. Si tu traverses une couche nuageuse en avion, tu constates que le hublot est humide. En raison de leur taille (20 μm environ), la lumière du soleil est totalement diffusée dans toutes les directions lorsqu'elle traverse les gouttes. Comme tu sais

que la lumière visible est «blanche», tu observes des nuages de couleur blanc nacré.

Les choses se gâtent ensuite avec les nuages gris. Quand les gouttes d'eau s'accumulent en plus grande quantité, le nuage grossit pour atteindre une hauteur comprise entre 7 et 15 km. Ces nuages d'orage sont des cumulonimbus. La lumière du soleil ne pénètre plus suffisamment le nuage et au lieu d'être réfléchi, elle est alors absorbée. Vue du sol, la partie inférieure du nuage semble plus sombre, car elle reçoit moins bien la lumière du soleil.

BIG DATA

300 000 km/s

c'est la vitesse de la lumière dans le vide

160 km

c'est l'altitude à laquelle ont lieu les aurores boréales vertes

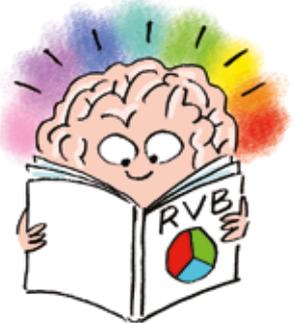
250

c'est le nombre d'éclairs au kilomètre carré qui percutent le sol vénézuélien aux abords du lac Maracaibo

Les couleurs, une invention du cerveau !

Les couleurs n'existent pas ! En voilà un constat surprenant. Ton sapin est pourtant vert et le citron est jaune ? Les couleurs sont en fait des illusions créées par notre cerveau. Notre œil détecte la lumière réfléchi. Elle est focalisée sur la rétine qui contient des photodétecteurs. Chez l'humain, il en existe de 3 sortes, qui peuvent détecter le bleu, le vert ou le rouge. Grâce à eux, nous pouvons obtenir plusieurs millions de couleurs différentes. Les informations récoltées par les photodétecteurs sont en vérité des longueurs d'onde envoyées au cerveau. C'est lui qui interprète ensuite cette information pour nous aider à percevoir notre monde.

C'est aussi pour cette raison que nous ne voyons pas tous les mêmes couleurs.

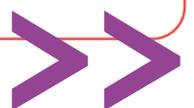


Le selfie du jour



L'arc-en-ciel blanc ou fantôme

Aussi appelé arc-en-ciel de brouillard, c'est un phénomène rare que l'on peut observer dans les régions froides comme l'Arctique ou dans la baie de San Francisco, là où le brouillard se forme facilement. Mais pourquoi est-il tout blanc ? Tu as appris ci-dessus qu'un arc-en-ciel multicolore se forme lorsque les rayons du soleil passaient au travers des gouttelettes d'eau. Les arcs-en-ciel blancs se forment de la même manière mais quand les gouttelettes sont vraiment nombreuses et toutes petites (0,1 mm). Aussi petites que dans les bancs de brouillard. Trop petites que pour agir comme un prisme. Et donc au lieu de se décomposer en de multiples couleurs, la lumière du soleil est réfléchi comme à la surface d'un miroir. Ces petites gouttes en suspension renvoient la lumière dans tous les sens. Comme toutes les couleurs se chevauchent, le résultat est une lumière blanche. Aussi, l'arc apparaît blanc. À 2 conditions: un brouillard dense devant soi et un soleil bas derrière soi. On oublie les fantômes ?



LE P'TIT DICO



Lumière blanche: c'est l'ensemble des ondes visibles par l'œil. Elle se compose de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

Spectre électromagnétique: c'est l'ensemble des ondes électromagnétiques classées en fonction de leur longueur d'onde ou de leur fréquence.

Onde électromagnétique: c'est une onde composée d'un champ électrique et d'un champ magnétique.

Lumière naturelle: c'est la lumière produite naturellement par notre Soleil.

Diffusion de la lumière: c'est quand le rayon est dévié de sa trajectoire. C'est le contraire de l'absorption.

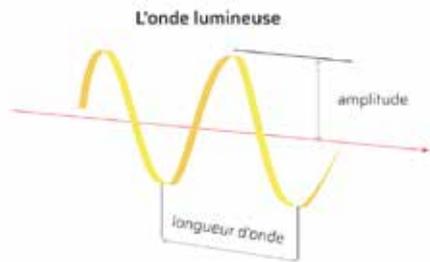
Réfraction: la lumière voyage très vite. Sa vitesse change en fonction du milieu. La réfraction représente le changement de vitesse quand la lumière change de milieu. Par exemple, elle ralentit quand elle passe de l'air à l'eau. En changeant de vitesse, elle change aussi de direction.

Réflexion: c'est quand la lumière rebondit sur une surface à l'image d'une balle. Si tu lances une balle face au mur, elle te revient dans les mains. Si tu la lances de côté, avec un angle, elle rebondit avec le même angle. La lumière fait la même chose, plus ou moins fortement en fonction de la surface.

LES CHEMINS DE LA LUMIÈRE

1 LA LUMIÈRE, UNE HISTOIRE D'ONDE

Comme expliqué ci-dessus, la lumière est une onde électromagnétique. La lumière naturelle est produite par notre étoile, le Soleil, ou le feu ou encore, les lucioles. Autour de nous, il existe aussi des sources de lumières artificielles. Par exemple, la lumière de l'ampoule ou des phares de voiture. Quelle que soit sa source, la lumière voyage dans les différents milieux, toujours en ligne droite. Cependant, sa trajectoire ou son comportement peut changer dans certaines conditions.



2 LA DIFFUSION DE LA LUMIÈRE

Lorsque la lumière se propage dans un milieu transparent comme l'air ou l'eau, elle rebondit sur les molécules qui la composent. Ce comportement s'appelle la diffusion de la lumière. C'est la diffusion de la lumière qui explique pourquoi le ciel est bleu en journée ou rouge le soir.

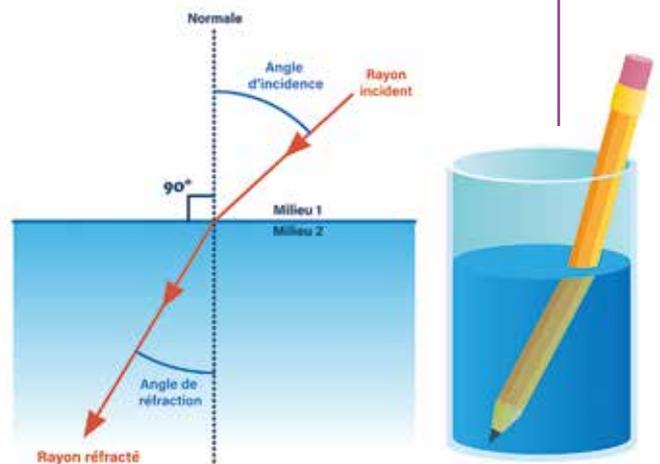
3 LA LUMIÈRE RÉFLÉCHIT-ELLE ?

La lumière ne pense pas à la direction qu'elle va prendre. Mais elle peut réfléchir. Pas dans le sens que tu crois bien sûr. Lorsque la lumière rencontre une surface lisse et brillante, comme l'aluminium, elle rebondit et repart dans une autre direction avec le même angle que le faisceau entrant. On parle de réflexion de la lumière.



4 COMMENT LA LUMIÈRE CHANGE-T-ELLE DE DIRECTION ?

La vitesse de la lumière n'est pas la même suivant le milieu. Dans le vide, sa vitesse est la plus élevée. Dans un milieu transparent, comme l'air ou l'eau, sa vitesse diminue. Par exemple, la vitesse de la lumière est plus grande dans l'air que dans l'eau. En changeant de milieu, la lumière «freîne» et change de direction. On appelle cela la réfraction. C'est le phénomène que tu observes quand tu introduis un crayon dans ton verre. Vu du haut, le crayon semble cassé. Les différentes longueurs d'onde qui composent la lumière blanche (celles correspondant à chaque couleur) voyagent toutes à une vitesse différente dans ce nouveau milieu. C'est pour cela que le bleu se sépare du vert qui se sépare du jaune, qui se sépare du rouge. Tu as compris le principe du prisme.



TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec Curiokids:
«Crée des illusions d'optique avec de l'eau»

SCANNE-MOI



Un tirage au sort... équitabile

Quelques jours avant les fêtes de fin d'année, j'ai pensé qu'il serait bon de vous avertir d'être vigilant lors des habituels tirages au sort en tous genres qui auront bientôt lieu à cette occasion. Il se pourrait en effet que votre position dans le tirage soit beaucoup plus déterminante qu'il n'y paraît !

TEXTE : MANU HOUDART - MANU.H@VERYMATHTRIP.BE
HTTPS://WWW.VERYMATHTRIP.COM ·   
PHOTO : ©NEW AFRICA - STOCK.ADOBE.COM (P.33)

Dans ma famille, à Noël, lors de l'apéro, on a l'habitude de tirer au sort un prénom et de veiller particulièrement sur cette personne durant toute la fête. Il faut la jouer finement car le but est de ne pas être démasqué en fin de soirée. C'est vraiment une tradition. Je me souviens encore très bien de ces premières soirées où je devais avoir 8 ans. En arrivant, chaque invité inscrivait son nom sur un papier qu'il déposait dans un bonnet de Père Noël et ensuite, dès l'ouverture des festivités, le plus âgé (privilège de la vieillesse me disait-on) plongeait sa main dans le bonnet pour y piocher un nom.

Évidemment, s'il tirait son propre nom, il remettait le papier et en sortait un autre. On passait alors le bonnet à la 2^e personne la plus âgée - souvent Mémé Louise - et on continuait ainsi de suite. Si elle piochait son nom elle le remettait. Sinon, elle passait le chapeau. Tout se passait bien sauf si (ce que j'espérais) le dernier piocheur tirait son propre nom. Ben oui, impossible pour lui d'échanger alors avec quelqu'un d'autre, sans quoi notre jeu n'aurait plus eu aucune saveur: tout le monde aurait directement deviné qui était l'ange gardien de ce dernier. On remettait alors tous les noms dans le bonnet de Noël et c'était reparti pour un tour. Chouette !

De précoces probabilités

Je me souviens qu'à l'époque, j'avais déjà fait remarquer que si l'avant-dernière personne tirait son propre nom et qu'elle le remettait dans le bonnet, il n'y avait pas grand mystère pour savoir qui allait piocher la dernière personne... Et que même si c'était l'avant-avant dernière personne qui piochait son propre nom, c'était beaucoup plus facile pour elle de deviner son ange gardien de la soirée. Il n'y avait que 2 possibilités.

Mais ce que je ne soupçonnais pas à l'époque, c'est qu'en plus, ce système n'est pas du tout équitable ! Accrochez-vous bien: le dernier à piocher dans le bonnet de Noël a plus de chances d'avoir été tiré au sort par le premier. Autrement dit, si vous êtes le dernier à piocher, celui qui a pioché en premier a une chance plus grande que tous les autres de vous avoir... pioché ! Incroyable mais vrai. Évidemment, plus il y a de personnes, plus la différence des chances s'estompe mais dans un petit groupe, cette différence est vraiment très significative.

Un dîner confiné

Prenons un exemple assez simple en imaginant une fête de Noël à 3 personnes. Ne riez pas, c'est ce que le gouvernement belge autorisait l'an dernier pour les personnes seules: un maximum de 2 invitations. Alix a donc convié ses 2 meilleurs amis: Tom et Liza. Arrive le moment du tirage au sort pour les cadeaux. Pensant que ça n'a



aucune importance, ils décident d'un commun accord qu'Alix piochera en 1^{er}, Tom en 2^e et Liza en dernier. Quand Alix tire un nom, ça ne peut être que celui de Tom ou de Liza. Car si elle avait tiré son propre nom, elle aurait dû le remettre dans le bonnet et en tirer un autre. Et bien entendu, Alix a exactement la même chance de choisir Tom ou Liza. C'est kif kif. Fifty-fifty, 50-50.

Imaginons qu'Alix pioche Tom. Elle passe alors le bonnet de Noël au 2^e piocheur qui est justement Tom. Innocemment, on pourrait croire qu'il est libre de piocher Alix ou Liza, les 2 noms restants... mais c'est faux. Car si Tom pioche Alix, au tour d'après, il ne reste qu'un seul papier dans le bonnet et Liza serait donc obligée de piocher... Liza. Résultat, comme c'est la dernière à piocher, on recommence tout. Bref, si Alix a choisi Tom, le tirage au sort n'aboutit que si Tom choisit Liza. Et dans ce cas, Liza prendra le dernier papier sur lequel est écrit Alix.

Et si Alix avait pioché Liza ? Dans ce cas, Tom ne peut que piocher Alix. En effet, si Tom tire son propre prénom, il doit le remettre dans le chapeau et piocher de nouveau car n'oubliez pas la règle fondamentale: c'est uniquement lorsque le dernier piocheur tire son nom qu'on recommence tout. Mais ici, Tom n'est pas la dernière personne. C'est donc un tirage forcé: il est obligé (sans peut-être même s'en rendre compte) de piocher Alix. Et dans ce cas de figure, forcément, Liza piochera le dernier papier sur lequel est écrit Tom.

Une intuition biaisée

Ainsi donc, avec 3 personnes, il y a seulement 2 configurations finales possibles. Mais le plus surprenant arrive: ces 2 seules configurations n'ont pas la même probabilité. La configuration Liza-Alix-Tom a 1 chance sur 2 de se produire car finalement, elle ne dépend que du fait de choisir Liza qui a 1 chance sur 2 de se produire. En revanche, la configuration Tom-Liza-Alix, elle, n'a qu'1 chance sur 4 de se produire car il faut qu'Alix choisisse Tom mais aussi que Tom choisisse Liza ! En conclusion, le tirage Liza-Alix-Tom se produit 2 fois plus souvent que le tirage Tom-Liza-Alix. Vous avez bien lu: 2 fois plus souvent ! C'est complètement inéquitable...

Bien entendu, maintenant que vous connaissez le secret de ces faux tirages au sort, vous pouvez l'utiliser à votre avantage ! Si Tom préfère que ce soit Alix qui pioche son nom (il sait qu'elle a bon goût), il n'a qu'à changer de place et devenir le dernier piocheur. Surprenant, hein ? Évidemment, comme je l'ai déjà écrit précédemment, plus les piocheurs sont nombreux, plus les différences de probabilités s'amenuisent mais il n'empêche

que le dernier piocheur aura toujours plus de chance d'avoir été tiré par le premier que n'importe qui d'autre !

Une apparition surprenante

Mais puisque ce système n'est pas optimal, peut-on faire mieux ? Bien sûr ! Rassurez-vous, je ne vais pas vous laisser dans l'embarras pour vos fêtes de fin d'année ! Une première façon de faire mieux, à laquelle vous avez peut-être déjà songé, c'est de changer légèrement les règles. Celui qui pioche ne regarde pas son papier. Personne. Ce n'est qu'à la fin du tour, quand tout le monde a pioché, que chacun regarde secrètement son pioché. Et là, je vous garantis une équité totale. Malheureusement, il y a une faille dans ce système: il n'est pas du tout improbable que quelqu'un ait tiré son propre nom. Dans ce cas, pas d'avance, il faut recommencer le tirage. L'ennui, c'est que ça peut arriver plus souvent que vous ne le penseriez. En fait, ça se produira presque 2 fois sur 3 ! Ce qui est très surprenant, c'est que si vous êtes 10, 50 ou 100, cette probabilité ne varie pas. On pourrait être tenté de croire, intuitivement, que plus on est nombreux, plus cette probabilité sera petite. Et bien NON ! Il n'en est rien. Dans tous les cas, la probabilité qu'au moins un piocheur tire son propre prénom vaut toujours presque 2 chances sur 3. 63,21% pour être plus précis. Et si vous voulez que je sois vraiment précis, cette probabilité vaut exactement $1 - (1/e)$. C'est mon cadeau de Noël. Le célèbre e , base naturelle des logarithmes dont la valeur vaut à peu près 2,7 18 28 18 28 45 90 45... Mais qu'est-ce que ce nombre vient faire ici ? Ce serait une longue histoire mais je vous invite à parcourir l'encadré pour tenter une drôle d'expérience.

Et donc ?

Bref, si vous êtes 20 autour du bonnet de Noël et qu'il faut recommencer le tirage plusieurs fois, vous risquez de récolter la mauvaise humeur de certains participants. Et donc ? Pas moyen de procéder à tirage au sort équitable sans risque de répétition ? Bien sûr que si... Avant la soirée, préparez autant de papiers rectangulaires que d'invités. Tenez ces rectangles verticalement et aussi bien en haut qu'en bas de chaque morceau de papier, écrivez alors tous les nombres de 1 à 20.

Rassemblez-les, mélangez-les et enfin étalez les rectangles de papier sur la table, face cachée. Maintenant, coupez les rectangles en leur milieu et faites glisser d'un cran tous les papiers de la rangée supérieure. Voilà, c'est fini. Quand les invités arrivent, ils choisissent une moitié supérieure et prennent évidemment la moitié inférieure correspondante. Le nombre du dessus est celui qui vous désigne et celui du dessous désigne votre pioché. Équiprobabilité totale et certitude que personne n'aura son propre numéro grâce à la translation effectuée. Il vous suffit d'avoir prévu une feuille avec les numéros notés de 1 à 20 et chaque invité n'a plus alors qu'à indiquer son nom en face du numéro qui lui a été affecté. Il ne vous reste alors plus qu'à afficher cette feuille et tout le monde connaît instantanément la personne qu'il a piochée. Et ceci, dans le plus grand secret et surtout... la plus grande équité !

En mathématiques, ça porte le nom d'un effet surprenant que j'ai pris l'habitude d'appeler l'effet #Waooh ! Joyeuses fêtes de fin d'année. 

Si vous voulez vous en convaincre, prenez 10 cartes (ou autant que vous voulez) numérotées de 1 à 10. Mélangez-les et puis étalez-les en comptant oralement, de 1 à 10. Dès que l'épellation correspond à la valeur de la carte, comptez 1 point et reprenez les cartes. Si vous faites l'expérience 30 fois, vous devriez être assez proche de... 19 points !



Qui est-ce ? Özlem TÜRECI

TEXTE : JACQUELINE REMITS - JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE
PHOTOS : © BIONTECH (P.10)

mariage, nous sommes vissés dans notre labo ! Nous rêvons de trouver de nouveaux traitements contre le cancer. En 2000, nous rejoignons l'Université Johannes Gutenberg à Mayence, où je reçois mon habilitation en médecine moléculaire. J'y enseigne depuis lors en tant que *Privatdozent* et aujourd'hui encore, nous habitons à Mayence.

Je remarque, au cours de ma carrière, que la recherche scientifique n'arrive pas toujours jusqu'au patient. Pour rendre plus rapidement disponibles des formes innovantes de thérapie, Ugur et moi fondons en 2001 la société *Ganymed Pharmaceuticals*. Notre but est de développer des anticorps monoclonaux comme traitement contre le cancer. Spécialiste en médecine moléculaire et immunologie et professeur d'université à Mayence, mon mari n'a jamais arrêté la recherche ni l'enseignement. Quant à moi, je suis nommée présidente de la *Fédération européenne d'immunothérapie contre le cancer*. Grâce à des financements obtenus auprès de sociétés de capital-risque, nous créons en 2008 une autre société, *BioNTech*. En 2016, nous vendons *Ganymed* à la société pharmaceutique japonaise *Astellas Pharma*. Avec *BioNTech*, notre principal objectif est de mettre au point un vaccin contre le cancer en utilisant la technique de l'ARN messager. Dans le milieu de la recherche sur le cancer, avec cette approche thérapeutique innovante, notre start-up fait rapidement parler d'elle. Début 2018, la société rassemble 270 millions de dollars, soit la plus grande levée de fonds jamais réalisée alors pour une entreprise

Je suis...

Fille de parents turcs arrivés d'Istanbul en Allemagne. Mon père, chirurgien, est engagé dans un hôpital près de Cloppenburg, en Basse-Saxe. Née dans ce pays et influencée par mon père, j'entreprends des études de médecine à l'Université de la Sarre, à Hombourg, que je poursuis avec un doctorat portant sur l'identification et la caractérisation de molécules antigènes tumorales et sur le développement d'immunothérapies pour lutter contre le cancer. Je rencontre alors celui qui deviendra mon mari, Ugur Sahin, médecin oncologue. S'il est né en Turquie, sa famille émigre en Allemagne alors qu'il est encore enfant. Son père trouve du travail comme ouvrier aux usines *Ford* à Cologne. Nous partageons une passion commune pour la recherche médicale, plus particulièrement en oncologie. Même le jour de notre



CARTE D'IDENTITÉ

NAISSANCE: 6 mars 1967, à Lastrup (Basse-Saxe, Allemagne)

NATIONALITÉ: Allemande

SITUATION FAMILIALE: mariée à Ugur Sahin

DIPLÔME: Médecine à l'Université de la Sarre

CHAMPS DE RECHERCHE: Oncologie, immunologie

DISTINCTIONS: Grand-Croix du Mérite de la République fédérale d'Allemagne (2021); prix des Asturies de la recherche scientifique et technique (2021); prix international de Catalogne (2021)

biotechnologique allemande. En 2019, elle est introduite en Bourse sur le *Nasdaq*. En 2020, je prends la tête du département de développement de nouveaux produits en tant que médecin-chef, tandis que mon mari est le PDG de la société.

À cette époque...

En 1967, année de ma naissance, le professeur français Christian Barnard greffe le premier cœur sur un Sud-Africain, qui succombera moins de 3 semaines plus tard à une infection des poumons. Plus tard, le 10 novembre 1989, alors que je suis étudiante en médecine, je vis

un moment historique: la chute du mur de Berlin. Jamais l'écroulement d'un mur n'aura fait, à juste titre, autant de fracas. En 2008, quand nous créons *BioNTech*, la faillite de la banque américaine *Lehmann Brothers* marque l'accélération d'une crise financière mondiale née un an plus tôt aux États-Unis avec l'effondrement du marché des prêts immobiliers à risque (subprime).

J'ai découvert...

Avec mon mari et notre équipe, en particulier Katalin Kariko (voir *Athena* n° 350) et Drew Weissman, spécialistes de la modification de l'ARN, nous avons planché sur la mise au point d'un vaccin à ARN messenger contre la Covid-19. Alors que l'OMS (*Organisation mondiale de la santé*) signale l'existence d'un groupe de cas de pneumonies à Wuhan, en Chine, Ugur tombe sur un article de la revue médicale *The Lancet*. Il comprend vite que ce virus, même s'il n'a pas encore envahi la planète, va entraîner une pandémie. Dès janvier 2020, nous cessons nos travaux de recherche en cancérologie pour lancer un programme d'urgence visant à développer rapidement un vaccin contre ce coronavirus. En juillet, nous signons un partenariat avec la société pharmaceutique américaine *Pfizer*. Pour 2 raisons. D'une part, les essais cliniques sont bien trop onéreux et ardues à organiser pour une start-up comme *BioNTech*. D'autre part, nous sommes trop petits pour produire et distribuer les doses nécessaires à la planète entière. Mi-septembre, nous rachetons à l'entreprise pharmaceutique *Novartis* une très grande usine de production à Marbourg, dans la Hesse, à 120 km de notre siège social à Mayence. Nous y lançons la construction d'un autre bâtiment dédié à la production d'un vaccin dès la fin de l'année. Nous mobilisons une quarantaine de personnes à qui nous offrons des heures supplémentaires bien rémunérées pour mener à bien des recherches. Très vite, celles-ci se révèlent productives, une dizaine de vaccins potentiels sont trouvés. Le développement de l'un d'eux mène au résultat que l'on connaît. Nous avons eu la chance de n'avoir rencontré aucun problème majeur. Début novembre 2020, notre société *BioNTech* et *Pfizer* annoncent que notre vaccin contre la Covid-19 réduit de 95% le risque de contracter ce virus. Et il y a un après Covid-19 car les promesses de la technologie ARN messenger sont immenses. Elle peut être utilisée pour d'autres vaccins, dans des traitements contre le cancer ou les maladies auto-immunes... Christina Krienke, une autre chercheuse de chez *BioNTech*, Ugur et moi, avons publié un article en ce sens dans la revue *Science* du 8 janvier 2021. L'histoire de l'ARNm ne fait que commencer. ❏

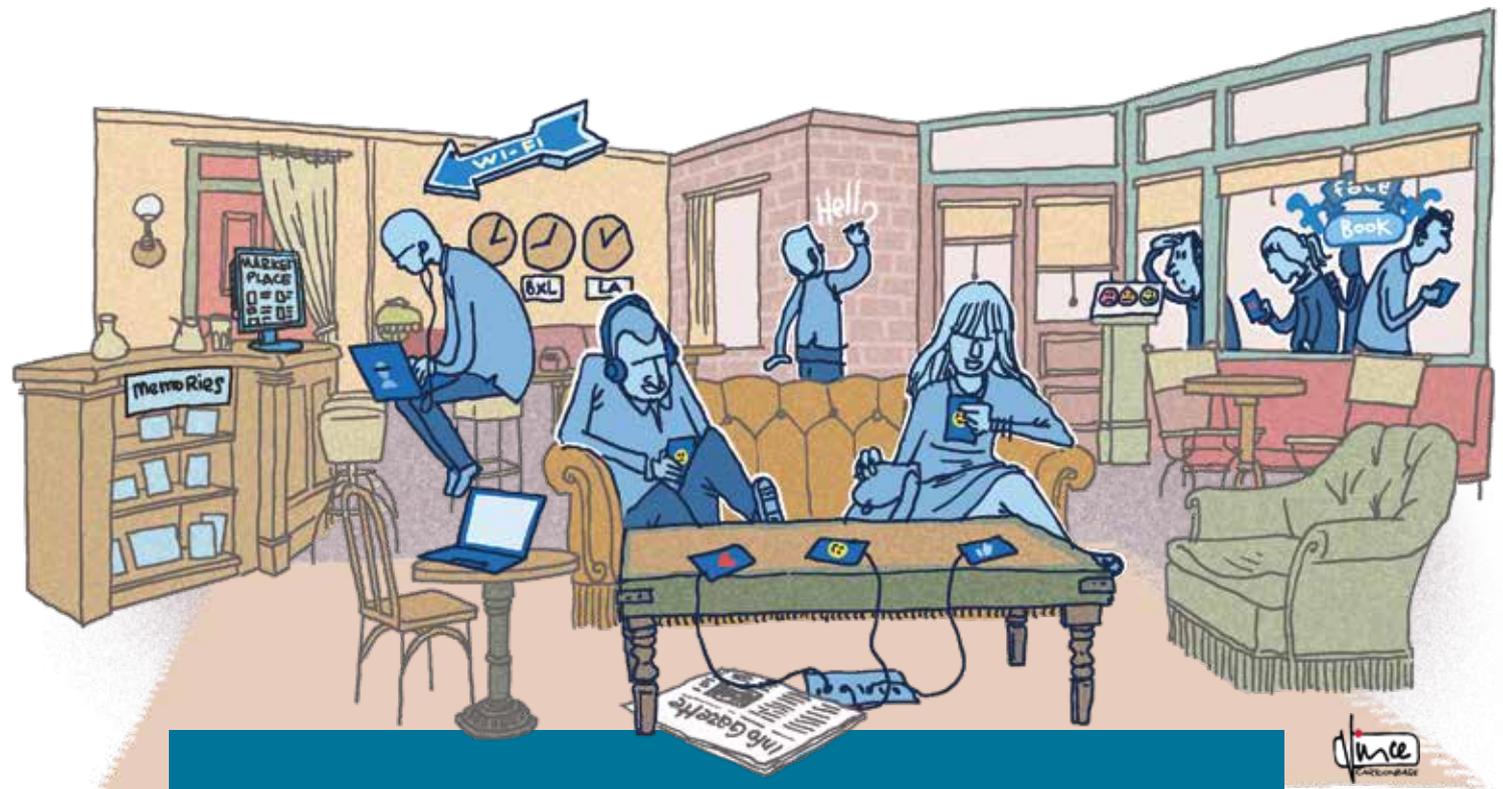
SAVIEZ-VOUS QUE...

Selon Mathias Kromayer, membre du conseil d'administration de la société de capital-risque *MIG AG*, en dépit de leurs réalisations, les 2 médecins-chercheurs sont toujours restés humbles et modestes. «*Il n'est pas rare de croiser Sahin en jean lors de grosses réunions, avec son casque de vélo et son sac à dos*», rapporte le quotidien français *Libération*.

Quant au professeur Ulrich Förstermann, qui a rencontré le couple il y a 20 ans lors de son installation à Mayence, il reste «*très sûr que le couple n'est pas principalement intéressé par gagner de l'argent. Ce sont de vrais chercheurs très gentils, très approchables, pas du tout arrogants, dont le moteur est de progresser scientifiquement et médicalement. Ugur Sahin enseigne toujours à l'Université de Mayence et Özlem Türeci a signé son contrat de professorat. Le couple travaille comme des fous, ils font des journées de 14 h. Et tout ça se passe à un moment où la pandémie frappe l'Allemagne comme jamais et ça rend tout plus difficile*», déclarait-il en décembre 2020 à *France Inter*.

D'après l'hebdomadaire allemand *Welt am Sonntag*, Ugur Sahin et Özlem Türeci figurent désormais parmi les 100 Allemands les plus riches du pays. Fin 2020, la valeur de *BioNTech* atteignait 21,6 milliards de dollars au *Nasdaq*, contre 4,6 milliards un an plus tôt. Après l'annonce de *Pfizer*, l'action *BioNTech* a explosé et la start-up a terminé la journée avec une valorisation de près de 25 milliards de dollars !

En mars 2021, le couple a reçu la Grand-Croix du Mérite avec étoile, une des principales distinctions allemandes en présence du président allemand Frank-Walter Steinmeier et de la chancelière Angela Merkel. «*Dès janvier 2020, vous et vos collègues y travailliez jour et nuit, à une époque où de nombreuses personnes en Allemagne se serraient encore la main, s'embrassaient et vivaient dans l'insouciance*», a déclaré le président allemand, qui a rappelé que «*la start-up du couple de chercheurs d'origine turque emploie aujourd'hui 2 000 personnes*». *BioNTech* a produit 50 millions de doses du vaccin anti-Covid en 2020 et en produira 1,5 milliard en 2021.



La petite histoire du géant *Facebook*

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

HTTP://WWW.EASI-IE.COM - HTTP://WWW.TWITTER.COM/EASI_IE - HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/EASI.EXPERTSDUWEB

ILLUSTRATIONS : VINCE - VINCENT_DUBOIS@ME.COM



ARTICLE en ligne

Est-il encore nécessaire de présenter ce réseau social qui influence grandement notre monde connecté et, l'on ne va pas se mentir, notre monde tout court ?

Facebook, la société au pouce bleu, fait partie de nos vies depuis plus de 10 ans. Ce réseau a transformé la façon dont nous communiquons, nos relations, l'économie et même la politique de notre monde. Elle a changé la face du Web au travers de chacune de ses innovations, les plus connues maintenant largement utilisées par beaucoup d'applications Web: le «poke», qui permet de faire signe à un ami, le «mur», qui permet de suivre l'actualité et celle de ses contacts, le «like», qui permet de marquer son intérêt pour une publication.

Aujourd'hui, *Facebook* change de nom et devient *Meta*. Ce n'est pas le réseau en lui-même qui change sa dénomination mais l'univers *Facebook* tout entier, qui comprend les plateformes *Facebook* et *Instagram*, les messageries *WhatsApp* et *Messenger* et les casques de réalité

virtuelle *Oculus*. Mark Zuckerberg, le fondateur de *Facebook*, a annoncé fin octobre la création de cette maison-mère pour mieux représenter l'ensemble de ses activités.

META veut dire «au-delà» en grec ancien et son logo représente un 8 horizontal, ressemblant au symbole de l'infini en mathématiques. Les intentions d'un des géants du Web sont très claires, une nouvelle ère numérique est déjà en route en lien étroit avec l'univers de la réalité virtuelle. Le métavers est l'ensemble des mondes virtuels connectés à Internet.

Avant de suivre les péripéties et les avancées technologiques de ce nouveau monde, visitons le passé pour une rétrospective.

Les origines

2003

Mark Zuckerberg, figure emblématique et fondateur du réseau tel que nous le connaissons





d'exploiter et d'avoir volé leur idée (un accord de dédommagement de 65 millions de dollars sera pris entre les parties), ni par les nombreux obstacles que *Facebook* a rencontrés depuis.

Au cours de la même année, la start-up déménage dans la Silicon Valley et des géants du monde du Web actuel commencent à investir en elle, comme le cofondateur de *PayPal* puis *Microsoft*, en 2007. D'anciens collaborateurs de *Google* rejoignent également le réseau.

En 2006, *Facebook* s'ouvre au monde. Toute personne possédant une adresse mail et ayant plus de 13 ans peut créer un compte. En 2008, il est devenu un des premiers réseaux sociaux au monde, valorisé à hauteur de 15 milliards de dollars, avec plus de 100 millions d'utilisateurs.

Mi-2008, *Facebook*, précurseur dans le domaine, permet aux développeurs de connecter leurs applications ou leurs sites Web à la plateforme. Moins connues du grand public, les ressources mises à disposition par *Facebook* pour les développeurs sont très importantes. Toutes les informations se trouvent sur un site qui leur est dédié: <https://developers.facebook.com>. Une conférence annuelle leur est également consacrée. Ces dernières années *Facebook* profite de ce moment pour s'exprimer sur le développement de ses activités dans le domaine de la réalité virtuelle. www.facebookconnect.com. C'est lors de cette édition 2021 que Mark Zuckerberg a présenté *META*.

L'année 2010 inscrit définitivement le réseau dans l'histoire de l'Internet. David Fincher, réalisateur et producteur américain de renom, aux multiples Oscars et Golden Globes, lui consacre un long-métrage *The Social Network* (1), récompensé par 3 Oscars. Dans le film, il est question de la création du réseau *Facebook* au travers des personnages de Mark Zuckerberg et de ses camarades d'Harvard. Le film est l'adaptation de l'essai *The Accidental Billionaires: The Founding Of Facebook, A Tale of Sex, Money, Genius, and Betrayal* de Ben Mezrich, publié en 2009. Le livre a été traduit chez *Max Milo Éditions* en janvier 2010 sous le titre *La revanche d'un solitaire - La véritable histoire du fondateur de Facebook* (2).

2012

Facebook entre en Bourse avec une valorisation de 104 milliards de dollars (421 millions d'actions à 38 dollars). Et fait la 2^e plus grande entrée américaine jamais connue, après l'entreprise internationale *Visa* et devant *General Motors*. *Facebook Messenger*, le système de messagerie instantanée, lié à la plateforme est lancé.



actuellement, a 19 ans et est étudiant à Harvard. L'histoire raconte que tout est parti d'une déception amoureuse vécue par notre jeune prodige. Mark Zuckerberg pirate alors le réseau interne de sa prestigieuse école dans le but de récupérer les photos «de profil» de ses camarades.

Avec ces données, il conceptualise le site Internet *Facemash*, dont les fonctionnalités font étrangement penser au site de rencontres *Tinder* qui, lui, voit le jour en 2012.

D'ailleurs le désormais LIKE de *Tinder* pour notifier à une personne qu'elle nous plaît, fait penser au fameux poke qui a contribué aux débuts de *Facebook*

L'idée de *Facemash* était de choisir entre 2 photos d'étudiant celle qui était la plus «hot». Ce concept a attiré 450 visiteurs et 22 000 photos ont été vues au cours des 4 premières heures de diffusion sur le réseau interne de l'école. Il a bien évidemment été fermé par la direction d'Harvard au plus vite. Zuckerberg évitera quand même l'exclusion.

Inspiré par sa première tentative, Mark Zuckerberg lance *Thefacebook* en février 2004, un réseau destiné aux étudiants afin de leur permettre de mieux échanger des informations entre eux. La machine FB est lancée ! Et depuis ce moment, elle n'a pas été stoppée une seule fois. Ni par les 2 procès intentés par ses collègues étudiants accusant Zuckerberg



(1) Film *The social network*, de David Fincher, 2010

2013

La plateforme se fait une beauté (refonte des polices, des couleurs, des logos) et prend un nouveau format: relooking du *newsfeed*. Une page d'accueil moins chargée, plus aérée. La tendance forte de cette version est de valoriser les images photos et vidéos. Les publicités sont plus grandes et ont plus d'impact.

2015

Facebook rachète *OCULUS VR*, la société de casques et jeux virtuels que le réseau développe actuellement:  www.oculus.com. Cette année est également consacrée à développer l'expérience-utilisateur du réseau et les interactions entre les membres. Le réseau social d'entreprise *Facebook workplace* est également lancé:  <https://fr-fr.workplace.com>, il permet de relier les membres d'une même entreprise pour favoriser la communication et la collaboration, tout en proposant des fonctionnalités coutumières du réseau comme les groupes, le système de discussion, les salons et les diffusions de vidéos en direct.

Facebook Messenger devient une application autonome. Elle est aussi accessible aux utilisateurs ne disposant pas de compte *Facebook*, via leur numéro de téléphone.

Le service *Facebook Safety Check* est mis en place (suite au séisme d'avril 2015 au Népal), celui-ci permet d'informer de sa situation directement sur son profil. Ce service sera ensuite utilisé lors de nombreux événements malheureux: les attentats de Paris et Bruxelles en 2015 et 2016.

En 2016, 9 ans après le pouce bleu, nous y sommes ! Les nouveaux boutons de réaction sont désormais disponibles au travers d'émoticônes devenues reconnaissables entre toutes aujourd'hui. Le fameux «j'aime» est toujours représenté par un pouce bleu, la version améliorée est possible avec un cœur pour dire «j'adore», «Haha», «Wouah», «Triste», «Grrrrr» et «Solidaire» ont également leurs icônes.



La même année, *Google* et *Facebook*, 2 géants des GAFAM (*Google (Alphabet)*, *Apple*, *Facebook (Meta)*, *Amazon* et *Microsoft*: les 5 grandes firmes américaines qui dominent le marché du numérique) s'allient pour tirer un câble géant dans le Pacifique pour soutenir le trafic du réseau Internet qui ne fait qu'augmenter.

2017

Facebook passe la barre des 2 milliards d'utilisateurs actifs par mois. La population mondiale est au même moment évaluée à 7,4 milliards de personnes.

Le réseau est accusé d'avoir été l'outil de prédilection des propagandistes russes pour faciliter l'élection de Donald Trump.

2018

Les parlements de 8 pays ont réclamé des explications de Mark Zuckerberg. Le monde entier accuse le géant des réseaux de valoriser la recherche du profit au détriment de la protection de la vie privée de ses utilisateurs et de ne pas être suffisamment actifs pour lutter contre la diffusion de «fake news».

Inédit dans le microcosme de la Silicon Valley, des mouvements de contestation émanent des propres troupes de *Facebook*. Certains vont jusqu'à démissionner, critiquant la gestion du groupe en ce qui concerne la protection des données personnelles.

2019

Toute la mise en page de *Facebook* a été réorganisée dans le but de mettre en avant les *stories*, les événements et les groupes.

2021

En octobre 2021, *Facebook* ainsi que toutes ses applications subissent la plus grosse panne de toute leur existence. Les services restent inaccessibles pendant plusieurs heures.



⁽²⁾ *La revanche d'un solitaire - La véritable histoire du fondateur de Facebook*, Ben Mezrich, Max Milo Édition, 2009.





de fausses informations, la politique de régulation des contenus, l'émergence de groupuscules hébergés par le réseau,...

Un chemin semé de controverses

Voilà plus de 10 ans que le système *Facebook* fonctionne de cette façon: posts, photos, vidéos, «likes», sont collectés, analysés et exploités par le réseau pour vendre de la publicité aux sociétés qui positionnent leurs produits et services sur la plateforme. Inutile de se mentir, chaque personne ayant accès au réseau social a consenti et accepté ces conditions en cliquant sur le bouton «créer un compte». Oui, *Facebook* est un réseau intrusif produisant chaque mois des milliards de données personnelles pour le compte de professionnels du marketing. *Facebook* est sous les projecteurs des autorités de protection des données personnelles, comme la CNIL (*Commission nationale de l'informatique et des libertés*) française, pour avoir enfreint certaines règles en la matière.

De nombreux contenus interdits sont aussi fréquents sur le réseau: comme la prolifération de contenus de propagande terroriste, entre autres. *Facebook* promet de les supprimer dans le cadre de sa politique de modération. De nombreuses publications «interdites» ne sont jamais censurées, ou tardivement. Une réelle question se pose: comment modérer la majorité des contenus présents sur le réseau, comme par exemple, les vidéos en live ? Les interventions en direct dans les groupes privés... ?

L'info vintage

Si vous êtes nostalgique du *poke* qui a fait son apparition sur le réseau à ses débuts, sachez que vous pouvez encore l'utiliser. Rendez-vous sur cette page pour *poker* vos ami.es:

 <https://www.facebook.com/pokes>

L'influence de *Facebook* n'a jamais été aussi grande et pourtant elle semble aussi parfois lui échapper. Les réseaux sociaux font désormais partie intégrante de nos vies et de celles de nos enfants. À quel endroit mettre le curseur afin que l'influence ne devienne pas propagande ? Sommes-nous encore libre de choisir sans se sentir exclu.e d'une partie du monde si nous ne souhaitons pas utiliser ou apparaître sur ces fameux réseaux ? Est-il encore possible d'imaginer un équilibre entre le réel et le virtuel ?

N'hésitez pas à nous faire part de vos réflexions au fil du Web en nous envoyant un mail à contact@easi-ie.com 



L'impact social

Aujourd'hui, *Facebook* est bien plus qu'un simple réseau social. C'est un des plus grands réseaux au monde, traduit en 70 langues et regroupant autour de ses services plus de 500 millions de personnes à travers le monde. Au travers de notre pratique du réseau, nous avons remplacé peu à peu les mails par le service de messagerie *Messenger* de *Facebook*, notre carnet d'adresses par les profils de nos ami.es, notre agenda par les événements *Facebook*,... Sans mentionner ici l'impact commercial et les nombreuses entreprises qui utilisent *Facebook* dans leur développement.

Il est évident qu'un réseau avec une telle influence sur le plan social, culturel, économique et politique suscite de nombreux questionnements quant à son impact réel sur la vie de ses utilisateurs. *Facebook* est au cœur des préoccupations mondiales concernant l'usage des données personnelles, la propagation

LES CHIFFRES

Facebook est le réseau social le plus utilisé dans le monde avec 2,91 milliards d'utilisateurs actifs mensuels et 1,93 milliard d'utilisateurs actifs journaliers.

En France, *Facebook* totalise 40 millions d'utilisateurs actifs mensuels. 51% des utilisateurs français de *Facebook* sont des femmes. Si *Facebook* perd des parts de marché en France chez les moins de 18 ans, il continue à recruter chez les plus âgés. En Europe: 423 millions d'utilisateurs actifs mensuels. En Belgique: plus de 6,2 millions d'utilisateurs actifs mensuels. Fin 2020, 69,7% de la population belge en âge de posséder un compte y est inscrit (+ de 13 ans), contre 66% fin 2019 et 72% fin 2018.

(Chiffres oct. 2021)



Molécules au doux parfum

Jusqu'à la fin du 19^e siècle, les parfums - dont l'étymologie *per fume* («par la fumée») rappelle les fumigations sacrées, par exemple avec de l'encens - étaient réservés aux personnes les plus nanties de la société. Par contre, de nos jours, il est manifeste que les substances odoriférantes se retrouvent partout, qu'il s'agisse d'eaux de toilette sophistiquées, de savons, de détergents et autres nettoyants ménagers (1). Cette omniprésence des parfums est la conséquence directe de l'essor de la chimie organique

TEXTE : PAUL DEPOVERE - DEPOVERE@VOO.BE

PHOTOS : ©PRODUCER - STOCK.ADOBE.COM (P.41), LA POSTE (P.42)

Depuis des milliers d'années, les parfumeurs ont exploré la réponse humaine aux odeurs, principalement en concentrant les senteurs naturelles avant de les combiner. Celles-ci provenaient surtout d'organes végétaux (sommités fleuries de lavande, pétales de rose, rhizome d'iris, etc.), voire de sécrétions animales (comme le musc et l'ambre gris). Les techniques d'extraction évoluèrent (avec, notamment l'entraînement à la vapeur et, plus tard, l'extraction avec du CO₂ supercritique), de sorte que des essences de plus en plus délicates purent être obtenues. Mais le prix des huiles essentielles variait considérablement. Ainsi, si l'huile de lavande est relativement peu coûteuse et abondante, de l'ordre de 80 euros pour 100 ml, il n'en va pas de même avec les extraits de jasmin,

qui sont bien plus chers, vu que leurs prix atteignent 25 euros pour seulement 5 ml. Il faut 600 millions de fleurs pour obtenir 100 ml de ce principe odorant et celles-ci doivent idéalement être cueillies dès la pointe du jour. C'est dans des cas tels que celui-ci que la chimie de synthèse allait démontrer l'étendue de ses possibilités

Copies conformes et structures innovantes

Ainsi, on savait que la coumarine, une substance qui sent le foin fraîchement coupé, était assez abondante dans une graine appelée couramment fève tonka. En fait, depuis que le chimiste anglais William H. Perkin - mieux connu pour sa découverte de la mauvéine (*voir Athena n° 329*) - eut réussi à obtenir cette coumarine par synthèse en 1868, on pouvait s'en procurer à moindre frais en comparaison avec celle provenant des sources naturelles (40 fois plus chère). Et c'est ainsi que quelques années plus tard, en 1882, Paul Parquet créa pour la maison *Houbigant* (2) une nouvelle fragrance à base de coumarine synthétique, en l'occurrence *Fougère Royale* (3). Il sera bientôt imité par *Guerlain* avec *Jicky*, l'ancêtre du fameux *Shalimar*. Dès cette époque, les parfumeurs se mirent en effet à incorporer divers ingrédients synthétiques inspirés des molécules issues du monde naturel (comme la vanilline) pour ensuite envisager des structures analogues, totalement originales, résistant beaucoup mieux aux pH délétères et autres conditions agressives. Le vaste monde de la chimie organique s'ouvrait pour eux.

De fait, il devint évident que si la nature ne peut offrir que les parfums dont elle dispose, l'éventail des molécules de synthèse est quasi illimité. Ce fut le début d'une nouvelle ère en parfumerie. Ainsi, les chimistes découvrirent que la molécule majoritaire présente dans l'absolu de jasmin était la jasmone, pourvue d'une chaîne latérale avec double liaison en cis difficile à synthétiser. Ce problème sera résolu en remplaçant cette insaturation par une liaison carbone-carbone ordinaire.

Disposant d'une palette bien plus vaste de senteurs, les « nez » (4) se mirent à incorporer des substances qui n'avaient plus rien à voir avec les molécules naturelles.

Mécanisme de l'odorat

Les travaux de Linda B. Buck et Richard Axel (nobélisés en 2004 pour leurs recherches sur les modalités de l'olfaction) ont démontré que les cellules sensorielles de l'épithélium nasal humain contiennent des milliers de récepteurs différents (5) capables d'identifier les diverses molécules présentes dans une composition parfumée.

Ces récepteurs agiraient selon la très classique théorie clef-serrure (voir *Athena* n° 328 (6)) avant de transmettre le message olfactif global tout au long de leurs axones jusqu'à une aire particulière du cerveau qui l'interprétera en sa qualité d'odeur. Chacun de ces messages sera ainsi perçu d'après la combinaison des divers récepteurs activés. La spécificité de la reconnaissance des molécules odoriférantes avec leur récepteur est telle que des molécules énantiomères comme, par exemple la (*R*)-carvone et la (*S*)-carvone, se lient à des récepteurs propres, eux-mêmes en relation d'images spéculaires. Ceci se traduit par la perception d'odeurs différentes, en l'occurrence, ici, respectivement une fragrance de menthe verte ou de graine de cumin.

La création des parfums

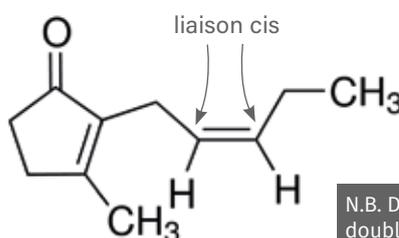
Dans l'esprit d'un nez, la mise au point d'un parfum ressemble à la composition d'une œuvre musicale. Il faut distinguer diverses phases : tout d'abord les notes de tête, dues aux ingrédients les plus volatils du mélange, à savoir typiquement des essences d'agrumes ou de lavande, dont l'odeur faiblit généralement après quelques minutes. Les substituts synthétiques, notamment des aldéhydes, offrent une envolée immédiate des molécules qui s'évaporent facilement. Puis viennent les notes de cœur, comprenant par exemple des senteurs de rose ou de violette, provenant de molécules telles que le 2-phényl-éthanol et autres ionones. Cette strate sensorielle



Les savoir-faire dans le domaine des senteurs ont fait de la ville de Grasse (dans les Alpes-Maritimes) la capitale mondiale du parfum



Qualifié de « plus grand parfumeur de son temps » par Ernest Beaux (le créateur de *Chanel N°5*), Paul Parquet révolutionna l'art de concevoir des fragrances nouvelles



La jasmone naturelle, avec sa liaison cis qui s'avère non indispensable pour créer une fragrance suave.

N.B. Dans le cas de composés éthyléniques (dont la double liaison $-CH=CH-$ est disubstituée), la structure est dite cis si les 2 groupements sont situés du même côté. Ils seraient trans dans le cas contraire.

intermédiaire peut évoluer pendant quelques heures. L'aventure olfactive se termine ensuite par l'apparition des notes de fond, avec des fragrances boisées ou balsamiques, lourdes et tenaces parce que peu volatiles, incluant le musc, l'ambre gris, le santal ou le thuya.

Ici encore, les chimistes organiciens restent maîtres des développements continus du secteur de la parfumerie. Dans ce contexte, il y a parfois intérêt, au vu de la fragilité de certaines molécules odoriférantes, à les protéger en les transformant par l'entremise d'une fonction « isolante » (et inodore), faisant office de précurseur dudit parfum. Incorporée à un savon par exemple, cette molécule de « proparfum » s'hydrolyse instantanément au contact de l'eau, ce qui libère la structure odorante, recréant ainsi le subtil parfum. Toutes ces démarches se justifient car le parfum n'est-il pas finalement, pour les mortels que nous sommes, le substitut de l'ambrosie des dieux (7) ? A

- (1) Certains parfums sont également abondamment employés en tant qu'arômes alimentaires.
- (2) La maison *Houbigant*, rue du Faubourg Saint-Honoré à Paris, avait le statut de fournisseur de la famille royale. On raconte que la reine Marie-Antoinette fut trahie par un tel parfum lors de sa fuite qui s'arrêta à Varennes en 1791.
- (3) À côté de la famille des parfums de type « fougères », on retrouve classiquement les hespéridés, les floraux, les boisés, les chyprés, les cuirs et les orientaux ambrés.
- (4) Nom donné aux créateurs de parfums.
- (5) Ces récepteurs neuronaux appartiennent à ceux qui sont couplés à des protéines G.
- (6) Une ancienne théorie complémentaire - mais assez contestée - a été reformulée par le biophysicien Lucas Turin. Selon celle-ci, il faudrait en outre que la molécule odorante soit capable de vibrer de manière adéquate, harmonieuse, comme c'est le cas pour le sens de l'audition.
- (7) Dans la mythologie grecque, l'ambrosie est le nom donné à la nourriture délicate des dieux qui, avec le nectar, leur assure l'immortalité.

BIO NEWS

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

PHOTOS : ©BELYAAA - STOCK.ADOBE.COM (P.43), ©AA OKTAVIANA (P.44), ©ARCO / R. PRIEMER (P.45),
©ALEXANDR MITIUC - STOCK.ADOBE.COM (P.45), ©ORAWAN - STOCK.ADOBE.COM (P.46),
©DOTTEDYETI - STOCK.ADOBE.COM (P.46)

Des arbres sentinelles

Il suffit de parcourir les villes et les campagnes pour constater à quel point des ravageurs peuvent en peu de temps venir à bout d'essences, qu'il s'agisse de feuillus ou, comme récemment avec les scolytes et les araignées rouges, de résineux. Les conditions climatiques peuvent se montrer favorables à l'éclosion de densités élevées de populations d'insectes locaux qui, rapidement, peuvent provoquer d'irréversibles dégâts. Mais aujourd'hui bien plus qu'auparavant, les insectes savent aussi profiter des transports intercontinentaux pour infiltrer des niches nouvelles où ils peuvent, alors que ne les y attend pas, provoquer des dommages considérables.

D'où l'idée émise par des scientifiques de planter, bien loin de chez eux, des arbres de leur région qui pourraient servir de témoins d'attaques possibles par des nuisibles d'ailleurs. Que cela signifie-t-il en pratique ? Que des arbres européens ou américains soient plantés par exemple en Chine et inversement. Si des parasites locaux - chinois, par conséquent - deviennent parasites de chênes, de hêtres ou de

toute autre essence d'intérêt économique, ils doivent être identifiés d'abord puis ramenés en laboratoire pour étudier leur comportement, les dommages qu'ils occasionnent et voir comment lutter efficacement contre leur propagation.

C'est tout le principe de la sentinelle déjà mis en pratique depuis longtemps avec des ganglions dans l'émergence de maladies graves chez les humains. L'idée maîtresse est donc d'anticiper dans le cas présent toute attaque massive de végétaux, à condition de prendre le temps d'aller voir, là où sont les arbres sentinelles, s'ils sont atteints et de quelle façon ils le sont.

C'est aussi l'occasion de mettre un embargo sur toute importation momentanée d'essences qui seraient les hôtes des nuisibles en question. À condition bien entendu que des contrôles efficaces existent tant au départ qu'à l'arrivée. On sait par ailleurs que les parasites ne sont pas forcément les mêmes sur des sujets jeunes et âgés; ce qui signifie que les contrôles devront être envisagés dans la durée et que des exploitants locaux n'aient pas l'idée d'exploiter à leur profit des essences exogènes attractives. ^A

► *Science*, 2020; 367: 1417





Quel est le plus vieil animal peint au monde ?

On ignore encore ce qui a bien pu pousser nos lointains ancêtres sapiens à peindre sur les parois des grottes dans lesquelles ils se sont aventurés, mais ce qui est clair c'est que dès qu'ils l'ont fait, c'est avec une maîtrise évidente. Non seulement les contours sont-ils souvent nets, les pigments judicieusement choisis, mais les bosses et les creux des parois ont souvent été mis à profit pour donner une impression de relief. C'est d'autant plus surprenant que ces particularités-là n'ont été mises en évidence qu'à la lueur de lampes de poche judicieusement orientées, alors que les artistes originaux ne disposaient que de lampes à huile ou graisse assez sommaires.

Pour ce qui concerne la culture picturale européenne, c'est dans le sud de la France qu'il faut rechercher les sites les plus emblématiques: Lascaux dans le Périgord, Cosquer du côté de Marseille et Chauvet près de Vallon Pont d'arc en Ardèche. Beaucoup d'autres existent, bien que moins richement décorées que ces 3 «chapelles Sixtine de la préhistoire».

Les spécialistes ont bien entendu établi une datation de ces trésors picturaux. Les premières occupations dateraient de 19 000 ans pour Lascaux, 27 000 pour Cosquer et 37 000 pour Chauvet, probablement la plus ancienne d'Europe dans l'état actuel des connaissances. Mais lorsqu'on se souvient à quel point la découverte de ces merveilles a été accidentelle, on peut suspecter que d'autres trésors sont encore à trouver. Ces sites français sont-ils les plus anciens ? Dans ce registre chronologique à rebours, Chauvet se positionne plutôt bien, mais est désormais dépassé par une grotte

De la conscience des oiseaux

Avec René Descartes au 17^e siècle et sa compréhension du vivant - surtout animal - la vie a été ramenée à sa seule dimension mécanique. Si l'humain s'est favorablement sorti de cette perception «cartésienne» un peu basique grâce à ce qui constitue ses aptitudes intellectuelles, les animaux n'ont pas eu cette chance, ce qui leur a valu d'être «explorés» sur un mode anatomique immédiat par le philosophe-chercheur et quelques-uns de ses successeurs; le caractère immédiat signifiant ici que pour observer de près les fonctions métaboliques, les manipulateurs n'ont pas hésité, le cœur léger, à étripier vifs les candidats désignés pour ces expériences cruelles.

Les temps ont heureusement et favorablement évolué vers ce qu'il est convenu d'appeler le bien-être animal et plus aucun laboratoire digne de ce nom n'entreprendrait dans notre pays une expérimentation animale sans rechercher une alternative d'abord, réduire le nombre d'animaux nécessaires ensuite, viser à atténuer (ou éliminer) la souffrance enfin.

Il est également vrai qu'avec le temps, il est apparu que les animaux supérieurs - comme les mammifères, nos proches parents évolutifs - sont dotés d'une conscience leur permettant de s'identifier dans un miroir grâce à une marque colorée posée entre les yeux. Une «conscience d'être» en somme, sans doute encore éloignée de celle dont nous sommes dotés, mais qui rend tout de même à l'animal une altérité dont il est conscient

et qui devrait lui valoir le respect des humains avec lesquels il partage tout de même parfois plus de 98% de ses gènes.

Ce qui est vrai pour les mammifères commence à l'être de plus en plus aussi pour les oiseaux et même quelques poissons. On sait la corneille noire apte à s'identifier dans un miroir. Le pigeon le fait aussi, ce qui a mené des neurophysiologistes et neuroanatomistes à s'intéresser d'un peu plus près au cerveau de ces volatiles dont on sait la taille réduite. Ils en ont étudié la structure fine, ce qui a permis de dégager des ressemblances structurelles avec le néocortex des humains. Des électrodes ont ensuite été placées à des endroits déterminés par l'imagerie cérébrale, qui ont confirmé l'impression première. D'une façon sans doute éloignée de ce dont l'humain est capable, ces oiseaux et probablement beaucoup d'autres sont donc «pensants» et dotés d'une conscience. Cette dernière serait par conséquent d'émergence ancienne, au moins contemporaine de notre ancêtre commun, il y a 320 millions d'années.

Voilà donc les oiseaux valablement requalifiés. On notera au passage que certains d'entre eux, les migrateurs, ont une perception du magnétisme terrestre, grâce à des organites cellulaires spécialisés dans la rétine, un prolongement du cerveau. Ces organites semblent répondre, soit encore précisé, aux lois de la physique quantique. Ces propriétés, les humains ne les possèdent pas, ou plus.

asiatique de Sulawesi, où une des peintures les plus remarquables vient d'être datée de 45 000 ans, ce qui constitue pour le moment le record du monde en la matière. En attendant mieux, comme d'habitude. Et que représente la peinture en question ? Un cochon en taille réelle et plus vraisemblablement un babiroussa, l'espèce de porcins des Célèbes.

Ce qui surprend en première analyse, c'est que cette trace culturelle la plus ancienne soit identifiée sur une île, alors que la logique aurait dû la situer sur le continent. C'est sans compter avec le mouvement des mers et océans, dont le niveau suit la fonte et l'apparition cyclique des glaces. Une terre isolée aujourd'hui ne l'était pas forcément lors d'une période de glaciation et en particulier celle de Würm (115 000 à 12 000 ans d'ici). L'entrée de la grotte Cosquer, dans une calanque de Marseille ne se trouve-t-elle pas à plus de 30 m sous le niveau de la Méditerranée, depuis la fin de cette dernière période de froid profond ?

Le babiroussa des Célèbes serait donc le plus vieil animal peint du monde. Mais pour le moment seulement. Ce genre de record n'est en effet souvent que transitoire. **A**

► **Science, 2021; 371: 248**

➤ Nous sommes environnés d'un monde animal étonnant. Il est temps de le découvrir dans toutes ses aptitudes, parfois exceptionnelles... autres qu'alimentaires ! **A**

► **Science, 2021 (370): 1407**



Il n'a pas encore été déterminé si les geais présentent les mêmes dispositions que la corneille noire ou le pigeon



Du mouvement des spermatozoïdes

On sait que depuis une cinquantaine d'années, la fertilité des mâles humains connaît une régression, perceptible assez directement à l'examen du sperme: les cellules germinales mobiles sont moins nombreuses, leur morphologie est affectée et la qualité de leur mouvement progressif est altéré, le tout à géométrie hautement variable d'un homme hypofertile à l'autre. À quelques exceptions près, il n'y a pas grand-chose à faire sinon, dans la perspective d'une recherche de conception, à faire en sorte d'exploiter au mieux ce qui est disponible. Par bonheur, les procréations assistées (PMA) peuvent être mises à profit et la plupart des hypofertilités de l'homme y trouvent une compensation efficace.

Cela n'empêche pas de chercher à connaître la cause de ces altérations et en particulier celles qui affectent le mouvement. Pour le spermatozoïde, c'est le flagelle qui est responsable de la progression, un long cil normalement animé d'un mouvement oscillant qui ressemble à celui d'une anguille. Il s'agit d'une structure hautement spécialisée, mais dont on retrouve la base dans les cils vibratiles qui tapissent nombre de nos conduits internes. Cette structure est aussi la même que celle que l'on retrouve chez des animaux uni- ou pluricellulaires simples, preuve que la spécialisation est évolutivement très ancienne et a été fidèlement préservée. Elle n'en est pas moins complexe, faite de faisceaux de fibres de tubuline, dont la contraction différentielle est assistée de l'activité d'enzymes. Dans le flagelle du spermatozoïde, ces fibres se retrouvent dans de petites structures, les bras de dynéine dont l'absence, même partielle, signe l'immobilité de la cellule.

Pour entrer dans la nécessaire dynamique contractile, les fibres de tubuline doivent connaître une modification biochimique, la glycylation. Celle-ci est sous le contrôle de 2 enzymes spécialisées au moins, TTL3 et TTL8. Afin de vérifier si ces enzymes sont indispensables au mouvement, des chercheurs ont produit des souches de souris pour lesquelles ces 2 substances sont inactivées. Si les cils vibratiles des voies respiratoire et digestive ne semblent pas altérés, les flagelles des spermatozoïdes évalués ont mené les cellules à progresser de façon anormale, souvent circulaire; ce qui témoigne par conséquent d'une capacité au moins diminuée à s'approcher d'un ovule et à le féconder. Ce mouvement anormal fait également partie de ceux que l'on identifie en cas d'hypofertilité chez l'homme.

Cette découverte est-elle importante dans le traitement futur des infertilités humaines ? Vraisemblablement non; les PMA continueront à apporter leur contribution. Au mieux pourra-t-on peut-être identifier le responsable de l'altération des spermatozoïdes dont on pressent qu'il appartient au groupe des perturbateurs endocriniens. En revanche, on en sait un peu plus sur l'initiation du battement ciliaire et sur l'interaction des protéines qui composent cette structure complexe. Et comme toute acquisition de biologie fondamentale, il est presque certain qu'il lui sera trouvé une application pratique ! **A**

► **Science, 2021, 3781: 114**





Parkinson et protéine kinase

La maladie de Parkinson est une affection neurodégénérative qui affecte plus d'un million d'Européens dont 30 000 Belges environ, surtout âgés de plus de 50 ans. Les signes de la maladie sont connus: tremblements de la tête, des mains ou de tout le corps, rigidité musculaire surtout perceptible au niveau des membres, lenteur dans les déplacements aussi avec le temps, ainsi que perte partielle d'équilibre. Ces symptômes sont évolutifs mais peuvent être atténués par un traitement compensatoire.

L'origine de la maladie ? La perte progressive d'une cohorte de neurones, ceux qui produisent un neuromédiateur, la dopamine. Cette dernière tient un rôle important dans la coordination du mouvement, notamment liée à l'activité musculaire. On ignore encore les causes de cette atteinte spécifique de neurones situés dans quelques aires précises du cerveau. Dans l'état actuel des traitements, l'intention vise surtout à réduire la progression de la maladie en pourvoyant le corps en un analogue de la dopamine. Un suivi régulier et des exercices spécifiques permettent à chaque patient concerné de profiter d'une mise au point personnalisée.

La recherche de traitement continue, évidemment, et une des avancées récentes concerne une protéine connue depuis longtemps

qui intervient dans la signalisation cellulaire. C'est la protéine kinase B (PKB) encore appelée Akt1. Elle intervient dans de nombreux processus d'origine cellulaire et en particulier dans celui de l'apoptose. Ce processus physiologique régulateur est connu sous l'appellation plus habituelle de «mort cellulaire programmée». Quand l'ADN d'une cellule présente par exemple une anomalie majeure que les enzymes pourtant affectées à cet effet ne peuvent spontanément réparer, elle entre en dégradation plutôt que s'engager dans le sens d'une activité trop anormale. Cette dégradation suit une démarche par étapes qui mène à la récupération de nombreux composants et à l'élimination de ce qui ne peut être immédiatement recyclé.

Cette implication particulière d'Akt1 a donné l'idée à des chercheurs de vérifier si l'inhibition de cette protéine ne pourrait pas réduire, sinon interdire, la disparition des neurones producteurs de dopamine. Les expériences ont été menées sur des modèles murins de la pathologie et les résultats se sont avérés concluants: réduire la production de cette protéine spécifique réduit aussi la progression de la maladie. Or des inhibiteurs naturels existent: il s'agit d'antioxydants comme l'acide chlorogénique, un dérivé (polyphénolique) de l'acide caféique présent, on l'aura compris, par exemple dans le café.

Il reste maintenant à valider les effets de cette inhibition sur des patients humains. Déjà, des mesures post-mortem effectuées sur le cerveau de patients parkinsoniens a reproduit ce qui a été observé chez la souris. Comme à chaque fois qu'une étape est franchie dans la compréhension d'une pathologie, on sait qu'il y a peu de chance que l'on ait trouvé la «poule aux œufs d'or». Mais on a trouvé une piste à explorer et ça, c'est une perspective qui ouvre à tous les possibles. A

► *Science Signaling* 22, Dec 2020: Vol. 13, Issue 663, eaax7119



BIO ZOOM

Il est si mignon qu'on aimerait le prendre dans nos bras. Le tardigrade est un microscopique animal (0,1 à 1,5 mm) qui vit aussi bien sur terre que dans l'eau, partout dans le monde. Sous ses airs de petit ourson, privé d'eau et de nourriture, ce panarthropode a le super-pouvoir de mettre sa vie au ralenti (cryptobiose). Durant cette période d'hibernation, qui peut durer plusieurs années, il est capable de résister à de très basses ou hautes températures (du 0 absolu à 150 °C), à une énorme pression (6 000 bar), au vide, à une dose massive de rayons X et même au temps. Il revient ensuite à la vie avec des fonctions vitales intactes.



Un cyclotron monument

Le cyclotron de Louvain-la-Neuve a été déclaré «site historique» par la Société Européenne de Physique. Pour une première mondiale réalisée voici plus de 30 ans

TEXTE : HENRI DUPUIS - DUPUIS.H@BELGACOM.NET
PHOTOS : ©FAULHABER (P.47), EMDEE/WIKI (P.48)

Il y aurait bien des raisons d'honorer le cyclotron de l'UCLouvain. Premier bâtiment érigé sur le campus de Louvain-la-Neuve, il a accueilli en février 1971 la cérémonie de la pose de la première pierre de la nouvelle Université avant d'être, un an plus tard, inauguré en tant que centre de recherche. Des cinquantenaires qui mériteraient à eux seuls une attention. Mais c'est surtout la *Société Européenne de Physique* qui a braqué les feux sur lui. Celle-ci a en effet l'habitude, depuis quelques années, de décerner un titre à un lieu, un bâtiment qui a marqué l'histoire de la physique: cet automne, c'est le cyclotron de l'UCLouvain (ou plus précisément le grand hall des cibles) qui a été distingué. La raison ? Avoir permis la réalisation, en 1990, d'une expérience d'astrophysique nucléaire en première mondiale.

Avant d'expliquer celle-ci, un petit retour en arrière s'impose. En 1947, sous l'impulsion du Professeur louvaniste Marc de Hemptinne, la Belgique se dote d'un premier cyclotron. Il est installé au centre de physique nucléaire à Heverlee,

dans ce qui est encore l'Université catholique de Louvain bilingue. Bien plus tard, lorsqu'elle aura construit son propre cyclotron au début des années 1970, la toute jeune UCL francophone récupérera d'ailleurs le cœur de cet ancêtre, sans doute comme un lien avec son lieu d'origine, et l'exposera sur le Boulevard Baudouin 1^{er} où il est toujours visible !

Le Professeur de Hemptinne est un physicien nucléaire expérimental. Pour étudier des réactions nucléaires, il faut les provoquer. Et pour cela, il faut disposer d'accélérateurs de particules, d'où la construction de ces premiers cyclotrons (dont les performances sont bien moindres que les géants du *CERN* aujourd'hui). En résumé, un cyclotron est une machine qui utilise l'action combinée d'un champ électrique et d'un champ magnétique pour accélérer des particules (souvent des ions, atomes privés d'un ou plusieurs de leurs électrons) dans un espace restreint. Un dispositif émet tout d'abord ces particules chargées puis les injecte dans le cyclotron proprement dit, ensemble de 2 cavités sous vide (les «dés») de forme semi-cylindrique, soumises aux champs précités, le magnétique courbant la trajectoire des particules tandis que l'électrique les accélère. Lorsqu'elles ont atteint la vitesse choisie (mais on est ici loin de la vitesse de la lumière !), les particules accélérées sont projetées sur des cibles. Il reste alors à voir puis analyser le résultat de ces chocs très violents. Le cyclotron, ou plutôt le *Centre de Recherches du Cyclotron (CRC)*, néo-louvaniste va s'équiper tout d'abord (en 1972) d'un premier appareil appelé *CYCLONE* (CYClotron de LOUvain-la-NEUve). Deux autres (les *CYCLONE 30* et *44*) suivront dans les 25 ans. Dès le départ, ces appareils ont été conçus pour une utilisation interdisciplinaire:



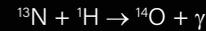
Le cœur du premier cyclotron belge est devenu un monument à l'UCLouvain

la médecine, la chimie et les sciences appliquées ont également utilisé les faisceaux produits. Les applications médicales (radiothérapie contre les cancers et utilisation d'isotopes radioactifs pour le diagnostic de certaines maladies) ont été particulièrement développées dès le début, ce qui a notamment permis l'éclosion de l'une des plus belles spin-off du monde universitaire belge, à savoir *IBA*, dont le siège est toujours à Louvain-la-Neuve, devenue leader mondial en protonthérapie et qui occupe aujourd'hui plus de 1 500 personnes dans le monde.

L'expérience de 1990: faire en laboratoire ce qui se passe dans les étoiles

C'est cependant le domaine de la physique nucléaire qui retient principalement l'attention des chercheurs néo-louvanistes et leurs collègues de la KUL, de l'ULB et la VUB (le *CRC* est inter-universitaire). C'est d'ailleurs le Professeur Arnould, astrophysicien à l'ULB qui, en 1985, émet l'idée d'une expérience nouvelle: produire et accélérer des ions radioactifs de courte durée de vie pour observer une réaction nucléaire qui se déroule au sein des étoiles. Chercheurs de l'ULB, UCL et KUL vont tout d'abord produire un faisceau d'azote 13 (^{13}N), un isotope radioactif (instable) de l'azote (^{14}N), dont la durée de vie est d'environ 10 minutes. Ils l'obtiennent en juin 1989 en couplant les 2 premiers cyclotrons du *CRC* avec une source d'ions. Une technologie nouvelle qui demande bien des réglages. Mais en décembre 1990, l'énergie,

l'intensité et la pureté du faisceau permettent d'étudier une réaction nucléaire clé qui se produit au sein des étoiles, la réaction



importante dans le cycle Carbone-Azote-Oxygène (*CNO*) chaud (une des voies de transformation de l'hydrogène en hélium dans les étoiles) lors des explosions stellaires (*novae*). Un phénomène pas si rare: il s'en produit plusieurs par an dans notre galaxie, dont certaines visibles à l'œil nu. Le terme «nova» est un peu malheureux mais il date de l'époque où le phénomène était seulement perçu à l'œil nu: nos ancêtres avaient donc l'impression qu'une nouvelle (*nova*) étoile apparaissait brusquement dans le ciel ! Il n'en est rien, c'est une étoile existante qui devient brutalement très brillante, le temps d'un instant souvent très bref avant de revenir à son état initial (le phénomène n'est donc pas destructeur et est récurrent même si la période d'apparition peut être très longue). Il se produit toujours au sein d'un couple d'étoiles composé par exemple d'une étoile de la séquence principale (naine rouge) et d'une naine blanche (comme le soleil), la «naine» rouge étant bien plus grande que la blanche. Au cours de son évolution, la rouge grandit et finit par échanger de la matière avec la blanche qui s'entoure alors d'un disque d'accrétion. L'explosion nova (dit sursaut) se produit lorsqu'il y a suffisamment de matière autour de la blanche; pression et température augmentent alors jusqu'à déclencher le cycle *CNO* de combustion de l'hydrogène. Lequel s'emballé jusqu'au flash thermonucléaire: la matière acquise par la naine blanche est alors éjectée. Un nouveau cycle peut recommencer.

Comme on le voit, le cycle *CNO* joue ici un rôle important puisque c'est l'énergie qu'il libère qui provoque l'accroissement de température de l'enveloppe d'hydrogène accrétée autour de la naine blanche jusqu'à la rupture de cette enveloppe dans le sursaut nova. Mais il y a 2 cycles *CNO* (froid et chaud) selon la température du milieu, qui libèrent de l'énergie à des rythmes différents. Si l'on veut prédire correctement le phénomène nova, il faut donc en savoir plus sur les caractéristiques de ces 2 modes. Or c'est le comportement de notre isotope ^{13}N (se désintégrer avec une demi-vie de 10 minutes ou capturer un proton) qui va conduire à l'un ou l'autre mode, respectivement froid et chaud. En mesurant, pour la première fois en laboratoire, la durée caractéristique (nombre de réactions par unité de temps) de la réaction $^{13}\text{N} + \text{p}$, l'expérience de 1990 a permis de mieux comprendre et prévoir le passage d'un cycle *CNO* à un autre. **A**

DEUX AUTRES SITES HISTORIQUES

Avant le cyclotron de l'UCLouvain, la *Société Européenne de Physique* avait déjà décerné le titre de «Bâtiment historique» à 2 sites belges.

❶ Le premier est l'Hôtel Métropole à Bruxelles qui, en 1911 a accueilli le premier Congrès *Solvay* de physique rassemblant autour d'Albert Einstein une brochette de Nobel et futurs Nobel de physique sur le thème de la «théorie de la radiation et des quanta».

❷ Le second est le Heilige Geestcollege à Leuven, où a résidé le chanoine Georges Lemaître lorsqu'il a développé sa théorie du *Big Bang*.

Quoi de neuf dans l'espace ?

Le rêve s'avère bien utile pour nous évader en ce temps de crise climatique et de pandémie globale. Comme celui de pionniers fortunés qui proposent de coloniser celle que l'on surnomme communément la Planète Rouge. En Wallonie, l'*Euro Space Center Belgium* de Libin s'est mis à la mode en proposant à ses visiteurs et stagiaires de vivre des aspects de la mission *Objectif Mars*. Ainsi, peut-on y découvrir une infrastructure tubulaire qui serait celle d'une colonie martienne. S'agit-il vraiment d'un concept réaliste ?

TEXTE: THÉO PIRARD | PHOTO: SPACEX

Où en est-on du projet de colonisation martienne, avec une astronautique qui se met de plus en plus à la solde de l'entreprise privée du phénomène *New Space* ?

Le mégalomane Elon Musk, véritable touche-à-tout dans les technologies de pointe, a fait de l'aventure humaine martienne une priorité pour la fin de cette décennie. Celui qui est considéré comme l'homme le plus riche sur Terre a réussi à faire de sa société *SpaceX* (*Space Exploration Technologies*) la seule compagnie de transport spatial qui mette en œuvre des lanceurs commerciaux *Falcon 9* et *Falcon Heavy* avec des premiers étages réutilisables. Il mise sur son système *Starship* pour que femmes et hommes voyagent jusque sur la Lune, puis sur Mars. Il s'agit d'un transporteur lourd propulsé par des moteurs innovants *Raptor*, fonctionnant au méthane et à l'oxygène liquide (29 sur le 1^{er} étage, 6 sur le 2^e).

Les essais des composantes du *Starship* se poursuivent de manière intensive sur le complexe privé *Starbase*, à Boca Chica (Texas). Chez *SpaceX*, on mise sur les effets d'annonce. Aucun planning réaliste donc, ce qui n'embarrasse nullement la *NASA*: elle joue la carte du

laisser-faire. L'astronautique, avec le *New Space*, ne semble plus être une affaire d'État mais privée.

Qu'envisage la Chine sur Mars, elle qui est présente avec succès dans toutes les activités de technologie spatiale ?

Apparemment, l'exploration martienne n'est pas dans ses priorités immédiates. Pourtant, cette année, la *CNSA* (*China National Space Agency*) a réussi un bel exploit avec sa première mission *Tianwen-1* d'une grande complexité: le 10 février, elle a placé une sonde-relais autour de Mars, fait arriver un atterrisseur à sa surface le 15 mai, puis manœuvré le rover *Zhurong* depuis le 22 mai. La Chine est la deuxième nation à affirmer de façon ambitieuse sa présence sur le sol martien. Les nombreuses photos prises par *Tianwen-1* montrent le haut degré de maturité de la technologie chinoise. Du coup, la *CNSA* n'hésite pas à annoncer, pour la fin de cette décennie, la complexe mission *Tianwen-2*, qui consistera à faire revenir sur la Terre des échantillons de la surface de Mars aux alentours de 2030 !

Dans quelle mesure les Européens peuvent-ils jouer un rôle dans cette colonisation de Mars ?

Grâce à l'*ESA* (*European Space Agency*), l'Europe est présente autour de la Planète Rouge depuis le 25 décembre 2003 avec *Mars Express*. Cette sonde d'1 t fonctionnant en orbite martienne fait partie d'une armada internationale qui comprend: des observateurs de la *NASA* avec *Mars Odyssey* (depuis octobre 2001) et *Mars Reconnaissance Orbiter* (mars 2006), *Mangalyaan* de l'Inde (septembre 2014) et *Hope* des Émirats (en coopération avec les États-Unis, février 2021).

À cause de problèmes avec le déploiement des parachutes pour la descente dans l'atmosphère martienne, les Européens ont dû reporter à septembre 2022 le lancement de leur sonde *ExoMars*, envisagé en Russie pour 2018. Il s'agit d'un engin qui se compose de la plateforme *Kazachok* et du rover *Rosalind Franklin* de 300 kg. Celui-ci est équipé, entre autres instruments, d'une foreuse pour des prélèvements jusqu'à 2 m de profondeur ainsi que d'un laboratoire d'analyse d'échantillons. L'arrivée sur Mars est finalement prévue en juin 2023. 🚀

À la Une du cosmos

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

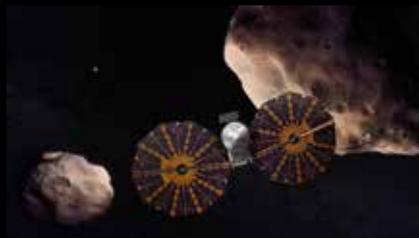
Alors que la mission *DART* part très bientôt, il semble que faire exploser une bombe près d'un astéroïde menaçant serait plus efficace qu'on ne le pensait, si celui-ci n'est pas trop gros et ce, même quelques mois seulement avant l'impact. En parallèle, l'effet des collisions d'astéroïdes avec la terre est mieux modélisé: on sous-estimait leur fréquence d'un facteur 10 ! La conséquence serait une limitation du taux d'oxygène atmosphérique, effectivement observé pour les périodes les plus anciennes où les impacts étaient plus nombreux.

CRÉDITS: STATE FARM - VUE D'ARTISTE



De nouveaux modèles du couple infernal Pluton-Charon ont été développés. Ils prédisent l'existence d'un océan sous-jacent pour Pluton, mais pas pour Charon. D'autre part, alors que Pluton s'éloigne du Soleil, son atmosphère ne semblait pas diminuer comme prévu: il suffisait d'attendre, comme le montrent les dernières données.

CRÉDITS: NEW HORIZONS



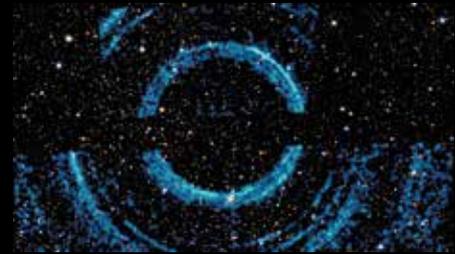
La sonde *Lucy* est partie pour explorer, à partir de 2025, au moins un astéroïde de la ceinture et 6 satellites troyens associés à Jupiter. Elle a cependant quelques problèmes dans le déploiement des panneaux solaires.

CRÉDITS: NASA - VUE D'ARTISTE



Avec leurs hautes pressions et températures, l'intérieur des planètes Uranus et Neptune est assez exotique. Il s'y forme de la glace superionique conductrice d'électricité, ce qui expliquerait leur champ magnétique.

CRÉDITS: VOYAGER



En 2015, le couple V 404 Cygni a connu une éruption: aujourd'hui, on voit les échos de cet événement - des nuages voisins réfléchissent le signal... De tels échos renseignent sur l'histoire de cette binaire comportant un trou noir ainsi que sur le milieu interstellaire.

CRÉDITS: NASA



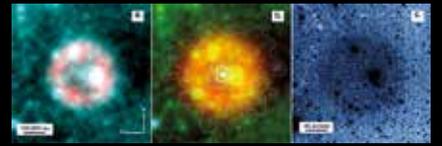
Deuxième objet plus rapide (après Mercure), l'astéroïde 2021 PH27 tourne autour du Soleil en seulement 113 jours. Son orbite est instable à long terme: il sera éjecté du système solaire ou entrera en collision avec une planète.

CRÉDITS: K. CAIN/CARNEGIE



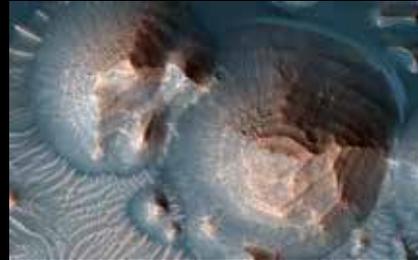
Les échantillons lunaires récoltés par la sonde *Change'5* ont été analysés: 90% sont des basaltes habituels, les 10% restants provenant de zones plus éloignées du lieu d'atterrissage (restes d'impacteurs, «verres» éjectés par des volcans). Les échantillons dévoilent aussi de la lave inhabituellement «jeune», soit d'un âge de 2 milliards d'années.

CRÉDITS: CHINA NEWS SERVICE - VUE D'ARTISTE



On a enfin trouvé les résidus de la supernova de 1181, observée en son temps par les astronomes chinois.

CRÉDITS: WISE/KPNO/XMM



❶ Catastrophes sur Mars: la région martienne d'Arabia Terra a connu des milliers de super-éruptions volcaniques il y a 4 milliards d'années tandis que des débordements de cratères ont créé de fortes inondations ayant modifié l'environnement martien. ❷ Alors que le cratère Gale exploré depuis 8 ans par *Curiosity* n'est peut-être pas le site d'un lac ancien, le cratère Jezero où se trouve *Perseverance* était bien un lac, et plutôt tranquille, il y a des milliards d'années.

CRÉDITS: MRO

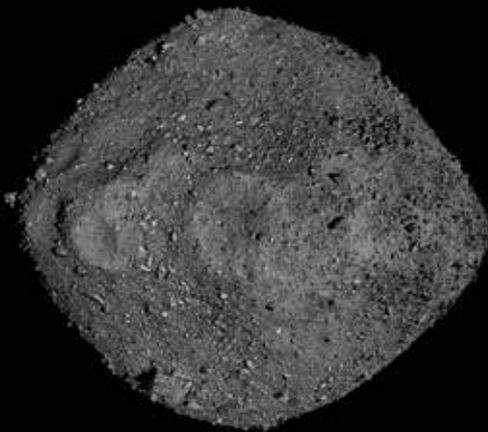


Du neuf pour les exoplanètes ! ❶ Des astronomes ont décidé de nommer «hycéennes» les planètes couvertes d'un océan et d'une atmosphère d'hydrogène. Elles seraient fort nombreuses, comparées aux terrestres, et plus facilement accueillantes (par exemple, même une température atmosphérique plus élevée laisse l'océan tempéré).

❷ En examinant une centaine de paires d'étoiles de type solaire, des astronomes ont pu montrer que 20 à 35% de ces étoiles ont «avalé» l'équivalent d'une Terre. Le cannibalisme planétaire serait donc assez commun. Dans le même genre, l'étude de naines blanches polluées par des débris planétaires a permis d'identifier des types de roches qui n'existent pas dans le système solaire: les exoplanètes rocheuses seraient donc plus étranges et plus diverses qu'on ne le pensait.

❸ Bizarre, bizarre ! L'analyse du spectre de l'exoplanète WASP-76b, où il pleut du fer en fusion, révèle qu'elle est encore plus chaude qu'on ne le pensait. D'autre part, un impact géant aurait eu lieu dans le système stellaire HD 172555 et il aurait arraché l'atmosphère d'une planète terrestre. Enfin, une observation X particulière pourrait s'expliquer par le transit d'une planète devant une étoile à neutrons ou un trou noir dans la galaxie M51.

CRÉDITS: A. SMITH - VUE D'ARTISTE



Certains astéroïdes, comme Ryugu et Benu, présentent une forme en diamant assez étrange au premier abord. Toutefois, un simple modèle d'écoulement de grains (comme avec du sable ou du sucre) permet d'expliquer la forme. Celle-ci a dû apparaître très tôt dans la formation des astéroïdes, contrairement à ce que l'on pensait. D'autre part, Benu ne présente que peu de régolithe fin. Cela semblait étonnant mais un nouveau modèle tenant en compte la porosité de la roche permet de comprendre la formation des «sols» d'astéroïdes, et les différences entre eux.

CRÉDITS: NASA

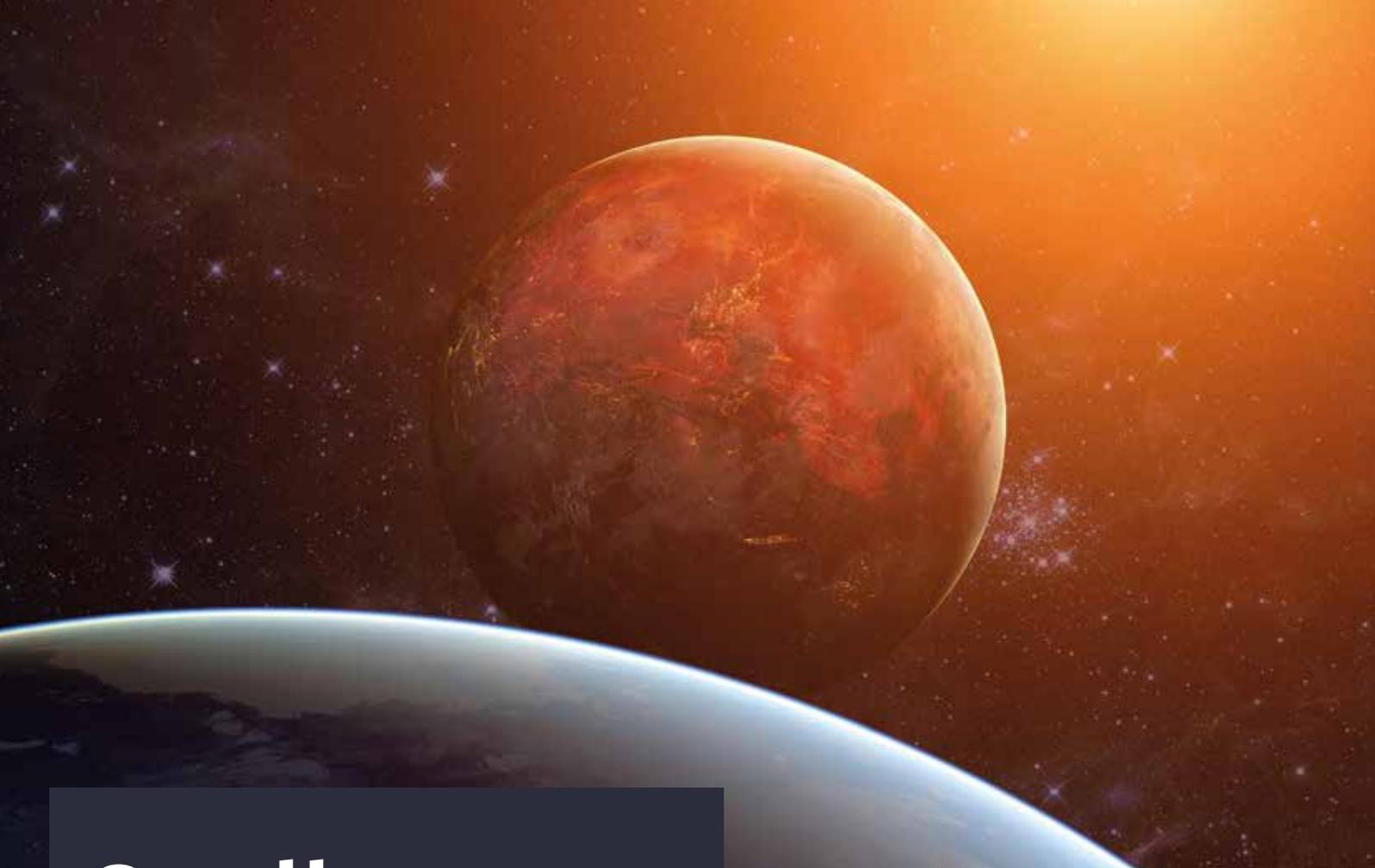


Comètes ! Selon une nouvelle analyse, la comète ATLAS serait en fait l'un des morceaux d'une grosse comète passée il y a 5 000 ans près du Soleil. Un autre gros morceau, la comète UN271 ou Bernardinelli-Bernstein, devrait arriver dans 10 ans dans notre voisinage. Enfin, la comète 29P/Schwassmann-Wachmann connaît un important regain d'activité ces temps-ci, d'origine inconnue...

CRÉDITS: FAULKES TELESCOPE PROJECT/ LAS CUMBRES OBSERVATORY



BONUS en ligne



Quelles exoplanètes pour abriter la vie ?

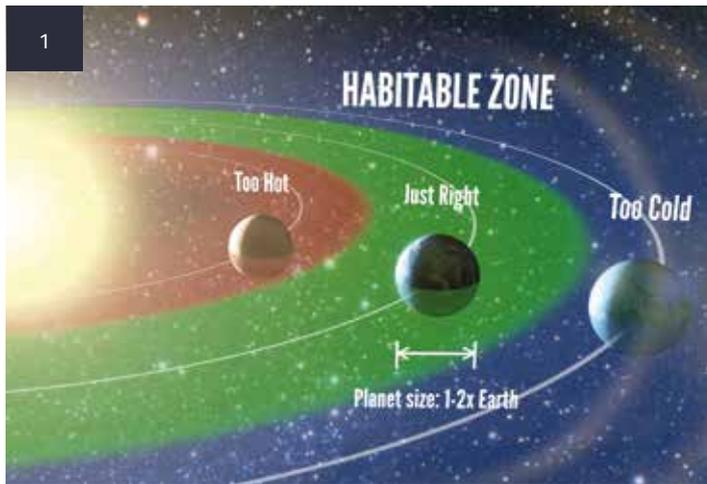
La recherche de planètes extrasolaires bat son plein. À ce jour, près de 4 800 ont été officiellement détectées. Pourquoi un tel engouement ? Dans l'espoir d'une découverte majeure: une forme de vie extraterrestre. Super-Terres, mini-Neptunes... D'après les dernières publications scientifiques, les planètes les plus susceptibles d'abriter la vie ne seraient pas forcément les plus similaires à la Terre. Zoom sur les meilleures candidates

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

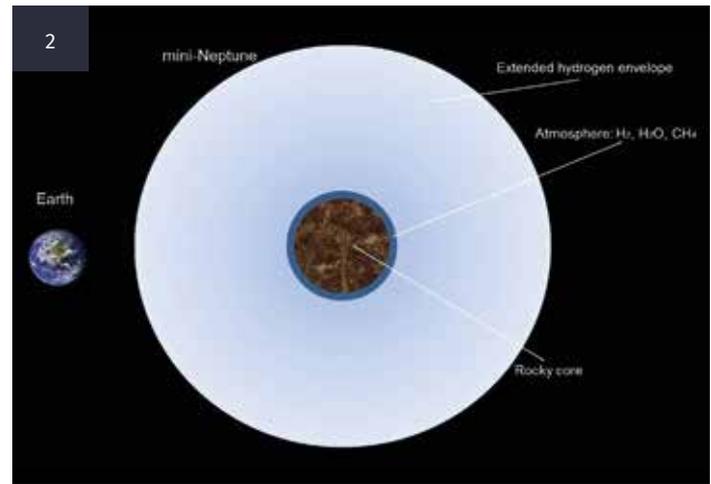
PHOTOS: @SUPERNOVA - STOCK.ADOBE.COM (P.52), UNIVERSITY OF HAWAII/UNIVERSITY OF CALIFORNIA (P.53), NASA (P.53), ALEX BOERSMA/UNIVERSITÉ DE MONTREAL (P.54)

Que l'on s'intéresse aux sciences de l'espace ou non, il est une question qui réunit tous les êtres humains: y a-t-il de la vie ailleurs dans l'Univers ? Cette énigme passionne d'autant plus les foules que, statistiquement, la réponse est oui. Les images du télescope spatial *Hubble* couplées aux données des observatoires terrestres ont en effet montré, en 2019, que l'Univers contiendrait 2 000 milliards de galaxies. La Voie lactée rassemblerait à elle seule plus de 900 milliards de planètes, dont tout de même 300 millions potentiellement habitables en orbite autour d'étoiles de type solaire... Des chiffres assez incroyables.

Alors aujourd'hui, les astrophysiciens travaillent sans relâche à répertorier ces planètes. C'est au 16^e siècle que les astronomes ont évoqué pour la toute première fois l'existence des exoplanètes, aussi appelées planètes extrasolaires, qui par définition se trouvent hors du Système solaire et gravitent autour d'une étoile autre que le Soleil. Les premiers travaux scientifiques concrets ont démarré au 19^e siècle, et c'est aux astronomes Aleksander Wolszczan et Dale Frail que l'on doit la première découverte d'un tel astre, en 1992. Plus précisément, ils ont repéré 2 des 4 planètes extrasolaires qui gravitent autour du pulsar Liche, dans la constellation de la Vierge. Au 1^{er} juillet 2021, 4 777 planètes extrasolaires ont été recensées dans 3 534 systèmes planétaires, et des milliers d'autres sont en attente de confirmation. Aujourd'hui, une exoplanète est découverte en moyenne... chaque jour !



1. Il ne doit faire ni trop chaud ni trop froid pour que la vie puisse se développer



2. Comparaison entre la Terre et une mini-Neptune

Les petites étoiles

L'objectif principal est aujourd'hui d'étudier plus en détails les exoplanètes répertoriées, afin de, peut-être, mettre en lumière celle qui abritera la vie. Pour maximiser leurs chances, les chercheurs s'intéressent la plupart du temps aux exoplanètes qui gravitent autour d'étoiles de petite taille. «*En réalité, on cherche partout où l'on peut, corrige Michaël Gillon, astrophysicien et maître de recherche FNRS, spécialiste en exoplanétologie au sein de l'unité de recherche Astrobiologie de l'ULiège. Mais il est vrai qu'avec nos instruments, il est plus facile de détecter les exoplanètes qui gravitent autour d'étoiles bien plus petites et moins massives que le Soleil, des étoiles que l'on nomme "naines rouges"*».

De plus, les exoplanètes d'intérêt se trouvent dans la zone d'habitabilité de leur étoile, c'est-à-dire à une distance telle de leur soleil que la quantité d'énergie reçue pourrait permettre à l'eau d'exister sous forme liquide à leur surface (voir photo 1). Si la planète est plus proche de son étoile (un peu plus proche que la Terre dans le cas du Système solaire), l'eau se vaporise, et si elle est trop éloignée (plus loin que Mars), l'eau gèle. L'exoplanète la plus proche de la Terre à se trouver dans la zone d'habitabilité de son étoile est Proxima Centauri b. Découverte en 2016, elle est située à 40 000 milliards de kilomètres de nous.

Après les «super-Terres» et les «mini-Neptunes»...

En outre, pour que la vie puisse apparaître, il faut remplir d'autres critères: taille suffisante pour retenir une atmosphère, température de surface accueillante, champ magnétique pour la protection contre le vent stellaire... Ainsi, de prime abord,

on pourrait penser que les exoplanètes les plus susceptibles d'abriter la vie sont les plus ressemblantes à la Terre. Or... pas forcément. Des chercheurs de l'Université de Cambridge (Royaume-Uni) ont en effet publié, à la fin de l'été 2021, une étude interpellante sur le sujet dans *The Astrophysical Journal*. Ils y suggèrent que les exoplanètes les plus prometteuses ne sont en réalité pas celles que l'on croit.

C'est vers un type spécifique de «super-Terres» ou «mini-Neptunes», ces planètes plus petites que Neptune mais au moins 1,7 fois plus grandes que la Terre, qu'il faut se tourner. Pour rappel, les «mini-Neptunes» possèdent en général une épaisse atmosphère d'hydrogène et d'hélium, avec un noyau de glace et de roche (voir photo 2). «*Jusqu'à présent, on considérait qu'avec leur atmosphère très étendue et massive, les mini-Neptunes avaient une pression et une température à la base de l'atmosphère trop importantes pour que l'on puisse y trouver un océan sous forme liquide*», souligne Michaël Gillon. Or, d'après les chercheurs de l'Université de Cambridge, il existe une version bien spécifique des super-Terres qui pourrait déroger à la règle.

... ces planètes nommées «hycéennes»

Sous leur épaisse atmosphère d'hydrogène et d'hélium, la surface des exoplanètes en question serait recouverte d'océans d'eau liquide très chauds, dans lesquels pourrait se trouver une vie microbienne similaire à celle des fonds marins terrestres les plus extrêmes ! Leur atmosphère très riche en hydrogène et la présence d'un océan global leur vaut le nom de planètes «hycéennes» ou «hycéaniques», néologisme proposé par les auteurs. Ces exoplanètes ont une taille jusqu'à 2,6 fois celle de la Terre. Leur température atmosphérique peut atteindre les 200 °C, mais leur océan offre une protection pour la vie microbienne. La publication évoque aussi des mondes hycéaniques «sombres» qui abritent des organismes seulement sur leur face nocturne (comme la face cachée de la Lune) et des mondes hycéaniques «froids», qui reçoivent peu de rayonnement de leur étoile. Dans les 2 cas, les planètes hycéennes permettent une zone habitable beaucoup plus large que les planètes semblables à la Terre, grâce à leur océan qui fait office de véritable écrin protecteur. «*C'est excitant que des conditions habitables puissent exister sur des planètes si différentes de la Terre*» souligne la co-auteure de l'étude, Anjali Piette.

«*Les planètes hycéennes ouvrent un nouveau boulevard dans notre recherche de vie extraterrestre*, poursuit l'astrophysicien Nikku Madhusudhan, également co-auteur. *Quand on cherchait des biosignatures sur les exoplanètes, on se concentrait essentiellement sur les planètes similaires à la Terre, qui sont un*



3

point de départ raisonnable. Mais mon équipe et moi-même pensons désormais que les planètes hycéennes offrent une meilleure chance de révéler ces biosignatures».

Plus précisément, les astrophysiciens ne recherchent pas telle ou telle molécule, mais plutôt un mélange bien particulier. «Nous cherchons surtout des mélanges hors équilibre de molécules oxydantes et réductrices. Car si un tel mélange subsiste, c'est qu'il y a un excédent de l'un ou l'autre type de molécule, possiblement créé par un mécanisme biologique», détaille Michaël Gillon.

Les astrophysiciens de Cambridge, de leur côté, ont déjà identifié 11 planètes hycéennes en orbite autour d'étoiles «proches» du Système solaire, qu'il serait intéressant d'étudier. Ce sont des naines rouges situées entre 35 et 150 années-lumière de la Terre, comme K2-18b (voir photo 3), une exoplanète dont on a découvert en 2019 que son atmosphère renfermait de grandes quantités de vapeur d'eau... «De telles planètes, plus grosses, possèdent une atmosphère peu dense et étendue. Cela devrait permettre de détecter bien plus facilement avec nos instruments diverses molécules simples, et d'en déduire la composition atmosphérique», précise l'astrophysicien liégeois. Outre les planètes hycéennes, d'autres travaux théoriques ont montré que l'eau pourrait exister sous forme de gouttelettes dans l'atmosphère de mini-Neptunes situées dans la zone habitable de leur étoile. De là à imaginer des formes de vie microbienne en suspension, il n'y a qu'un pas que certains collègues ont déjà franchi.»

Futures missions européennes

L'arrivée du *James Webb Space Telescope* (JWST), qui doit être lancé ce 18 décembre 2021 (voir *Athena* n° 353) et devrait fournir ses premières images courant 2022, est pour cela très attendue. «Le JWST devrait nous apporter un niveau de détection inégalé, qui permettra de repérer les molécules intéressantes directement dans les atmosphères de planètes telluriques extrasolaires», commente Michaël Gillon. Et la *Nasa* pense déjà à la suite. «Le successeur du *James Webb* devrait permettre de produire des images d'étoiles proches de type solaire avec suffisamment de contraste et de résolution pour détecter autour d'éventuelles planètes jumelles de la Terre...» Ce projet, pharaonique s'il en est, ne devrait pas voir le jour avant une vingtaine d'années. A

MAIS ENCORE...

TEXTE: THÉO PIRARD · THEOPIRARD@YAHOO.FR

Le 1^{er} microsatellite belge en activité depuis 20 ans

Le *Proba-1* (*Project for on-board autonomy*) de l'ESA (*European Space Agency*) était satellisé au moyen d'un lanceur indien *Pslv* le 22 octobre 2001. D'une masse de 94 kg, ce démonstrateur technologique continue à bien se comporter sur orbite. Il fut réalisé en Belgique par la société anversoise *Verhaert* (*QinetiQ Space*) et est équipé d'un logiciel *Spacebel* qui lui assure une autonomie très performante dans l'espace. Contrôlé par le *Centre ESA* de Redu-Libin (province de Luxembourg), il sert toujours à des prises de vue de l'environnement terrestre. On peut le considérer comme un pionnier du système européen *Copernicus* pour le suivi du changement climatique et de la biodiversité globale. Entretemps, deux autres *Proba*, autonomes sur orbite grâce à *Spacebel*, ont été satellisés: *Proba-2* (120 kg) dans l'espace depuis novembre 2009 pour une contribution européenne à l'étude des relations Soleil-Terre, puis *Proba-V* (*égétation*) (140 kg) autour de la Terre depuis mai 2013 pour une mission de télédétection avec des capteurs à hautes performances.

Une constellation de *Spacebel* au service des ressources agricoles

La réussite exceptionnelle des petits satellites *Proba* constitue une belle référence pour l'industrie spatiale en Belgique. Ce qui permet à celle-ci de se positionner pour des applications innovantes dans l'espace. Ainsi, avec sa start-up *ScanWorld*, *Spacebel* propose le déploiement d'une constellation de 4 à 8 petits satellites dotés d'un détecteur hyperspectral très performant. L'objectif est de fournir aux services d'agriculture et d'alimentation une source permanente de données précises sur l'état de la végétation sur l'ensemble du globe. En septembre dernier, *ScanWorld* signait un premier partenariat avec la société *ConstellIR* (Fribourg) afin de valoriser l'imagerie hyperspectrale depuis l'espace dans l'analyse des ressources en eau et pour les prévisions des récoltes. Il est prévu de tester un premier satellite *ScanWorld* dès 2023.

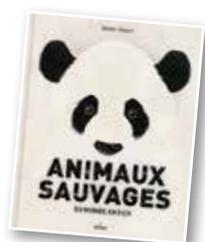
De l'hyperspectral spatial grâce à la caméra *Elois* d'Amos

La société liégeoise, qui est depuis 35 ans experte dans l'instrumentation optique pour télescopes et à bord de satellites, a décroché en octobre le contrat *Elois* (*Enhanced Light Offner Imaging Spectrometer*) de l'ESA. Il s'agit d'un imageur compact qui est capable d'observer dans quelque 200 bandes spectrales avec une fauchée de 70 km. Il prendra place à bord de la plateforme suédoise *InnoSat* qui doit être satellisée en 2024 afin de préparer l'ambitieuse mission *CHIME* (*Copernicus Hyperspectral Imaging Mission*) / *Sentinel-10* du système européen de télédétection *Copernicus*.

À lire avec nos enfants

TEXTE: LUCIE CAUWE · LUCIE.CAUWE@GMAIL.COM
PHOTOS : @DROBOT DEAN - STOCK.ADOBE.COM (P.55),
DESIGNED BY JCOMP/FREEPIK (PP.56-57)

Le vivant



Animaux sauvages du monde entier, textes et illustrations de Dieter Braun, traduits de l'allemand par Nelly Lemaire, Milan, 224 p., 24,90 euros.

Certes, on connaît la plupart des 120 animaux présentés dans cet ouvrage proche du livre d'art. Qu'ils vivent au Nord ou au Sud de notre planète. Ils sont ici tellement bien représentés dans ces peintures qu'on a envie de les redécouvrir, de les admirer encore, de mieux les connaître. L'auteur-illustrateur allemand signe un hommage sensible aux animaux sauvages d'Europe, d'Afrique, d'Amérique du Nord et du Sud, d'Asie, d'Australie et d'Antarctique - on les découvre continent par continent. Qu'il les représente dans leur habitat naturel ou sur fond blanc, il crée un lien entre eux et le lecteur. Ses illustrations artistiques sont assorties de textes bien troussés comportant des anecdotes comme des informations scientifiques, mode de vie, habitat, caractéristiques physiques, alimentation, habitudes mais aussi dangers qui les menacent. Une célébration artistique des espèces animales dont plusieurs sont, hélas, menacées de disparition.

À partir de 8 ans.



Où sont passés les oiseaux ?, textes de Séraphine Menu, illustrations de Fleur Oury, Albin Michel Jeunesse, 80 p., 20 euros.

Voilà un documentaire d'un genre particulier: il est à lire, même s'il est évidemment illustré, et de fort belle manière. On y parle du lien entre les humains et les oiseaux, de la cigogne au phénix en passant par l'étiquette désagréable collée à la pie par exemple. Il évoque la fascination que les premiers ont toujours éprouvée pour les seconds. Avec les conséquences qu'elle a pu avoir quand les plumes de certains volatiles étaient à la mode ! On y parle des oiseaux qui ont disparu comme le dodo ou le pigeon migrateur américain. On y parle de ceux qui sont menacés et des raisons, monoculture, disparition des arbres et des haies, insecticides... Mais les auteurs nous donnent aussi de l'espoir. On peut encore sauver les oiseaux, on peut encore repeupler le ciel. Changements d'habitudes, petits gestes qui comptent, actions collectives pour être tous ornithologues. Pour retrouver dans la nature, en vrai, ces oiseaux si bien dessinés en vignettes ou en doubles pages.

À partir de 7 ans.



Océanarium, textes de Loveday Trinick, traduits de l'anglais par Emmanuel Gros, illustrations de Teagan White, Casterman, 108 p., 25 euros.

Mille et un poissons, textes et illustrations de Joanna Rzezak, Actes Sud Junior, 32 p., 15,90 euros.

Si la Terre porte le nom de planète bleue, c'est parce sa surface est essentiellement recouverte d'eau. Que se passe-t-il sous cette surface ? De plus en plus profondément même (jusqu'à 4 km) ? C'est ce qu'on découvre dans les 9 galeries et une bibliothèque qui scrutent l'océan. Vite, enfignons une tenue de plongée pour admirer le plancton, les méduses, les anémones de mer, les mollusques, les crustacés pour les espèces les moins connues, les poissons, les mammifères, les oiseaux et les reptiles ayant aussi leur place dans ce documentaire très richement illustré. Les enfants plus jeunes s'amuseront avec l'autre album, odysée multicolore à la découverte des animaux marins à travers les mers et les océans. Une encyclopédie junior bigarrée qui déclenche la curiosité et l'envie d'en savoir davantage.

Respectivement à partir de 9 et 6 ans.

Le vivant



Arborama, textes et illustrations de Lisa Voisard, *Helvetiq*, 208 p., 24,90 euros.

Sur la même magnifique idée que son superbe *Ornithorama* (voir *Athena* n° 349), la Suissesse Lisa Voisard présente par le texte et par l'image «le monde fabuleux des arbres». Les fondamentaux de l'arbre, les portraits de 30 espèces réparties selon leur habitat principal (ville et parc, forêt et campagne, montagne, verger et jardin), complétées de 9 sortes à particularités, des pistes d'observation, le cycle de vie de l'arbre et sa protection et un index. Voilà pour le contenu qui ne dit rien de la splendeur graphique de cette solide brique illustrée. Chaque fois, un portrait groupé des arbres selon leur milieu, puis 4 pages pour chacun: une représentation en pied, des infos historiques, particularités, similitudes ou différences et un guide d'observation illustré sur une page. De quoi en savoir déjà beaucoup sur les arbres de notre environnement. De quoi apprendre à ne plus confondre un platane et un érable, un châtaignier et un marronnier, un frêne et un noyer. De quoi s'émerveiller devant les arbres qui nous protègent, nous sont utiles et peuvent nous enchanter. Informations scientifiques et histoires étonnantes se marient ici à merveille.

À partir de 8 ans.

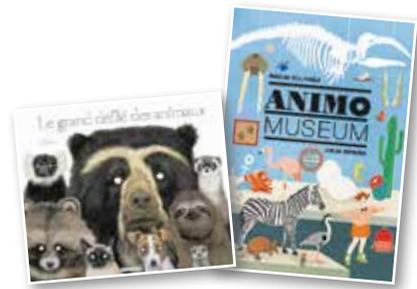


Phénoménal, la nature spectaculaire, textes de Philippe Nessmann, illustrations d'Alex Astour, *Milan*, 48 p., 19,90 euros.

Incroyables créatures, textes de Mily Cabrol, illustrations de Léonard Dupond, *Saltimbanque Éditions*, 64 p., 16,90 euros.

Deux grands formats illustrés de dessins réalisés à l'ordinateur qui nous font voyager, l'un dans les paysages, l'autre parmi les animaux et les plantes. Le premier présente 40 lieux aux 4 coins de la planète accueillant de rares phénomènes naturels: la grotte aux cristaux géants, les colonnes de bulles dans un lac, les poussières d'étoiles... Autant de phénomènes mystérieux qui sont présentés visuellement et expliqués par de brèves notices scientifiques. Une mine pour admirer notre planète et veiller à en prendre soin. Le second réunit en doubles pages colorées les textes explicatifs et la fiche d'identité de 27 animaux et végétaux spectaculaires et surprenants, pas toujours rares mais tellement ingénieux. Cap sur le poisson aux 700 dents, le papillon aux ailes transparentes, le crustacé qui grimpe aux arbres, l'axolotl dont les pattes peuvent repousser, la plante qui ne fleurit que la nuit, celle qui sent la viande pourrie ou celle qui grandit d'un mètre par jour... Fabuleuse nature !

À partir de 8 et 6 ans.



Le grand défilé des animaux, textes et illustrations de Julie Colombet, *Casterman*, 48 p., 15,95 euros.

Animomuseum, textes de Nadja Belhadj, illustrations de Julia Spiers, *Saltimbanque Éditions*, 32 p., 19 euros.

Voici ici 2 présentations originales des animaux. Le premier est de conception particulièrement insolite. En format à l'italienne, il présente de double page en double page une incroyable cohorte d'animaux aux yeux ronds cheminant de gauche à droite. Pas de légende, mais sous la phrase ritournelle «*Qui l'eût cru ?*» un titre explicatif: «*Ces oiseaux ne volent pas !*» «*Certains animaux sont haut perchés...*» «*...quand d'autres sont courts sur pattes.*» «*Certains animaux portent un masque.*» On parcourt la faune par le biais de traits communs bizarres ou graphiques, titillant la curiosité, jusqu'aux pages finales où les 20 illustrations reviennent en réduction mais complétées de légendes et d'un animal servant d'étalon de taille. Le second ouvrage est un documentaire animé où on déambule comme dans un musée. Ses 11 salles abordent chacune un critère sous lequel sont réunies différentes espèces. Exemples: squelettes, œufs, dents, empreintes, cornes, yeux, écailles, pattes, etc. Chaque double page est une grande image où évoluent des enfants explorateurs et différents animaux, parfois cachés sous des volets à ouvrir, les informations de texte étant disséminées dans les différents ensembles.

Respectivement à partir de 4 et 6 ans.



Dans la tête des animaux, textes de Fleur Daugey, illustrations de Jeanne Detallante, La Martinière Jeunesse, 64 p., 16,90 euros.

Même pas bêtes ! La reproduction, textes de Farah Kesri et Michel Cymes, illustrations de Anne Defréville, Glénat Jeunesse, 72 p., 15 euros.

Depuis toujours, on compare l'espèce humaine et les animaux. Qui est le plus fort, le plus malin, le plus intelligent ? Une recherche qui trouve un aboutissement dans ces deux albums. Le premier, en grand format et sur beau papier, remarquablement illustré, compare les intelligences. Et apporte de nombreux exemples contredisant l'idée que l'homme est plus intelligent que l'animal. Pas de règlement de compte mais une foule d'observations témoignant de la capacité d'adaptation de l'animal à son milieu. Par exemple, le cassenoix qui a une carte géographique dans sa tête, les abeilles qui dansent pour se parler, les animaux médecins... L'ouvrage regorge d'informations peu communes et passionnantes. L'autre titre compare le comportement humain et animal à propos de la reproduction. Un mot pris au sens large: séduction, reproduction, développement, naissance. Si le propos est anthropocentré, il présente une foule incroyable de renseignements sur un sujet bien cerné.

À partir de 8 ans.

Le jardin du microbiote, textes et illustrations de Katie Brosnan, traduits de l'anglais par Sylvie Lucas, Milan, 48 p., 12,90 euros.

La grande fabrique à crottes, textes de Nadja Belhadj, illustrations de Philippe de Kemmeter, Saltimbanque Éditions, 48 p., 13,90 euros.

Microbiote, voilà bien un mot qui s'est fait sa place dans le vocabulaire courant ces dernières années. Mais de quoi s'agit-il exactement ? Réponse dans le premier album qui traque avec humour et compétence les microbes de toutes sortes qui se trouvent dans l'organisme humain. De quoi ne plus confondre archées, bactéries, champignons, virus, protozoaires et autres animaux microscopiques. Très claires, les illustrations permettent de bien comprendre ce qui se passe en nous, jusqu'au «jardin du microbiote», alias le gros intestin, lieu de toutes les découvertes actuelles. De facture plus classique, le second album s'intéresse à un sujet qui plaît aux enfants, les crottes. À toutes les crottes, celles des animaux, celles du nez, de l'œil, et bien sûr les vraies, dont la fabrique humaine est détaillée avec simplicité et humour. Quant aux cacacs des animaux, ils ont de multiples fonctions qui sont détaillées ici. Pincez parfois nécessaire et réflexes de dégoût à prévoir.

Respectivement à partir de 8 et 6 ans.

Tout ce que vous pensez savoir sur les dinosaures est faux !, textes de Nick Crumpton, traduits de l'anglais par Bérengère Viennot, illustrations de Gavin Scott, Gallimard Jeunesse, 68 p., 14,90 euros.

Un titre qui va régaler tous ceux qui se passionnent pour les dinosaures et ils sont nombreux ! Un titre provoc' qui démonte pas mal d'assertions fausses qui circulent. Tous les dinosaures ne sont pas morts. Ils n'étaient pas tous énormes, ni verts avec des écailles, ni bêtes, ni méchants... Les différents thèmes sont abordés dans des doubles pages illustrées de façon intelligente et l'approche transversale réserve pas mal de surprises aux amateurs de dinosaures. Évidemment, il vaut mieux s'y connaître un petit peu pour ne pas se perdre entre Nedoceratops, Mussaurus, Archaeoraptor et autres espèces aux noms imprononçables. De génération en génération, depuis plus de trente ans maintenant, les enfants continuent de s'intéresser avec passion aux dinosaures. Et ceci est une vérité, sans explication peut-être, mais une vérité.

À partir de 7 ans.

Les inventions



Histoire des inventions, textes et illustrations de Peter Goes, traduit du néerlandais par Emmanuèle Sandron, *Milan*, 80 p., 19,90 euros.

Albert Einstein, textes de Carl Wilkinson, traduits de l'anglais par Emmanuel Gros, illustrations de James Weston Lewis, adaptés par David Panzo, *Little Urban*, 64 p., 25 euros.

Deux grands formats remarquablement illustrés. D'abord une fabuleuse encyclopédie visuelle due à un Belge qui présente les inventions de tous temps en une immense fresque chronologique allant du paléolithique à nos jours. Chaque période de temps présente un dessin sur double page dont le décor accueille les inventions scientifiques et technologiques de l'époque. La gradation chromatique des fonds des pages accueille une sorte d'immense langue pétillante d'inventions qui serpente de page en page. Une promenade incroyablement jubilatoire pour les curieux, sans l'index qui plairait aux lecteurs pressés. Ensuite une biographie d'Albert Einstein, qui a révolutionné le monde de la physique par le pouvoir de ses idées, en 24 chapitres et un glossaire. Grâce à lui, on ne voit plus ni le temps ni l'espace de la même manière. Fort bien pensé, cet ouvrage permet d'aborder jeune des notions aussi compliquées que la théorie de la relativité, les trous noirs ou la quatrième dimension sans oublier évidemment la fameuse équation $E = mc^2$.

À partir de 8 ans.

Le climat

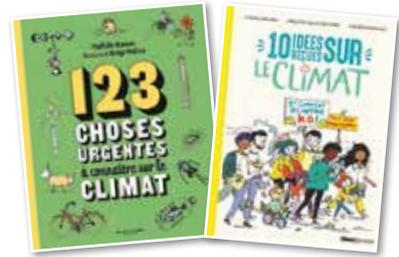


L'incroyable histoire du climat, textes de Catherine Barr et Steve Williams, traduits de l'anglais par Magali Laroudie, illustrations de Amy Husband et Mike Love, *Nathan*, 40 p., 12,90 euros.

Agir pour la planète, textes de Jean-Michel Billioud, illustrations de Wouzit, *Casterman*, 64 p., 15,95 euros.

Approches originales pour ces deux albums. Le premier se décline en doubles pages agréablement illustrées de dessins où s'expriment en phylactères les protagonistes. C'est une démarche efficace, évidemment un peu expéditive de la problématique ô combien large et compliquée mais suffisante pour les plus jeunes, d'autant qu'elle s'achève par une série de propositions à mettre en place dès aujourd'hui. Le second se découpe en huit chapitres thématiques consacrés aux actions de sauvetage de la planète possibles. Introduits par une double page documentaire au sens classique, ils se poursuivent en BD plaçant Jeanne, militante écolo, et Tom, victime de la surconsommation, dans diverses situations quotidiennes qu'ils résolvent en discutant entre eux, entre tâtonnements, informations et solutions.

Respectivement à partir de 6 et 8 ans.



123 choses urgentes à connaître sur le climat, textes de Mathilda Masters, traduits du néerlandais par Noëlle Michel, illustrations de Louize Perdieu, *La Martinière Jeunesse*, 144 p., 14,90 euros.

10 idées reçues sur le climat et comment les mettre K.O. pour agir maintenant, textes de Myriam Dahman et Charlotte-Fleur Cristofari, illustrations de Maurèen Poignonec, *Glénat Jeunesse*, 120 p., 14,90 euros.

Deux documentaires organisés de manière encyclopédique. Le premier, dû à 2 Belges (auteurs aussi de *123 choses urgentes à savoir avant 13 ans*, voir *Athena* n° 349), est composé de 123 notices bien expliquées par le texte et des illustrations délicates, regroupées en 6 chapitres. De quoi apprendre énormément de choses, de l'origine de l'oxygène au retour des loups en passant par l'utilité des calmars en laboratoire. On aurait juste aimé un index pour pouvoir naviguer aussi autrement dans ce passionnant traité. Le second s'attaque frontalement à toutes ces idées que l'on balance sur le climat pour s'autoriser à ne rien faire, genre «2 degrés de plus, ça change rien» ou «C'est la faute des autres» ou «La technologie nous sauvera»... Non, non et non, 10 fois non dans ce plaisant traité de vulgarisation scientifique, assorti de nombreuses solutions.

Respectivement à partir de 9 et 12 ans.

*Un enfant qui lit
sera un adulte qui pense*

Flore Vasseur, écrivain



AGENDA

Le mag scientifique

• BRUXELLES (ULB CAMPUS FLAGEY)

Évolution (jusqu'au 23/01/2022)

Le monde qui nous entoure présente une incroyable diversité d'êtres vivants, fruit de milliards d'années d'évolution. Dont les mécanismes permettent d'expliquer la diversité des formes de vie rencontrées sur notre planète. Selon une approche moderne, dynamique et interactive, vous apprendrez par exemple qui est LUCA, comment construire le portrait-robot d'un ancêtre commun, en quoi la compréhension des mécanismes de l'évolution est un enjeu essentiel dans les actions de conservation de la biodiversité... Embarquez vite à bord du *Beagle* avec Darwin pour une expérience inédite d'immersion sensorielle ! Bactéries, dinosaures, insectes... seront vos partenaires de voyage pour découvrir cette expo illustrée par de nombreux modules interactifs, squelettes, spécimens naturalisés, maquettes, jeux...

<https://sciences.brussels/evolution-fr/>

• NAMUR (UNAMUR)

Séminaire pour les rhétos (25/01/2022) «3G, 4G, 5G,...: quels sont les enjeux ?»

L'asbl *Ose la science* convie les élèves de rhéto à son séminaire annuel sur le thème «3G, 4G, 5G,...: quels sont les enjeux ?». En plus des enjeux éthiques que pose la 5G, notamment sur la cybersécurité ou le stockage et la protection des données privées, les possibles enjeux sanitaires ou environnementaux sont inquiétants. Premiers utilisateurs de smartphones ou de logiciels, les jeunes doivent être éclairés sur les avantages mais aussi les inconvénients de leur utilisation et être à même de réfléchir aux enjeux de cette course effrénée à la connexion immédiate.

<https://www.oselascience.be>

• MONS (MUMONS)

Entrez, c'est ouvert !

Depuis le 27 octobre, Mons compte un nouveau musée. Et pas des moindres. Sa chapelle à la façade classée, son élévation imposante et ses décors baroques ont de quoi séduire. L'exposition inaugurale retracera la riche histoire de ce lieu unique à travers 4 dispositifs harmonieux, associés à l'une des 4 affectations successives du lieu: le couvent, la prison, les archives et le MUMONS.

<https://mumons.be/>

LE TRÔNE DE FER ET LES SCIENCES Sous la dir. de Jean-Sébastien Steyer- BELIN Éditions

Vous trouverez dans cet ouvrage toutes les clés scientifiques pour pénétrer dans l'univers du Trône de fer. Histoire des langues, géographie, géologie, biologie, psychologie, climat, environnement..., les meilleurs spécialistes dans leurs domaines se sont plongés dans ce monde fictif, celui de la saga et de la série télévisée, et proposent de le découvrir sous un éclairage nouveau. Vous saurez tout sur les dragons et les espèces au-delà du Mur, les paysages, le modèle climatique du Monde connu, la psychologie de Joffrey Lannister, les langues, la caractérisation des morts vivants... Et bien d'autres choses encore. Un ouvrage superbement illustré par William Simpson, storyboarder de la série *Game of Thrones*.



À LIRE

ATHENA 354 Novembre-Décembre 2021

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 97

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

RÉDACTRICE EN CHEF

Géraldine TRAN

Ligne directe: 081 33 44 76

geraldine.tran@spw.wallonie.be

GRAPHISTE

Nathalie BODART

Ligne directe: 081 33 44 91

nathalie.bodart@spw.wallonie.be

IMPRESSION

db Group.be

Boulevard Paepsem, 11A à 1070 Bruxelles

ISSN 0772 - 4683

COLLABORATEURS

Lucie Cauwe, Anne-Catherine De Bast, Jean-Michel Debry, Paul Depovere, Henri Dupuis, Julie Fiard, Thibault Grandjean, Manu Houdart, Philippe Lambert, Laetitia Mespouille, Yaël Nazé, Fleur Olganier, Théo Pirard, Jean-Claude Quintart, Jacqueline Remits, Nadine Sahabo

DESSINATEURS

Peter Elliott, Olivier Saive, SKAD, Vince

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

Jean-François HEUSE

Inspecteur général

ÉDITRICE RESPONSABLE

Isabelle QUOILIN

Directrice générale

COUVERTURE

Première

Crédit: ©Sergey Nivens - stock.adobe.com

Quatrième

Crédit: SpaceX

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



A large rocket is silhouetted against a dramatic sunset sky. The rocket is the central focus, standing vertically on a launch pad. The sky is filled with orange and yellow clouds, with the sun low on the horizon. The overall mood is one of anticipation and achievement.

Visitez nos sites

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

Rejoignez-nous sur

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