

Horizons

Le magazine suisse de la recherche

144 Mars 2025

Ce qui se cache
dans le néant Page 14



La connaissance sommeille dans le paradoxe du néant



Florian Fisch
Codirecteur de la
rédaction d'Horizons

Lorsque nous avons annoncé à la rédaction que notre prochain thème principal serait «rien», les plaisanteries ont fusé, dont: «Vous pourriez laisser la page de couverture vide.» Ce à quoi nous avons sérieusement réfléchi. Et très rapidement, l'idée a soulevé des interrogations: faudrait-il représenter ce «rien» en blanc ou en noir? Le blanc signifierait: pas besoin d'encre d'imprimerie. Tandis que le noir figurerait l'absence de lumière. Car, lorsque les pigments sont absents, la lumière est là et inversement.

Le problème peut sembler pointu, mais plus je réfléchis à ce que doit réellement être le néant, plus de nouvelles dimensions s'ouvrent à moi. Ainsi, je n'ai d'abord pas compris ce qui reliait au néant le court texte de Kafka et l'installation de l'artiste Florence Jung (pages 25 et 26). Puis, deux scientifiques m'ont fait découvrir de nouveaux aspects du rien. Et pendant l'interview concernant la psychothérapie existentielle (page 16), j'ai compris que notre peur de l'ennui, de la perte et de la mort était aussi liée à notre aversion pour le néant. J'aime suivre les observations et théories de la physique, selon lesquelles le vide n'est pas juste un espace vide d'air. Dans les tréfonds de l'espace existerait aussi la matière noire non encore découverte à ce jour. Et, selon la théorie, même à l'intérieur du meilleur vide imaginable, doit encore se trouver des particules virtuelles qui virevoltent et une énergie qui – comme je viens de l'apprendre – conduit à la plus grande erreur de la physique (page 20).

Réfléchir aux limites de l'Univers et à la place du vide mène à des impasses logiques. C'est là justement le terrain de jeu de la science: elle ne s'arrête pas à ce qu'elle connaît et sait faire, mais descend d'un niveau et interroge: «Que se passerait-il s'il n'en était pas ainsi?» Les paradoxes qui surgissent mènent souvent à des prouesses et à des découvertes inattendues: de la connaissance de soi jusqu'aux nouvelles technologies. Nous avons d'ailleurs finalement choisi le noir pour notre page de couverture: sous la forme d'un trou, il ouvre une dimension virtuelle au-delà de l'espace et du papier.



Dossier: Aux tréfonds du néant

16 [Pas si vide](#)

Pourquoi le vaste Univers est rempli d'énergie et de matière

19 [Symbole de l'absence](#)

Comment les mathématiques sont arrivées jusqu'au zéro

22 [Indiens disparus, graffitis effacés](#)

Quand la disparition parachève art et littérature

25 [Interview sur le désir de mort](#)

Comment tirer de la force des abîmes

A gauche: Pour réaliser les trous noirs de notre série d'images, les photographes ont associé des surfaces de peinture en 3D à des objets aux quatre coins du studio. Page de couverture: Le résultat s'envole de la pièce.

Photos: Cortis & Sonderegger

Photos: Gabi Vogt, Anoush Abrar

4 [En image](#)

Rebondir sur l'échec

6 [Nouvelles de politique scientifique](#)

Sciences sociales mises à l'écart, fins de carrière blessantes, scientifiques argentins en fuite

10 [Actualités de la recherche](#)

Un parc de quartier qui crée du lien, des algorithmes d'investigation et des jeunes à jeun

13 [Comment ça marche](#)

La force est dans le rayon laser

28 [Reportage](#)

Faire exister l'histoire des femmes par leurs archives



32 [Du Big Bang à la batterie](#)

La mystérieuse histoire et les propriétés rares du lithium

34 [Petites stars scintillantes](#)

Luciole, corail ou champignon, la nature s'illumine

36 [De président en président](#)

Ce qu'a accompli Matthias Egger et ce qui attend Torsten Schwede

38 [Frontières en mouvement perpétuel](#)

Les Carpates ukrainiennes sont passées de la Hongrie à la Tchécoslovaquie pour revenir à l'Ukraine

40 [Les suggestions de la rédaction](#)

Notre sélection de séries et films avec et sur des scientifiques à voir

44 [Le stress des bruits fantômes](#)

Apprendre à gérer les acouphènes par le neurofeedback

45 [En révéler moins sur soi-même](#)

Comment confirmer son identité tout en gardant l'anonymat

46 [Portrait](#)

Un généticien féru de logique avec un cœur pour les souris



48 [Les pages des éditeurs](#)

50 [Courrier des lecteurs/Impressum](#)

51 [Débat](#)

Les humains doivent-ils poursuivre leurs voyages dans l'espace?

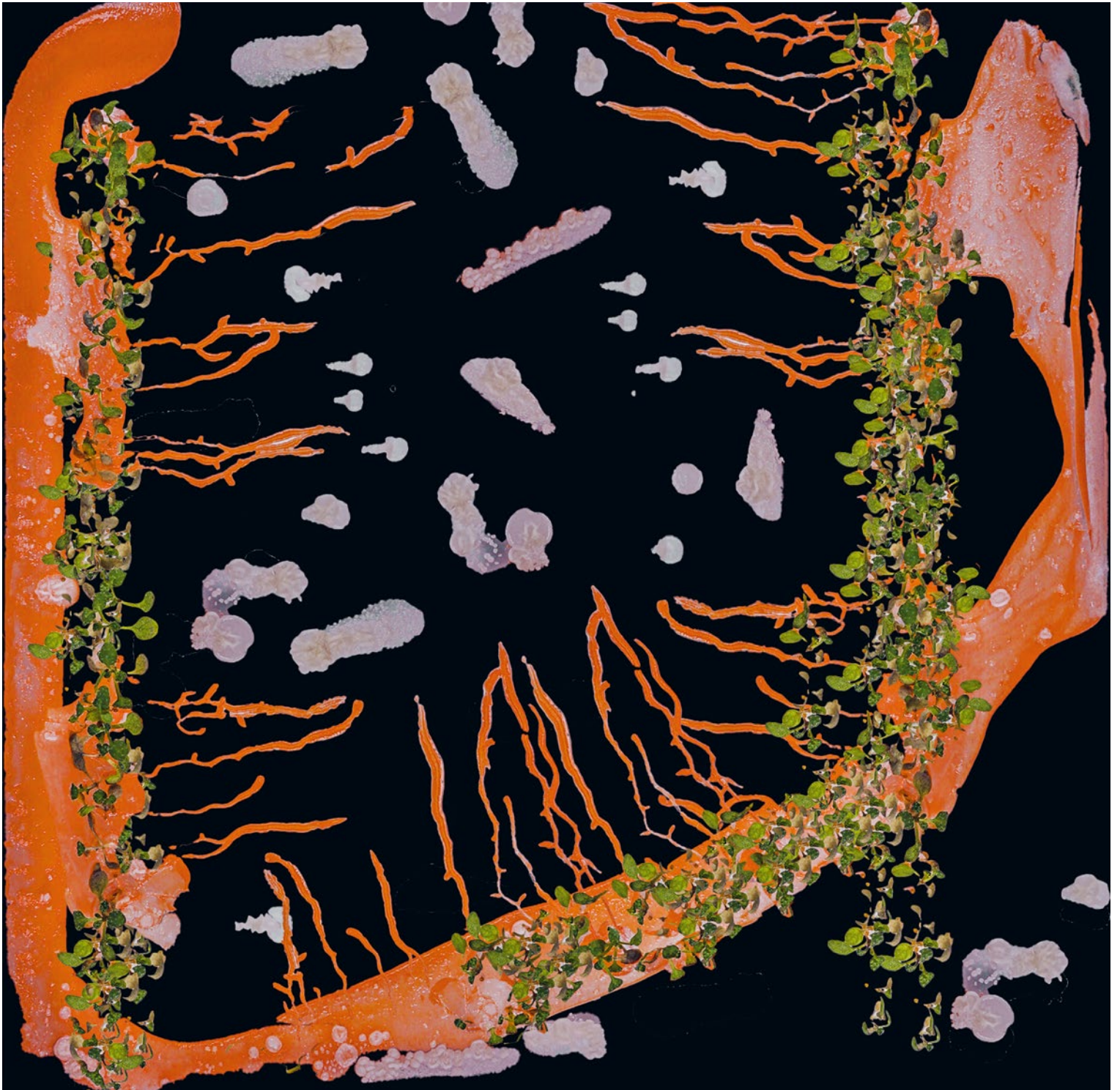


Une contamination primée pour sa beauté

«Quand j'ai vu la plaque, j'étais dépité», se souvient Elliot Gobet. La photo de gauche immortalise ses débuts comme assistant de recherche dans un laboratoire de biologie des plantes à l'Université de Fribourg, fin 2023. L'étudiant de master l'a obtenue en scannant une plaque de culture de pousses d'une plante modèle, l'arabette des dames. Sauf que ce que l'on découvre ici est l'œuvre de micro-organismes rouges et blancs – probablement des bactéries – qui ont envahi

le gel d'agar où poussaient les plantes, proliférant notamment le long des racines. L'expérience devait permettre d'observer la croissance des racines pour un projet visant à développer un herbicide biodégradable. Mais de telles contaminations faussent les résultats et condamnent à tout jeter et recommencer.

«En revanche, ça avait du potentiel pour le concours d'images de la Faculté de biologie de



l'Université de Fribourg que ma professeure et un collègue organisent tous les deux ans.» Avec son grand frère Johan, passionné de photo, le scientifique en herbe retouche l'image et teste différentes compositions. «On a rempli le vide, mis en évidence la richesse des textures, le relief des contaminations.» Sur le nouveau montage – présenté ici à droite – se dessine soudain une vue aérienne intrigante et élégante. Une forêt de petites feuilles vertes le long d'une tranchée ruisse-

lante aux reflets ocres et quelques nuages blancs. La fresque végétale et bactérienne remporte le second prix de la compétition et orne désormais un auditoire.

Un retournement de situation que le projet a aussi vécu: l'application d'une substance pour bloquer la croissance sur les feuilles de la plante, testée ici, posait des problèmes techniques et a été abandonnée. Mais le même traitement au niveau des racines semble, lui,

prometteur. Pour Elliot Gobet, cette photo est donc avant tout devenue symbolique: «Cette image représente aussi la recherche de solutions alternatives.» Que l'on parle de sublimer un échec expérimental ou de développer des herbicides écoresponsables.

Sophie Rivara (texte), Elliot Gobet (image)

Pris au vol

«Le risque que les revues systématiques perdent leur pouvoir est réel.»

Le **neuroscientifique néerlandais René Aquarius et sa collègue Kim Wever ont** voulu résumer les connaissances sur le traitement des attaques cérébrales. Ils ont trouvé dix fois plus d'articles que prévu, note Science. Dans beaucoup d'entre eux, ils ont découvert des images manipulées. D'autres scientifiques ont trouvé des **articles falsifiés**. Le chercheur et ses collègues craignent **que les conclusions des études de synthèse soient ainsi biaisées** et que leur élaboration soit prolongée de plusieurs mois. *ff*



Photo: Radboud University Medical Center

Sciences sociales néo-zélandaises sans soutien

Le Marsden Fund néo-zélandais ne va plus soutenir de projets en sciences humaines et sociales cette année. Judith Collins, alors encore ministre des Sciences, de l'Innovation et de la Technologie, l'avait annoncé fin 2024. Elle avait justifié cette décision, entre autres, par le fait que la population «s'attend à ce que la recherche financée par les pouvoirs publics apporte des bénéfices identifiables».

Le Marsden Fund ne distribue certes que 75 millions de dollars néo-zélandais par an. Il soutient toutefois presque toute la recherche en sciences sociales du pays, écrit la revue Science. Il aurait de plus été explicitement créé pour encourager la recherche fondamentale. Une partie de la communauté scientifique de l'Etat insulaire a donc été choquée.

Le coprésident de l'Association néo-zélandaise des sciences, Troy Baisden, a déclaré sur la plateforme Research Professional News que les disciplines désormais privées de financement sont «celles qui analysent et aident plus que toute autre à comprendre qui nous

sommes en tant que nation». La codirectrice du Mac Diarmid Institute pour la nanotechnologie souligne quant à elle que les chercheuses en physique refusent que la valeur économique de leur travail «soit utilisée comme arme contre leurs collègues en sciences humaines et sociales».

Et le Conseil australien des doyens des facultés d'art, de sciences sociales et de sciences hu-

maines a pour sa part accusé l'ex-ministre Judith Collins de ne pas comprendre comment ces disciplines non scientifiques contribuent à l'économie. Jane Harding, la

présidente de la Royal Society Te Apārangi, qui gère le Marsden Fund, avait même adressé une lettre ouverte à Judith Collins pour lui demander de reconsidérer sa décision. De son avis, pour le progrès et le bien-être, le pays a besoin de la recherche fondamentale dans les disciplines qui sont victimes de ces restrictions. La présidente a prédit que les femmes et les Maoris seront plus touchés que la moyenne par ces coupes budgétaires. *jho*

«Les femmes et les Maoris seront plus touchés que la moyenne.»

Horizons

Le magazine suisse de la recherche



Recherche pour la paix, envers et contre tout Page 14

La science donne des arguments. Recommandez Horizons!

Horizons vous informe quatre fois par an sur le monde suisse de la recherche scientifique. Abonnez-vous ou offrez un abonnement à vos amis et à vos amies – c'est gratuit.

Pour vous abonner à l'édition papier, c'est ici: revue-horizons.ch/abo



«La fin de carrière académique peut être humiliante»

Peter Tremp, professeur de didactique, et Annette Tettenborn, professeure en sciences de l'éducation, voulaient publier un livre dans lequel des scientifiques raconteraient leur vécu du passage à la retraite. Or, le projet n'a pas abouti. Ils prévoient désormais un ouvrage avec des publications spécialisées et des interviews sur le sujet.

Annette Tettenborn, pourquoi faut-il un livre sur la retraite dans le monde académique?

Parce que la transition fait partie de la biographie professionnelle dans le monde académique. Peu de chercheurs s'intéressent à ce passage de statut sous l'angle sociologique – sujet pourtant porteur, car les hautes écoles évoluent et sont désormais aussi orientées vers l'entrepreneuriat. La science comme mode de vie et vocation, comme elle l'est encore pour certaines personnes, semble presque obsolète. Nous étudions les effets de cette tension.

Pour quelles raisons le projet de contributions personnelles n'a-t-il pas abouti?

Quelques-uns voulaient y participer, mais la majorité nous a écrit: «C'est un très bon projet, mais je n'ai pas le temps, je suis en train de rédiger des publications, j'encadre encore des doctorantes.» D'autres ont mis en avant leurs petits-enfants.

C'étaient probablement des émérites. Quelle est leur part parmi les retraités?



Annette Tettenborn dirige l'Institut de recherche sur les professions et l'enseignement à la Haute école pédagogique de Lucerne.

Photo: Matthias Jurt / PH Luzern

Je l'ignore. Les chiffres de l'Office fédéral de la statistique montrent toutefois que la part des plus de 65 ans dans les universités augmente depuis un certain temps. Le statut des professeurs et professeures émérites varie selon l'institution. A l'Université de Zurich, par exemple, on devient émérite à 65 ans et on garde son adresse e-mail institutionnelle et des accès aux programmes statistiques ou à

la littérature jusqu'à l'âge de 70 ans. Mais que se passe-t-il quand tout cela disparaît? Que devient alors le soi scientifique? Mais cela commence déjà avant.

Qu'entendez-vous par là?

On ne les consulte par exemple plus lors des commissions de nomination ou à propos des décisions sur la stratégie de l'institution. Ce sont les plus jeunes – dans le bon sens du terme – qui décident. Les dernières années de carrière académique peuvent aussi être blessantes, ou du moins désagréables pour certains. Mais l'inverse existe également: soudain, on est sollicité pour de nombreuses expertises ou pour siéger dans des conseils universitaires. Car les personnes retraitées ont du temps.

Cette perte de statut est-elle taboue?

Le terme est trop fort et la transition peut aussi être un gain de nouveauté. Mais beaucoup n'aiment pas trop penser à la réduction des tâches et aux adieux. Le tabou entoure plutôt les scientifiques âgés qui n'arrivent pas à lâcher prise, qui continuent à faire des choses dont ils ne sont plus vraiment capables.

Quelle marge de manœuvre serait utile pour les retraités?

Ces personnes ont des années d'expertise spécifique. Elles portent un regard éprouvé sur ce qui se densifie, s'accélère et se précise dans les universités, qui seraient donc bien inspirées de continuer à utiliser ce savoir. jho



Dorothy Hodgkin évaluait avec parcimonie. Photo: Daily Herald Archive/Getty Images

La revue par les pairs d'antan

Il y a près de 200 ans, la revue britannique *Philosophical Transactions* de la Royal Society fut la première à introduire la revue par les pairs. Dans ses archives, elle a rendu accessibles 1600 expertises datant des années 1949 à 1954. Parmi elles se trouve aussi celle rédigée en 1953 par la biochimiste britannique Dorothy Hodgkin sur un manuscrit de Francis Crick et de James Watson décrivant la structure de l'ADN. Selon *Nature*, elle s'en tient à un texte très court (de 50 mots) et leur demande seulement de retoucher des photos à cause de «reflets gênants de chaises».

Avant la standardisation de l'évaluation par les pairs dans les années 1970, il arrivait que des scientifiques rédigent des expertises de 24 pages ou qu'ils et elles formulent d'évidents préjugés, tels que: «Comme je connais l'auteur, je suis confiante que l'analyse est juste.» Ou: «Je m'attendais à ce que son papier soit bon à jeter.» jho

S'armer pour défendre l'intégrité

L'IA facilite la falsification des publications et la polarisation politique prend de l'ampleur partout. Dans ces conditions, une science intègre est d'autant plus indispensable. En novembre 2024, la Conférence suisse des hautes écoles a décidé de créer un Centre national de compétence en matière d'intégrité scientifique, ont annoncé les Académies suisses des sciences où il sera établi.

La Suisse se dote ainsi pour la première fois d'un organe central de conseil aux hautes écoles qui doit assurer une meilleure diffusion du Code suisse d'intégrité scientifique de 2021. Celui-ci recueillera «des données sur le respect de l'intégrité scientifique, ce qui permettra d'avoir une vue d'ensemble de la situation en Suisse et, ainsi, d'effectuer une comparaison internationale», notent les Académies. Le Centre est composé d'un secrétariat et d'un conseil dont le président fondateur est Edwin Constable, professeur de chimie émérite.

D'autres pays renforcent leurs capacités sur ce plan. L'organe de médiation de la Fondation allemande pour la recherche (DFG) a fait place à une association indépendante, l'Ombudsman für die Wissenschaft. Et son financement par la DFG a été institutionnalisé. Ainsi, «l'importance de la bonne pratique scientifique et de l'intégrité scientifique en tant que condition préalable à une place scientifique allemande d'excellence» a été mise en avant, écrit la DFG.

Aux Etats-Unis, l'Agence de protection de l'environnement (EPA) a adopté, peu avant l'arrivée de Donald Trump à la présidence, un nouveau règlement sur l'intégrité scientifique. Il souligne le besoin d'un «environnement de travail qui protège la conduite et les produits de la science, leur usage dans la prise de décision et leur communication de toute interférence politique et influence inappropriée, afin que la science et la confiance du public dans la science se développent». ff

Coupes drastiques dans la science de l'Argentine

Lors de sa campagne électorale, le président argentin, Javier Milei, s'était présenté avec une tronçonneuse avec laquelle il allait **réduire massivement les dépenses publiques**. Un an après, la science en a fait les frais: le budget de la recherche financée par l'Etat a été réduit de 30% en 2024, rapporte Nature. Et le journal Le Monde note qu'environ 70% des salaires des professeurs et des chercheurs du pays se situent en deçà du seuil de pauvreté. **Beaucoup de personnes touchées quittent leur pays**, alors qu'en 2016 y avait été lancé un programme pour les faire revenir. Or, il ne s'agit pas que d'argent: selon un décret d'économies de janvier 2025, le gouvernement veut **soutenir uniquement des domaines de recherche stratégiques**: l'économie agricole, énergétique et minière, et celle du savoir et de l'innovation en matière de santé, rapporte le Buenos Aires Times. ff

Situation d'urgence





«Avec le conseil à la recherche, j'apporte aussi une petite contribution au progrès»

Je n'étais pas particulièrement intéressé par une carrière académique après mon doctorat. Au fil de mes études doctorales, je me suis aperçu que l'incertitude trop souvent liée à la dépendance aux subventions dans un environnement si compétitif ne me convenait pas. J'ai donc choisi de me tourner vers d'autres horizons. Ironiquement, la compétition pour les subventions de recherche est un domaine dans lequel j'ai acquis une certaine expertise. Ce sujet a d'abord été au cœur de ma thèse. J'ai aussi travaillé dans une entreprise de conseil aidant les scientifiques à obtenir des financements européens pour des projets collaboratifs. Je suis aujourd'hui l'un des Points de contact nationaux pour les bourses européennes Marie Skłodowska-Curie Actions qui soutiennent la mobilité, la formation et la recherche, principalement au niveau doctoral et postdoctoral. Mon travail consiste à conseiller les scientifiques sur les opportunités de financement, à relire des propositions de projet et à suivre les évolutions des politiques de recherche de l'Union européenne. Mes connaissances acquises durant mon doctorat m'aident grandement à m'adapter à ce rôle.

Passer de la recherche au conseil aux scientifiques m'a apporté une grande satisfaction. Tout d'abord, en facilitant l'accès aux financements, je contribue également, certes modestement, au progrès scientifique. Ensuite, la diversité des projets m'expose à de nouvelles disciplines bien au-delà de mon expertise, telle l'intelligence artificielle intégrée à de nouveaux traitements de maladies métaboliques. Enfin, les horaires de bureau réguliers me permettent de mieux gérer mes engagements personnels, de mener une vie plus saine et de passer plus de temps avec ma famille et mes amis. Je suis convaincu que les activités de ce type – de même que celles de gestionnaire de recherche ou de conseillère ou conseiller en subventions – sont essentielles au bon fonctionnement de l'écosystème de la recherche. Elles contribuent à ce que les idées brillantes trouvent les ressources nécessaires pour traiter des maladies chroniques, préserver la biodiversité, ou combattre les inégalités d'accès à l'éducation.

Marco Cavallaro, membre de la Swiss Young Academy, a récemment terminé sa thèse sur la promotion de la recherche à l'Università della Svizzera italiana à Lugano.

80%

des spécialistes en politique de la recherche pensent que les politiciennes et les politiciens ne comprennent pas suffisamment **comment fonctionne la science**. C'est le constat issu d'un sondage effectué dans le monde entier par la revue Nature. Mais 73% des participantes et participants estiment également que les scientifiques ne comprennent pas comment fonctionne la politique. «Il en résulte de constantes **tensions entre analphabètes scientifiques et ignorants politiques**», a remarqué Paul Dufour, spécialiste en politique à l'Université d'Ottawa (Canada), dans un entretien qualitatif qui accompagnait le sondage. *jho*

Sceptique

La désinformation rend les gens plus sceptiques vis-à-vis des sources, constatait le Baromètre scientifique 2022. C'est une bonne chose, car «**un scepticisme modéré n'est pas seulement une vertu intellectuelle, mais aussi une vertu civique** qui favorise une gouvernance démocratique en faisant la promotion d'une pensée non dogmatique, tolérante et ouverte», comme l'écrivent les philosophes Maria Baghramian et Silvia Caprioglio Panizza de l'University College de Dublin. Les scientifiques doivent également adopter un tel scepticisme modéré – en particulier à l'égard de leurs propres hypothèses.

Les sceptiques du climat et des vaccinations revendiquent également cette connotation positive du terme. **Toutefois, il ne s'agit pas pour eux d'aller au fond des choses**, mais plutôt de maintenir leur propre idéologie ou croyance, explique le philosophe Lawrence Torcello du Rochester Institute of Technology qui parle de pseudo-scepticisme: «**Qualifier les négationnistes de la science de sceptiques renforce leur position rhétorique** en leur prêtant une vertu intellectuelle qu'ils ne possèdent pas.» *ff*

Gencive enflammée sur puce électronique

Depuis quelques années, il est possible de cultiver en laboratoire des mini-organes qui reproduisent certaines structures essentielles des modèles réels, comme celles du tube digestif dans un mini-intestin, ou celles de l'organe hépatique dans un mini-foie. Pour la première fois, il s'agit d'un cube de tissu de gencive comprenant des cellules de la peau de la racine d'une dent et des vaisseaux sanguins, rapporte Petra Dittrich de l'ETH Zurich. La chimiste peut faire circuler du liquide et des nutriments à travers le tissu cultivé.

«Ce modèle peut nous aider à mieux comprendre l'origine, l'évolution et le traitement de la parodontite», explique la chercheuse. C'est intéressant, sachant que tout de même 20% à 40% de la population souffre d'une inflammation des gencives. La médecine dentaire a aussi établi que la parodontite joue un rôle dans les accidents vasculaires cérébraux et les crises cardiaques, et peut-être également dans l'apparition précoce de la maladie d'Alzheimer. «Nous connaissons déjà bien la manière dont se développe la parodontite, mais pas ses effets sur les autres organes», note Petra Dittrich.

Pour ce projet, la chimiste a collaboré avec Thimios Mitsiadis de l'Université de Zurich, spécialiste en biologie orale. L'équipe a prélevé des cellules dans la peau de la racine d'une dent humaine saine et les a combinées dans un hydrogel avec des cellules importantes pour le développement des vaisseaux sanguins. Ces deux types de cellules ont donné naissance à un cube haut de quelques millimètres de tissu de la peau de la racine, cultivé sur micro-puce, laquelle permet de simuler les processus inflammatoires «comme dans le corps humain», explique Petra Dittrich. Cela ne serait pas possible avec des cultures cellulaires usuelles faites en deux dimensions.

Sur sa micro-puce, la chimiste peut désormais observer dans des conditions contrôlées comment l'inflammation évolue et comment le tissu se modifie. Les premières expériences menées ont déjà été prometteuses. *Astrid Viciano*

S. Svanberg et al.: «Periodontal ligament-on-chip as a Novel Tool for Studies on the Physiology and Pathology of Periodontal Tissues. *Advanced Healthcare Materials* (2024)



Photo: S. Cattacin and F. Gamba (2024)

L'après-midi, le petit parc genevois devient un lieu de rencontres familiales.

Quand l'inclusion se joue au parc

«La meilleure façon de gérer la diversité urbaine est de créer les conditions permettant aux gens d'orchestrer naturellement leur propre inclusion», affirme Sandro Cattacin, sociologue à l'Université de Genève. Avec l'anthropologue Fiorenza Gamba, ils ont cherché à comprendre «comment se déploie, dans une société des différences, la coordination dans un espace public».

Ils ont ainsi étudié, de 2019 à 2022, le rythme de vie d'un parc de quartier genevois de 1500 mètres carrés placé sous la sauvegarde des citoyens et doté d'une situation centrale permettant une observation discrète. Les deux scientifiques ont découvert un lieu où la liberté d'initiative s'est traduite en responsabilité pour un bien commun. Les 120 heures d'observation révèlent l'émergence d'une inclusion naturelle où différents groupes sociaux s'approprient le parc selon des créneaux horaires

distincts. Les enfants des crèches l'investissent le matin, les travailleuses y mangent à midi, les familles s'y retrouvent l'après-midi, les jeunes s'y réunissent en soirée. Durant la pandémie, il a accueilli des mariages et des funérailles, soulignant son importance comme lieu de socialisation.

Le parc a des atouts favorisant sa fréquentation. Il a des lignes de vue dégagées inspirant la sécurité. Il se situe dans un quartier populaire où les différences sont tolérées. Les rares conflits se résolvent diplomatiquement entre usagères et usagers qui s'expliquent mutuellement les règles tacites du lieu. «Une ville aspirant à plus de cohésion sociale devrait favoriser l'émergence de ce type de parc», conclut Sandro Cattacin. *Kalina Anguelova*

S. Cattacin and F. Gamba: Inclusion of differences through the rhythm of the city. An analysis of an urban neighbourhood park. *Cities* (2025)

Le virus se camoufle pour tromper notre système immunitaire

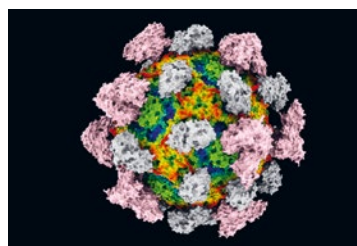


Photo: H. Lee et al. (2024)

Agent pathogène caché parmi les protéines humaines (rose et gris).

Le très répandu **parvovirus B19 peut induire des fausses couches**. Sans méthode pour le cultiver, la recherche à ce sujet est limitée. Or, une équipe de l'Université de Berne a pu isoler dans le sang de personnes infectées et a trouvé sa structure. Étonnamment, **l'enveloppe est couverte de protéines humaines**. «Le virus se cache probablement ainsi du système immunitaire et se multiplie plus longtemps sans entraves», note Carlos Ros qui dirige l'équipe. *yv*

H. Lee et al.: Infectious parvovirus B19 circulates in the blood coated with active host protease inhibitors. *Nature Communications* (2024)

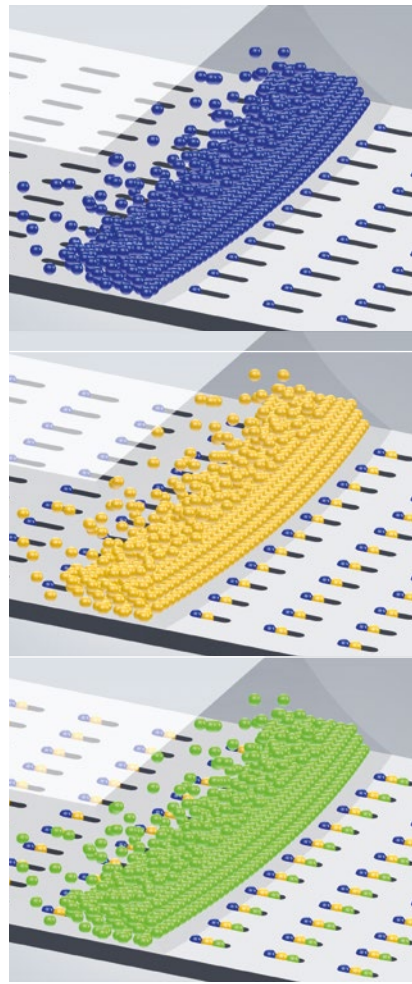
Des algorithmes détecteurs de blanchiment d'argent

Les criminels usent de nombreux stratagèmes pour blanchir l'argent sale. Le butin peut par exemple être **réparti sur divers comptes**, pour être réuni ensuite. Ou il tourne entre plusieurs banques. Ces manœuvres passent inaperçues sur les relevés de compte présentés sous forme de tableau. Mais on peut détecter les schémas typiques de ces transactions en les transformant en graphique qui représente les flux d'argent comme un plan de réseau de métro.

Une équipe zurichoise d'IBM Research Europe Switzerland a développé des algorithmes spéciaux pour ce type d'analyse. Lors d'un test, ceux-ci ont **détecté les mouvements d'argent suspects significativement plus souvent** que d'autres méthodes. Autre nouveauté: l'analyse se fait en temps réel. Selon Jovan Blanuša, auteur principal, les algorithmes pourraient encore déceler **d'autres activités illicites comme l'hameçonnage ou la manipulation** de cours d'actions. Le logiciel **est en libre accès**. [yy](#)

J. Blanuša et al.: Graph Feature Preprocessor: Real-time Subgraph-based Feature Extraction for Financial Crime Detection. ACM International Conference on AI in Finance (2024)

Point de mire



Un signal d'alarme coloré

Des microbilles remplies de colorants fluorescents peuvent indiquer des **dommages de matériaux au micromètre près**. Quand la pression augmente, ces billes fluorescentes éclatent dans un ordre précis: d'abord les vertes, puis les jaunes et ensuite les bleues. L'équipe de Minghan Hu à l'ETH Zurich a développé un procédé pour qu'une bille de chaque couleur s'insère à son tour dans des **pièges microscopiques placés sur une plaque de silicium**. Celle-ci peut être intégrée dans des matériaux dont il faut surveiller les éventuels dommages – par exemple dans les avions. [yy](#)

M. Hu et al.: Self-Reporting Multiple Microscopic Stresses Through Tunable Microcapsule Arrays. Advanced Materials (2024)

Raviver la résistance des plantes cultivées

Les plantes sont confrontées à un défi: évaluer l'énergie à investir dans la défense contre les pathogènes sans trop réduire leur croissance. Une étude a analysé les données de près de 200 espèces de plantes afin de déterminer si elles traitent ce dilemme de manière différente.

Les scientifiques se sont penchés sur un groupe de gènes de résistance trouvés relativement facilement dans le génome et qui peuvent servir d'indicateurs pour estimer ce qu'une espèce végétale investit dans ses défenses. «Nous avons divisé les espèces en plantes cultivées et espèces sauvages», explique Anna-Liisa Laine de l'Université d'Helsinki, auparavant à l'Université de Zurich. «Nous nous attendions à des

résultats différents, les humains ayant fortement sélectionné les plantes utiles pour leur rendement.» L'étude a ensuite montré que le conflit d'objectifs attendu existait chez les plantes sauvages – un potentiel de défense plus important réduit donc la croissance. Mais cette relation n'a pas pu être constatée chez les espèces cultivées.

Une raison en est l'absence de gènes de résistance dans les plantes cultivées. Un grand nombre de ces gènes ont été perdus involontairement, les sélections ayant toujours favorisé un rendement maximal plutôt que la résistance. «Contrairement aux espèces utilisées en agriculture, leurs cousines sauvages ont un répertoire bien plus grand de

«Les plantes sauvages ont un répertoire bien plus grand de gènes de résistance que les plantes cultivées.»

gènes de résistance qui pourrait être utilisé dans de futures sélections», poursuit Anna-Liisa Laine. Ces dernières seraient nécessaires, car les plantes utiles, peu résistantes, ne poussent que grâce au recours important aux fongicides et autres pesticides. Ce qui est incompatible avec une agriculture plus durable.

Il est primordial d'étudier plus précisément les mécanismes de défense, afin d'optimiser les croisements entre les plantes utiles et leurs parents sauvages. Quelques gènes de résistance bien ciblés pourraient s'avérer plus efficaces que des milliers. Une variété de cultures bien optimisée aurait alors le bon nombre de gènes de résistance, lui permettant de continuer à investir dans la croissance. *Sofia van Moorsel*

M. Giolai and A.-L. Laine: A trade-off between investment in molecular defense repertoires and growth in plants. Science (2024)



Le peuplement de l'Océanie

Le Pacifique Sud fut peuplé tardivement par l'humain. Quand précisément fait encore débat. Or, une étude de l'Eawag et de l'ETH Zurich vient de montrer que **des humains vivaient déjà sur l'archipel du Vanuatu il y a environ 2800 ans** et y cultivaient du taro – preuve la plus ancienne d'horticulture dans la région à ce jour. Dans une carotte sédimentaire, les chercheurs ont trouvé de la **cire de feuilles de taro et des biomarqueurs typiques des matières fécales humaines** dans des couches vieilles de 2800 ans. A l'époque, un changement climatique a pu en favoriser l'implantation. *yv*

G. Camperio et al.: Sedimentary biomarkers of human presence and taro cultivation reveal early horticulture in Remote Oceania. *Communications Earth & Environment* (2024)

Gare au recyclage du PVC!

Le PVC est prisé, par exemple pour les revêtements de sol, et se recycle bien. Le broyer produit des granulés utilisés aussi pour fabriquer les couches intermédiaires de sols neufs en PVC. Problème: des substances nocives issues de la production antérieure restent en circulation. Les revêtements de sol en PVC vendus en Suisse contiennent par exemple encore du DEHP, plastifiant interdit depuis 2020. Et ce, en quantités supérieures aux valeurs limites, montre une étude de l'Empa et de l'ETH Zurich. Selon leur modélisation, ce sera encore le cas pendant des décennies à moins de changer les procédés de recyclage. «Une solution serait de tester le PVC avant son recyclage pour détecter la présence de ces substances», explique Zhanyun Wang, coauteur de l'étude. *yv*

M. Klotz et al.: Increasing the Recycling of PVC Flooring Requires Phthalate Removal for Ensuring Consumers' Safety: A Cross-Checked Substance Flow Analysis of Plasticizers for Switzerland. *Environmental Science & Technology* (2024)

Alcool: les jeunes abstinentes simulent pour être mieux acceptés

Pour la première fois en Suisse, une étude s'intéresse à la consommation d'alcool sous l'angle des jeunes qui n'en boivent pas. Selon les résultats, cette minorité qui représente entre 8% et 17% des 15-24 ans se sent souvent jugée et isolée, et mériterait davantage de visibilité. «Des données internationales montrent qu'il y a de plus en plus de jeunes qui ne boivent pas. Nous voulions savoir ce qu'il en était en Suisse, un pays à la forte culture viticole», commente Yara Barrense-Dias, chercheuse responsable de l'étude à Unisanté, à l'Université de Lausanne.

L'équipe de recherche a recruté 63 jeunes et les a répartis en groupes selon le genre, l'âge et leurs habitudes de consommation. Interrogés sur leurs représentations de celles et ceux qui boivent ou ne boivent pas d'alcool, leurs réponses révèlent notamment qu'il existerait une forme de hiérarchie des raisons de ne pas en consommer.

Si les motifs religieux ou le fait de devoir conduire sont généralement acceptés sans jugement, d'autres justifications, comme le

goût, la peur de perdre le contrôle, le respect de l'âge légal ou de mauvaises expériences passées, suscitent souvent des questionnements et une pression sociale. Un sentiment d'incompréhension qui pousse certaines jeunes filles et certains garçons à éviter les fêtes où il y a de l'alcool ou à développer des stratégies pour cacher leur non-consommation, comme de mentir ou de garder un verre à la main.

Les conclusions de l'étude ont été transmises aux organisations chargées de la prévention dans les écoles afin d'adapter leurs programmes de sorte à mieux visibiliser le choix de ne pas boire d'alcool. «Il faut normaliser la non-consommation d'alcool en faisant accepter que toutes les raisons de ne pas boire sont bonnes. Ces jeunes ont besoin de savoir qu'ils et elles ne sont pas seules», conclut Yara Barrense-Dias. *Anne-Marie Trabichet*

L. Chok et al.: Non-drinking and social life in adolescence: a qualitative study in Switzerland. *Discover Social Science and Health* (2024)

Sparadrap pour les nerfs

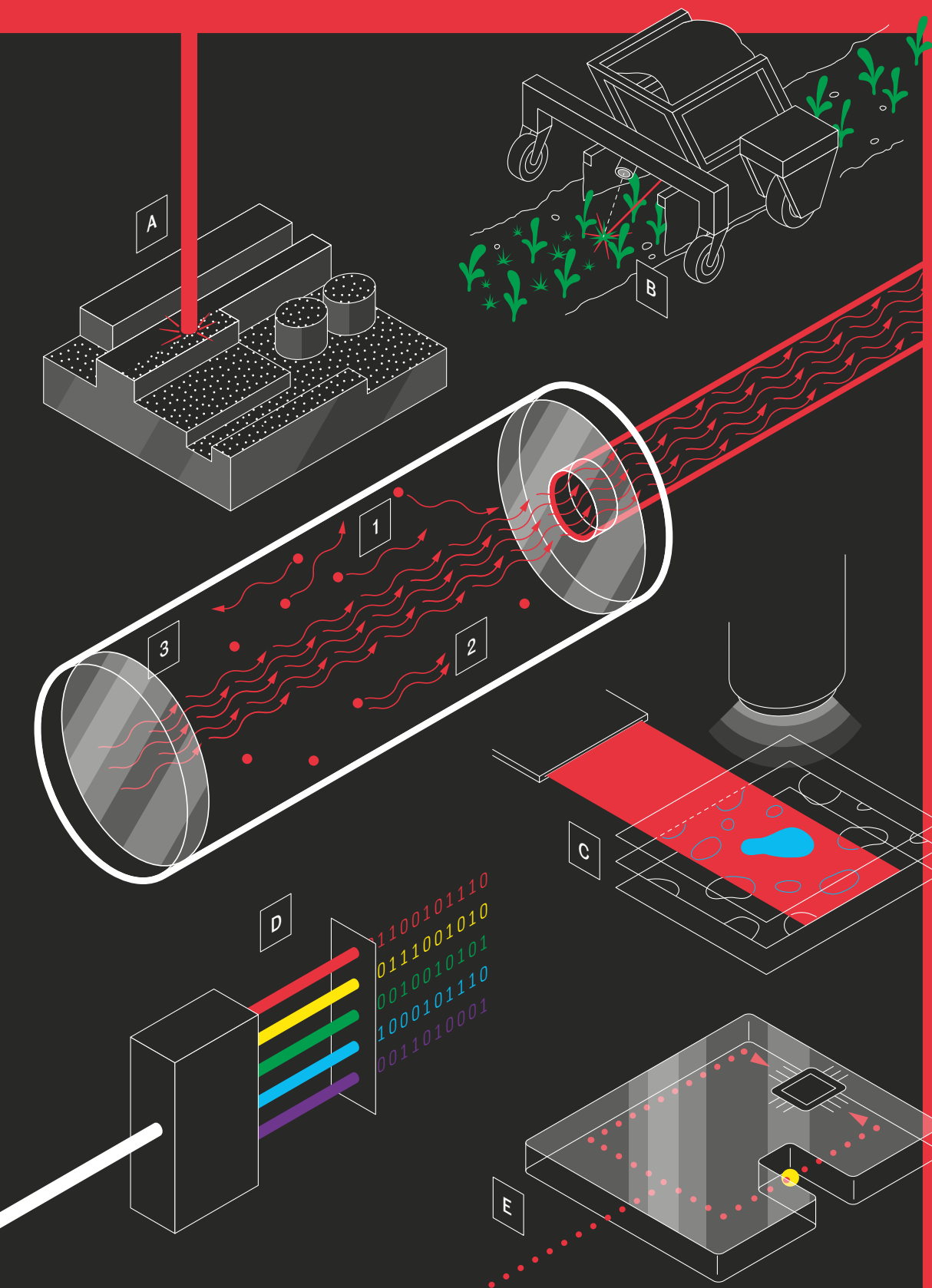
Un morceau de plastique de quelques micromètres s'enroule autour de l'axone (le prolongement d'un neurone) sans l'endommager. «Cela ouvre de **nouvelles possibilités en neurosciences**», note la postdoc Marta Airaghi Leccardi qui a développé ce procédé au MIT à Boston grâce à une bourse de mobilité. Ces micro-pansements pourraient par exemple intégrer des composants électroniques pour **stimuler des cellules nerveuses individuelles avec précision** et sans fil. On pourrait également envisager de les utiliser un jour pour réparer des neurones endommagés. *yv*

M. J. I. Airaghi Leccardi et al.: Light-induced rolling of azobenzene polymer thin films for wrapping subcellular neuronal structures. *Communications Chemistry* (2024)

Le rayon laser, l'arme à tout faire

Éliminer les indésirables, construire des structures filigranes: comment cinq start-up suisses exploitent les diverses capacités offertes par les lasers.

Texte Florian Fisch Illustration Ikonaut



Un laser se forme par exemple dans un cristal dont les atomes sont excités par la lumière. Si l'un d'entre eux revient au repos, il émet un photon d'une longueur d'onde donnée **(1)**. Si ce photon rencontre un autre atome agité, il produit un photon qui oscille de façon synchrone et se déplace dans la même direction **(2)**. Deux miroirs font en sorte que les photons se multiplient dans ce sens **(3)**. On obtient ainsi un faisceau puissant, monochrome et synchrone pour de nombreuses applications:

A Imprimante 3D pour le métal
Un puissant rayon laser peut fondre la poudre de métal à un endroit précis et réaliser ainsi de complexes structures 3D couche après couche. A-Metal, spin-off de l'ETH Zurich, a simplifié ce procédé.

B Robot désherbant autonome
La mission du robot, conçu par Catterra, spin-off de l'ETH, en collaboration avec Agroscope, est de détruire les mauvaises herbes sans herbicide. Il les reconnaît de façon autonome et les brûle de manière ciblée avec un laser.

C Dépistage efficace du cancer
Dans les microscopes, les rayons laser permettent d'examiner les prélèvements couche par couche et d'en faire une image en 3D. Le spin-off Imai de l'ETH Zurich a développé une méthode pour préparer de nombreux échantillons de tissus à la fois en utilisant les colorants ad hoc.

D Pour davantage de données
Superposer plusieurs lasers permet une utilisation plus efficace des câbles en fibre de verre des centres de données. Le spin-off Enlightra de l'EPFL développe les peignes de fréquences nécessaires pour réunir et séparer les couleurs.

E Analyse par mini-puce de verre
Cassio-P Alpha, spin-off de l'EPFL, a miniaturisé l'analyse au laser. Un appareil un peu plus grand que la paume d'une main envoie des impulsions laser d'un milliardième de seconde dans une puce de verre pour analyser un échantillon directement sur place – par exemple lors de recherches sur le terrain.

Vide total, absence de tout, face-à-face avec la mort – qui se frotte au néant se heurte aux extrêmes. Et cela vaut aussi pour la recherche.

Atelier englouti par les trous noirs

Ne rien photographier est «possible en théorie, mais en pratique, on obtient des images complètement noires», disent Jojakim Cortis et Adrian Sonderegger. Leurs surfaces circulaires sont réelles et n'ont donc pas été produites par traitement d'image. Au contraire: elles ont été peintes en studio avec beaucoup de peinture noire à différents endroits. Il en résulte des plans imaginaires détachés de l'environnement. Tout semble disparaître derrière les trous noirs – ou presque. Des résidus de l'action subsistent d'ailleurs encore au studio.



DOSSIER: AUX TRÉFONDS DU NÉANT

Le vide qui n'est pas

Le présumé néant entre les galaxies regorge de matière et d'énergie. Et il contient même la clé du destin de l'Univers. Voyage aux confins de l'imaginable et retour.

Texte Daniel Saraga Illustration Michael Raaflaub

Le vide existe-t-il? Aborder cette question exige de considérer autant l'infiniment grand que l'infiniment petit. Et permet au passage d'évoquer «la pire prédiction théorique de l'histoire de la physique» tout en découvrant les destins variés que cette dernière prédit à notre Univers. Le vide étant défini par l'absence du reste, le comprendre nous pousse à comprendre le tout. «Le vide peut être vu comme une gradation d'absences, dont chaque théorie de la physique a sa propre conception», glisse Baptiste Le Bihan, professeur de philosophie à l'Université de Genève. Pour Norma Sanchez, physicienne émérite à l'Université Paris sciences et lettres, «le concept du vide n'est pas absolu, mais évolue».

Pour le commun des mortels, le vide correspond à l'absence d'atmosphère. Il n'est jamais parfait, contenant toujours un grand nombre de molécules d'air, mais trouve de nombreuses applications – de la préservation des aliments à la production de circuits électroniques (voir encadré ci-dessous). Une propriété méconnue du vide est la force qu'il renferme: en 1656, le scientifique allemand Otto von Guericke montrait que deux attelages de huit chevaux ne pouvaient décoller deux demi-sphères métalliques de plus de 40 centimètres de diamètre maintenues ensemble par un vide d'air. Cette résistance résulte de la pression atmosphérique, qui ne s'exerce qu'à l'extérieur des sphères et non pas à l'intérieur. Le vide tire donc ici sa force du non-vide qui l'entoure.

Le meilleur vide sur Terre se trouve dans des laboratoires de recherche, notamment dans les tunnels du Cern, près de Genève. La pression y est 1000 milliards (10^{12}) de fois plus faible que celle de l'air ambiant. Mais ce n'est rien comparé à l'espace: on n'y trouve en moyenne qu'un atome d'hydrogène dans chaque mètre cube. Le vide le plus élevé du Cosmos, encore dix fois plus extrême, se trouve entre les filaments galactiques, des structures filandreuses sur lesquelles se concentrent les galaxies (voir encadré du haut, page 18). Un «vrai vide», sans la moindre matière, ne règnerait qu'entre les atomes isolés dans l'espace.

Quoique. Car à cette matière visible directement observable au moyen de télescopes – étoiles, galaxies, gaz interstellaires – s'ajoute la matière sombre, qu'on ne peut voir mais dont les effets gravitationnels sont manifestes.

Cette matière invisible agit comme une lentille qui déforme la trajectoire de la lumière. Et mesurer ces déformations permet d'en estimer la quantité: environ cinq fois plus que la matière apparente.

La densité de matière, visible ou sombre, pourrait-elle décroître à mesure que l'on avance vers les confins de l'Univers et atteindre un vide étendu? Probablement pas, répond Ruth Durrer, professeure émérite de cosmologie à l'Université de Genève. «Il y a deux possibilités: soit l'Univers est fini, à l'instar de la surface d'une bulle de savon. Dans ce cas, il n'y a pas de raison que la densité diminue. Soit il est infini, tel un drap sans bords. Mais dans ce cas, les observations astronomiques nous font penser que la matière est en quantité infinie et se distribue de manière uniforme à travers le Cosmos.»

Une fin du monde glaciale

En plus de la matière visible et de la matière sombre, la cosmologie attribue à l'Univers un troisième composant, la mystérieuse énergie sombre. Sa nature exacte demeure inconnue, mais ce concept est nécessaire pour expliquer l'observation que notre Univers s'étend de manière accélérée: les distances entre les galaxies augmentent toujours plus vite. Une forme possible d'énergie sombre est la constante cosmologique – une densité d'énergie répulsive et répandue de manière uniforme dans tout le Cosmos. Elle apparaît dans les solutions des équations de la relativité d'Einstein pour un Univers dépourvu de toute matière, visible ou sombre, et correspond donc à une énergie qui se trouve dans le vide. Comme si ce dernier faisait grandir l'Univers, à la manière de l'air sous pression qui gonfle un ballon.

Et cette énergie du vide pourrait bien déterminer notre futur lointain. Si la densité énergétique totale de l'Univers – y compris la

matière selon Albert Einstein – est inférieure à un certain seuil, le Cosmos est comme un drap infini et continuera à s'étendre à jamais. C'est le scénario du «grand gel»: une obscurité totale peuplée d'atomes isolés et d'étoiles mortes de plus en plus distantes, qui perdurera pour l'éternité.

Une autre éventualité, dans le cas d'un Univers «bulle de savon» fini, serait que son expansion ralentisse et s'inverse sous l'effet de sa propre gravité, à l'instar d'une balle de fusil tirée en l'air et qui retombe, vaincue par l'attraction terrestre. La taille du Cosmos diminuant, les étoiles se rapprocheraient, se feraient avaler par des trous noirs, et l'Univers finirait en Big Crunch, une forme de Big Bang à l'envers.

Dans cette théorie de bulle à savon, la densité énergétique totale de l'Univers devrait être supérieure au seuil critique. A elle seule, l'énergie noire devrait être plusieurs centaines de fois plus faible que ce que les observations actuelles laissent supposer, explique Ruth Durrer. C'est pourquoi il importe de bien comprendre d'où le vide tire son énergie.

Cette quête nous emmène directement de l'infiniment grand à l'infiniment petit, au cœur de la physique quantique, qui décrit le monde des atomes et des particules élémentaires. Ces dernières comprennent des particules de matière, telles que les électrons et protons, ainsi que les particules de force, telles que le photon responsable de l'électromagnétisme. Dans cette théorie, toute particule est le fruit d'une excitation par rapport au niveau d'énergie le plus bas, qui, lui, correspond à l'absence de particules.

Or, cette énergie du vide n'est pas non plus nulle. Car en physique quantique, «rien n'est parfaitement statique», comme nous le rappelle la physicienne. Pas même le vide. Selon le fameux principe d'incertitude d'Heisenberg,

Un vide polyvalent

L'air à très basse pression a de nombreuses applications industrielles et commerciales. La force mécanique du vide est ainsi utilisée dans les aspirateurs. L'aspiration d'air prévient **les contaminations microbiennes d'aliments emballés** ou par la poussière lors de la gravure de puces électroniques. Le vide évite aussi la résistance de l'air, ce qui profite aux sondes spatiales et **projets de train à lévitation magnétique ultrarapides dans des tunnels dédiés** tels que Swissmetro. Le vide constitue de plus le meilleur isolant thermique, par exemple pour les vitrages ou les thermos. On utilise aussi les modifications des **propriétés physico-chimiques** des liquides à basse pression pour distiller ou pour la congélation. C'est aussi dans le vide que sont **testées les technologies spatiales sur Terre**.

Le peu qui reste: nombre de particules par mètre cube.

10 000 000 000 000 000 000 000 000 000	10^{25}	Air ambiant
100 000 000 000 000 000 000 000 000	10^{23}	Emballage sous vide
1 000 000 000 000 000 000 000	10^{18}	Vide industriel élevé
10 000 000 000 000	10^{12}	Vide le plus poussé sur Terre en laboratoire
10 000 000	10^7	Vide interplanétaire
10	10^1	Densité critique de l'Univers (qui détermine son futur lointain)
10	10^1	Densité totale de l'Univers (y compris la matière et l'énergie sombres)
1	10^0	Densité moyenne de l'Univers
0,1	10^{-1}	Vide intergalactique

une particule ne peut pas être parfaitement immobile à un endroit précis. Le vide reçoit donc de l'énergie des fluctuations incessantes des particules qui pourraient – potentiellement – exister. Mieux encore: ces fluctuations créent continuellement des paires de particules virtuelles, comme un électron et un anti-électron, qui sont impossibles à observer tant leur durée de vie est courte.

Ce vide quantique remplit ainsi de particules virtuelles même les espaces infinitésimaux situés entre les atomes, entre les électrons et leur noyau, ou encore entre les quarks qui composent les protons. Le fait qu'il contient de l'énergie a été maintes fois démontré expérimentalement, dans les détails des forces moléculaires ou encore dans l'effet Casimir, qui voit une force générée par le vide pousser deux simples plaques métalliques l'une contre l'autre. Cette énergie quantique du vide est un candidat naturel pour la constante cosmologique – l'énergie du vide décrite dans le contexte différent de la relativité générale d'Albert Einstein. Petit problème, et de taille: les calculs théoriques prédisent une énergie du vide bien trop élevée. Les ouvrages de référence parlent même de «la pire prédiction théorique de l'histoire de la physique»: la prévision est 10^{120} (un 1 suivi de 120 zéros) fois plus grande que les estimations établies sur les observations astronomiques – un décalage inconcevablement vaste.

«Cette erreur n'est pas du tout surprenante, tempère Ruth Durrer. Car ce calcul devrait utiliser une théorie quantique de la gravité, une approche qui décrirait en même temps la relativité d'Einstein et la physique quantique. On cherche une telle théorie depuis plus d'un siècle, sans succès.»

Parmi les tentatives d'unification de la physique quantique et de la relativité, on trouve la théorie des cordes. En considérant des espaces ayant une dizaine de dimensions additionnelles, elle nous emmène encore plus loin. Dans certains scénarios, «la désintégration du vide verrait des dimensions s'effondrer sur elles-mêmes et disparaître, explique Irene Valenzuela, physicienne au Cern. Ces dimensions disparues donneraient naissance à des bulles de néant qui gonfleraient, s'étendraient, et finiraient par prendre la place de notre Univers.» Si la théorie des cordes octroie une place au néant, ce vide véritablement vide, elle demeure abstraite et n'a encore été étayée par aucune observation tangible.

Un vide probablement instable

La physique des particules réserve encore une surprise. Le vide de notre Univers – et par conséquent, tout ce qu'il contient – est probablement instable. Car l'énergie du boson de Higgs, qui confère à toutes les particules la masse qu'elles ont, pourrait bien disposer d'un état plus fondamental. Dans un tel cas, le Higgs finirait bien un jour par y transitionner, ce qui modifierait ses propriétés et, par ricochet, celles de toutes les particules de l'Univers. «Il y aurait alors de fortes chances pour que les atomes ne soient plus stables», note Ruth Durrer. La physique et la chimie que nous connaissons seraient impossibles, et toute la matière – êtres vivants, planètes et étoiles – s'effondrerait en des particules élémentaires et de la lumière.

Cette désintégration du vide serait «la catastrophe écologique ultime», écrivait le physicien Sidney Coleman en 1980. Seule consolation: les calculs estiment qu'elle ne devrait

pas survenir avant 10^{65} (un 1 suivi de 65 zéros) années, soit bien plus que l'âge de l'Univers (10^{10} années), et bien après que les dernières étoiles se seraient éteintes. Le vide apparaît donc comme essentiel, loin d'être «rien». Mais si les approches qui permettent de l'explorer proposent un florilège d'apocalypses potentielles, qu'en est-il des origines de notre Univers? Le néant l'a-t-il précédé? Puisque le temps de notre Univers est apparu en compagnie de l'espace à l'instant du Big Bang, il n'y avait rien avant. Il n'y avait pas d'avant.

Le paradoxe est similaire si l'on tente de repousser le néant autour de notre Univers: en principe, ce dernier comprend tout ce qui existe. Il ne peut donc rien y avoir autour de lui. Reste à saisir le concept même du «rien», du vide absolu ou du néant. «C'est délicat, répond le philosophe Baptiste Le Bihan. Le néant représente le vide ontologique. S'il y avait un tel néant «à côté» de notre Univers, il faudrait pouvoir le localiser. Mais cela n'est pas cohérent avec sa définition, qui est l'absence non seulement de toute matière et de toute énergie, mais également de toute relation spatiale ou temporelle. Dans ce sens, je dirais que le néant n'existe pas. Du moins, dans notre Univers.»

Daniel Saraga est journaliste scientifique indépendant à Bâle.



Les multiples visages du zéro

Le chiffre de l'absence a des fonctions variées.
Petite histoire du rien.

Zéro peut d'abord signifier l'absence de quantité, comme le nombre de pommes qui nous reste après avoir donné toutes celles qu'on avait. Ce concept a mis du temps à trouver sa place en science: «L'idée de représenter l'absence d'une chose par un symbole de même nature que celui consignait sa présence n'est pas évidente», explique Roy Wagner, professeur d'histoire et de philosophie des mathématiques à l'ETH Zurich.

Au VII^e siècle, le mathématicien indien Brahmagupta traite zéro comme un nombre à part entière, sur lequel on peut effectuer les opérations arithmétiques usuelles. C'est «shunya» en sanscrit (signifiant le néant), qui deviendra «sefr» en persan, notamment dans les travaux du savant Al-Khwarizmi, et – probablement – «zefiro» en italien ancien qui est à l'origine du mot «zéro».

L'autre grand usage de zéro se trouve dans la notation positionnelle, comme lorsqu'il indique l'absence de dizaines dans le nombre 1203. Ce zéro de position a une certaine parenté avec celui de la quantité, mais limitée: la soustraction en colonnes avec retenue lui donne temporairement la valeur dix, chose impossible pour le zéro de quantité.

Bien avant les chiffres romains et leur numérotation additive (MCCIII), des systèmes positionnels apparaissent il y a déjà quatre millénaires dans les mathématiques babyloniennes, construites autour de la base 60, ainsi que chez Archimède. Les nombres sont d'abord représentés de manière tabulaire (par exemple avec un boulier), ce qui permet d'exprimer l'absence d'un certain facteur par un simple espace vide. L'écriture de nombres sans table rendra par la suite nécessaire l'introduction d'un symbole dédié, qui d'ailleurs n'est pas toujours le même que celui du zéro de quantité.

Zéro a encore d'autres usages. On le retrouve dans le comptage, par exemple pour l'heure commençant à minuit (0h00) plutôt qu'à une heure. Les architectes de l'Égypte ancienne utilisaient le hiéroglyphe de zéro pour indiquer des points de référence géométriques dans les constructions. Le zéro apparaît également dans les technologies numériques, qui représentent l'information à l'aide de 1 et de 0. L'utilisation de la base binaire en informatique vient de l'algèbre booléenne, qui a formalisé la logique formelle. En associant 1 et 0 aux affirmations vraies et fausses, elle profite d'une similitude entre les opérations logiques («et», «ou») et les calculs faits sur les nombres 0 et 1.

Tous ces zéros représentent des concepts mathématiques bien distincts, qui ont des similarités mais aussi des différences. «Comprendre l'idée du zéro veut dire être en mesure de naviguer entre ces différents contextes, souligne Roy Wagner. D'ailleurs, de nouveaux concepts de zéro émergent tout le temps; certains durent, d'autres pas.»

Le zéro et l'infini ne sont-ils que des objets mathématiques, ou font-ils partie du monde? «Séparer le signifiant du signifié ne me paraît pas utile, répond le philosophe. Chaque signe possède une matérialité réelle, et chaque objet a une signification symbolique. Après tout, le concept d'un marteau est tout aussi approximatif que celui de zéro.» *dsa*

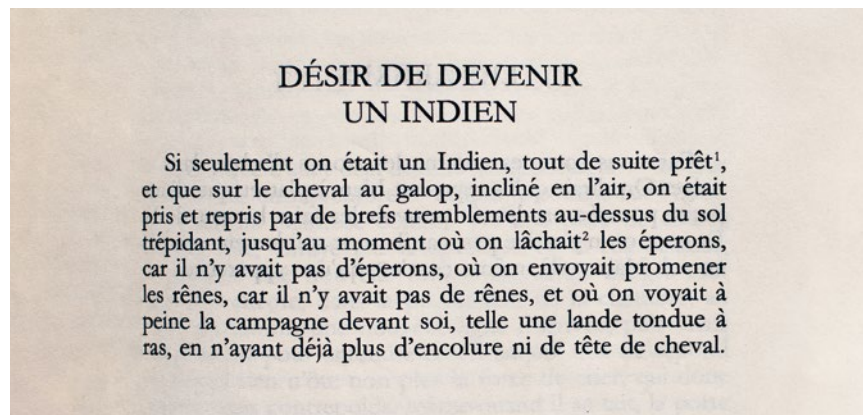




Il y a toujours quelque chose

Un texte qui se dissout lui-même. Une œuvre d'art qui ne trouve son accomplissement que dans sa destruction. Comment la littérature et l'art mènent à l'expérience du vide.

Propos recueillis par Judith Hochstrasser



«Ce texte n'est qu'une grande disparition»

Andreas Härter, professeur de littérature émérite, Uni de Saint-Gall

«Quand on parle de lui, le néant n'est pas. Car parler, ce n'est pas rien. La littérature peut tout de même essayer de thématiser le néant ou de le rendre tangible. Ce texte de Franz Kafka en est un exemple. Il nous donne une image, celle du désir de devenir un Indien. Le désir d'être libéré. Cet idéal du natif américain libre, comme nous le formulerions aujourd'hui, est toutefois déterminé par la culture. Le désir de liberté se rattache à cet idéal, mais dans le texte, l'image commence à disparaître: les éperons, les rênes, l'encolure et la tête du cheval. Alors que le désir se libère de sa propre image culturelle codée, le texte se tait. Mais si l'image du désir de liberté disparaît, que reste-t-il de celui-ci? Le désir perd toute concrétisation et le sujet du désir évolue dans un espace sans contours, dans un vide absolu. Autrement dit: il disparaît dans le néant. En tant que lecteur, je perçois cette disparition. Je ne disparaîs certes pas moi-même dans le texte, mais il me mène relativement loin dans l'expérience du néant.

Au fond, le texte n'est qu'une grande disparition, sans pour autant l'autoriser complètement. On peut aussi le lire différemment: les natifs américains n'avaient pas d'éperons pour monter à cheval. Il pourrait s'agir d'une simple erreur. Mais la lande tondue à ras est encore plus improbable. Une prairie n'est pas une lande. Ces éléments incongrus démontrent le désir de liberté: tu n'es pas un Indien, après tout! Aban-

donne ton désir de liberté! Et là encore, le texte s'interrompt. On peut alors réunir les deux modes de lecture: les éléments incongrus freinent le désir de liberté et empêchent le sujet de disparaître. Comme son empreinte culturelle reste, il ne peut pas en même temps se fondre dans le néant. Là encore, il est prisonnier d'un monde dont il aimerait en principe s'échapper. Kafka dénonce toujours les contraintes sociales, les institutions, les normes. Il n'y a donc pas de grande disparition. Selon moi, le texte ne prend pas parti, il conserve justement la tension entre le désir et sa non-réalisabilité.

Les personnages de Kafka sont souvent sur le point d'être anéantis par des forces menaçantes. Dans la nouvelle «Le Verdict», le fils est condamné à mort par le père. Dans «Le Procès», le personnage est arrêté et finalement exécuté. Dans «La Colonie pénitentiaire», il est tué dans une machine. Et ainsi de suite. Les puissances auxquelles le sujet se sent livré ont toujours un potentiel d'anéantissement. On retrouve donc aussi une forme de néant. Kafka a d'ailleurs rédigé un testament dans lequel il demande à son ami Max Brod de brûler son œuvre. Cette disposition symbolise l'auto-anéantissement de l'auteur et une tentative de se libérer. C'est encore un souhait qui ne se réalise pas. L'œuvre de Kafka ne disparaît pas dans le néant, mais devient au contraire la plus commentée de la littérature allemande du XXe siècle.» jho

Image ci-dessus: La parabole «Désir de devenir un Indien» est déjà parue dans la première publication de Kafka – «Contemplation» de 1913. Source: Franz Kafka: Gesammelte Werke, 1994

«Il fallait d'abord une sorte d'effacement»

Hanna Hölling, historienne de l'art, Haute école des arts, Berne

«Ce tag a désormais disparu. L'image fait partie des très rares photos des travaux de l'artiste Florence Jung et l'histoire mérite d'être racontée: le 6 janvier 2018, un collaborateur de la galerie bâloise von Bartha découvre ce tag sur la façade de l'immeuble. Le galeriste Stefan von Bartha, alors en voyage, est très énervé quand on l'informe de la présence du graffiti. Il partage une photo et sa colère sur Instagram puis, deux jours plus tard, le fait effacer. A ce stade, un petit retour en arrière s'impose. Quelques mois plus tôt, Florence Jung avait accepté d'exposer dans la galerie, à une condition: que le galeriste ne reçoive pas d'informations sur l'œuvre avant qu'elle soit achevée. Elle lui avait toutefois assuré qu'il la reconnaîtrait quand elle serait livrée. Florence Jung a alors chargé une artiste de réaliser le tag pendant la nuit. Dans un courriel du 8 janvier, elle expliquera au galeriste que l'exposition était constituée du graffiti effacé et d'un communiqué de presse. Il s'agit bel et bien du sens premier de «etwas fehlt» («il manque quelque chose»): il manquait d'abord l'interprétation, le contexte. Il s'agissait donc déjà d'une sorte de vide, de non-existence. Car pour la réalisation complète de l'œuvre «Jung 56», une sorte d'effacement devait se produire.

Comme toutes les œuvres de l'artiste, «Jung 56» est hyper-conceptuelle. Elle joue avec les états d'invisibilité, les perceptions et les contextes situationnels, le refus des matériaux et des médias. Et cela implique qu'elle supporte aussi les tensions émotionnelles qu'elle provoque. On peut considérer «Jung 56» sous l'angle du paradigme performatif: l'acte de l'exécution nocturne serait, en ce sens, la performance et le graffiti, le vestige physique qui représente l'absence de la performance. Le retrait du tag montre la disparition sous deux angles différents. Et ce n'est pas tout: Florence Jung travaille avec le refus de l'image. Elle ne veut pas de photos officielles de ses œuvres ou de sa personne. Aujourd'hui, les performances artistiques sont souvent associées à un événement exceptionnel. Quand celui-ci est terminé, les institutions artistiques essaient, lors des expositions, biennales et festivals, de remplir ce vide avec des documents, des objets, des photos, bref avec tout l'arsenal de la culture matérielle. Florence Jung fait le contraire. Elle nous laisse faire l'expérience du vide dans un monde inondé d'images, de médias, de représentations de soi. Elle résiste à cette terreur du vide et affirme: «Ce n'est pas ce que je souhaite. J'aimerais un débat profond dans le silence.» Cette attitude attire à son tour notre attention sur d'autres formes de transmission culturelle, comme le récit ou une expérience.

Cette œuvre s'est encore manifestée à deux reprises au moins: l'une sur l'île grecque d'Anafi. Comme elle a été involontairement associée au décès d'un habitant, elle a dû être rapidement recouverte de peinture. Des visiteurs ont toutefois rapporté que le message «etwas fehlt» («il manque quelque chose») transparaisait sous la couche de peinture. La métaphore est magnifique: pour les nombreuses couches de l'œuvre de l'artiste et pour le fait qu'elle est en train de disparaître, sans être jamais vraiment invisible. Le vide en soi n'existe pas. Il y a toujours quelque chose.» jho





«Tu souhaites mourir. Dis-m'en plus.»

Que se passe-t-il lorsque quelqu'un ne ressent plus qu'un grand vide, voire aspire au grand néant? Avec ses clientes, Emmy van Deurzen, psychothérapeute existentielle, scrute les abîmes et leur montre comment justement y puiser de la force.

Texte Ümit Yoker Photo Lily Miles

Emmy van Deurzen, vous travaillez avec des personnes qui ont vécu la guerre et des catastrophes. Comment gère-t-on le fait que plus rien ne subsiste de sa vie d'avant?

Quand j'étais jeune thérapeute, j'ai beaucoup travaillé avec des survivantes et survivants de l'Holocauste. Et plus tard, avec d'autres qui avaient vécu la guerre au Vietnam, dans les Balkans, en Afghanistan – et aujourd'hui, la guerre en Ukraine. Je constate toujours qu'il n'existe aucune règle. Certaines personnes ressortent incroyablement indemnes de ces pertes et atrocités et sont capables de relever de grands défis et de trouver leur propre voie. D'autres tombent dans un profond désarroi.

Quelle est la particularité des personnes tombées en désarroi?

La plupart du temps, elles jouaient un rôle passif, comme les femmes dont le mari est au front et qui se sentent totalement livrées à leur sort. Mais les crises existentielles peuvent avoir plein d'autres raisons: une perte d'emploi, le cambriolage de son logement, ou la disparition de l'espoir en l'avenir global.

Vous pratiquez la psychothérapie existentielle, qui vise à aider les personnes à découvrir leur valeur et à trouver un sens à leur vie. Le regard vers le néant ultime – la mort – en fait aussi partie. Pourquoi est-ce si important?

Les préoccupations initiales qui poussent quelqu'un à suivre une thérapie cachent habituellement des questions fondamentales: qui suis-je? Pourquoi suis-je en vie? Comment est-ce que je compose avec ma mortalité? Je crois que la plupart des problèmes psychiques sont liés au fait que nous avons perdu le sens de notre existence. Lorsque nous nous penchons sur ces questions, nous constatons rapidement que nous trouvons nous-mêmes les réponses, et plus encore: que nous sommes reliés depuis longtemps à tout ce qui compte



réellement dans la vie – aux personnes qui nous sont chères, mais aussi aux idées et aux choses qui nous tiennent à cœur, à la capacité de comprendre la vie et de la vivre plus librement, étape par étape.

Vous avez vous-même été confrontée très tôt à la mort. A l'âge de 10 ans, vous avez survécu de justesse à un grave accident de la route.

Après l'accident, grièvement blessée à la tête, je suis restée des semaines à l'hôpital sans avoir le droit de bouger. Je me souviens très bien à quel point mes proches craignaient que je meure. Personnellement, je ne savais rien de la mort et n'en avais pas peur. Je m'inquiétais plus de comment j'allais pouvoir continuer ma vie: mes blessures m'empêcheraient-elles de mener une vie normale au quotidien? Dès lors, il était évident pour moi que mourir était la voie la plus simple. Ce qui est difficile, c'est de vivre avec tout ce que la vie nous réserve. C'est devenu très concret pour moi à l'adolescence, quand j'ai eu le cœur brisé. J'ai alors tenté de mettre fin à mes jours. Pour moi, la mort était un refuge sûr.

Quelles influences ces expériences ont-elles sur votre travail aujourd'hui?

L'image de la mort comme refuge sûr m'accompagne toujours et me donne une base solide quand je travaille avec des clients qui sont suicidaires. Je peux mener un entretien thérapeutique sans avoir l'impression que je dois empêcher quelqu'un de se suicider. Je peux m'asseoir en face de cette personne et lui dire: «Ok, tu veux donc mourir. Dis-m'en plus.» Dans ces moments-là, je suis très proche de mon interlocuteur et je suis capable de sup-

porter son désespoir. Le courage que j'ai en tant que thérapeute de regarder dans leurs abîmes se transmet également à mes clientes et clients.

Que voulez-vous dire exactement?

A un moment donné, ces personnes osent explorer d'autres voies que celle du suicide pour se défaire de cette vie qui les a plongées dans une si grande souffrance. Qui ose regarder sa propre mort en face peut tout aussi bien consacrer son désespoir, mais aussi, et surtout, le grand courage nécessaire à franchir un tel pas, à transformer sa vie. C'est à cette prise de conscience que je cherche à amener mes clientes et clients. Il est toujours quelque chose qui nous est assez cher et précieux pour que nous voulions le sortir des flammes. Il suffit de savoir où chercher.

La dépression est souvent décrite comme un vide intérieur, parfois même comme l'absence de toute émotion.

Même lorsque toute émotion semble avoir disparu, je parviens en général en quelques minutes à repérer un mouvement émotionnel. Il y a toujours quelque chose qui nous frustre ou nous irrite – que ce soit le repas qu'on nous sert ou un mal de gorge. C'est là précisément que nous, les thérapeutes, intervenons.

Qu'est-ce que cela signifie?

Nous découvrons tout doucement, à partir de ces contrariétés, soucis et désirs quotidiens, l'ensemble de la trame de l'existence humaine. Dans la perspective de la thérapie existentielle, l'élément déterminant d'une dépression est le suivant: j'ai rendu ma vie toute, toute petite. Je ne m'autorise plus à penser au passé ou à

rêver de l'avenir. Je ne m'autorise plus à être ici et maintenant avec tous mes sens. Or, ces processus nous permettent justement de prendre de l'élan et de trouver notre place dans le monde.

Dans le bus, j'ai souvent l'impression que presque personne ne laisse vagabonder son esprit en regardant par la fenêtre.

Tout le monde est accroché à son smartphone. Perdons-nous la capacité de ne rien faire?

Nous vivons tous ces vies surchargées. Les jours sont remplis de distractions et de problèmes du quotidien qui, à un moment donné, nous paraissent insurmontables. Nous pensons alors être constamment occupés par notre existence, alors que la plupart des choses ne font que nous détourner de la vraie question: que faisons-nous exactement ici? Car c'est bien là tout le paradoxe: ce n'est que lorsque nous laissons le vide s'installer et que nous nous autorisons à être ouverts, à ne pas savoir, à ne rien faire, que nous sommes pleinement présents dans le moment présent. Cela signifie de saluer tout ce qui se passe dans la vie et de ne pas fuir nos sentiments, quels qu'ils soient. Nous nous rappelons alors à nouveau qui nous sommes et prenons conscience du fait que tout est déjà là, dans chacune et chacun d'entre nous.

Selon une étude de l'Université de Virginie publiée en 2014 et qui a fait débat, un nombre étonnant de personnes préfèrent s'électrocuter plutôt que d'être seules avec elles-mêmes. Cette interprétation est désormais aussi critiquée, mais un point problématique fait l'unanimité: l'esprit inactif se tourne toujours vers le prochain problème au lieu de s'attarder sur des pensées agréables. Mais est-ce si grave?

Après plus d'un demi-siècle dans le métier, je peux avancer avec une certitude absolue qu'aussi sûrement que la mort arrive un jour, la vie nous confronte chaque jour à de nouveaux obstacles. Mais nous sommes faits pour nous attaquer aux problèmes, pour nous montrer créatifs, ingénieux. Nous devrions prendre ces capacités au sérieux au lieu d'essayer de nous y soustraire. Peut-être que le sens de la vie consiste justement à ne pas s'apitoyer sur les difficultés et les échecs, mais à les accepter et à les affronter, et même à en profiter, car cela nous montre que nous sommes en vie.

Elle va au fond des choses

Emmy van Deurzen (73 ans) est psychothérapeute existentielle, philosophe et psychologue consultante. Néerlandaise d'origine et professeure invitée, elle dirige plusieurs cursus à la Middlesex University et est la **fondatrice et directrice de la New School of Psychotherapy and Counselling à Londres**. Elle a son propre cabinet de thérapie et préside le Mouvement existentiel mondial. **La psychothérapie existentielle est une approche philosophique du conseil et de la thérapie**, comme l'indique le Wiley World Handbook of Existential Therapy publié en 2019. Elle pose les questions suivantes: qui suis-je? Pourquoi suis-je ici? Comment gérer ma finitude? Cette forme de thérapie ne fournit pas de solutions rapides. Elle repose sur la compréhension qu'**en faisant preuve de courage et en étant prêt à regarder dans les abîmes** de la vie, il est possible de **faire quelque chose du temps qui nous est donné**.

Vous avez besoin d'aide ou de conseils?

La Main Tendue, Téléphone: 143. Courriel et chat en ligne: www.143.ch

Ümit Yoker est journaliste indépendante à Lisbonne.



Ici, les féministes sont rangées à côté des femmes d'Église

Autrefois, la femme du pasteur épousait aussi sa profession. La sociologue Ursula Streckeisen étudie l'évolution de la perception que ces femmes ont eue d'elles-mêmes au fil du temps. Cela, grâce aux archives Gosteli qui rassemblent des documents sur l'histoire des femmes depuis plus de quarante ans.

Texte Astrid Tomczak-Plewka Photos Gabi Vogt

1



5

4

Pour monter à l'étage des archives Gosteli, à Worblaufen près de Berne, on passe devant des pionnières de la lutte pour les droits politiques des femmes. La cage d'escalier de la villa construite en 1884 est ornée de leurs grands portraits, dont ceux de la journaliste Agnes Debrit-Vogel, de la pédagogue Helene Stucki ou encore de l'avocate et politicienne Marie Boehlen. Le portrait de la fondatrice des archives, Marthe Gosteli, a, quant à lui, une place de choix, au 1er étage, dans une salle à son nom qui fait office de coin de lecture et de bibliothèque.

Marthe Gosteli, née en 1917, grandit dans la ferme familiale, à deux pas de là. Sa grand-tante vit alors à l'étage résidentiel qui abrite aujourd'hui les archives. Quand son père décède, à la fin des années 1950, elle reprend avec sa sœur et sa mère la gestion de la grande exploitation agricole dans un monde dominé par les hommes. Elle s'engage à cette époque dans le comité de l'Association bernoise pour le droit de vote des femmes, puis, dès 1968, dans le comité de l'Alliance de sociétés féminines suisses (ASF, aujourd'hui Alliance F), qu'elle représentera dans diverses commissions fédérales. En 1982, elle ouvre grâce à son héritage une fondation dédiée à l'histoire du mouvement des femmes en Suisse. Et ce, pour une bonne raison: alors que la loi exige la conservation des actes officiels, les documents privés sont rarement archivés. Les activités politiques des femmes ne sont ainsi pas représentées dans les archives publiques.

Une des salles lambrissées héberge le fonds privé d'Ursula Streckeisen: dix boîtes grises soigneusement rangées, contenant des procès-verbaux de réunions, des tracts et d'autres documents liés aux activités politiques des Féministes radicales Berne-Fribourg-Bienne. «A la fin des années 1970 et au début des années 1980, elles appartenaient au nouveau mouvement féministe et ont déclenché d'importantes discussions», rappelle la sociologue, ancienne professeure à la Haute école pédagogique de Berne et privat-docent à l'Université de Berne. «J'étais membre active de ce groupe. J'ai conservé ces documents et les ai confiés par la suite aux archives.» Et elle entretient un autre lien avec la fondation Gosteli: elle y passe actuellement une dizaine d'heures par semaine pour étudier l'Association des femmes de pasteurs, fondée en 1928.

Répondre au téléphone allait de soi

La chercheuse – elle-même issue d'un foyer de pasteur réformé classique – veut se faire une première idée de l'évolution de l'image que ces femmes avaient d'elles-mêmes au fil des décennies. Longtemps, elles ont considéré qu'il était naturel que la compagne du pasteur soit entièrement à ses côtés en tant qu'auxiliaire: elle s'occupe non seulement du ménage et des enfants, mais s'engage aussi au sein de la paroisse. Elle est toujours à la disposition des invités et des gens en quête d'aide et assure «la conciergerie et la permanence téléphonique», détaille la sociologue.

Mais l'évolution de la société – dont l'individualisation, le changement des rapports entre les sexes, les thèmes environnementaux – n'épargnera pas l'Eglise évangélique réformée. En 1983, 19 épouses de pasteurs publient le «Livre vert». Elles y proposent cinq modèles pour redéfinir leur rôle et revendiquent notamment la liberté de choisir si, et comment, elles entendent s'impliquer dans la fonction de leur mari. Ce qui paraît évident aujourd'hui avait alors suscité des controverses et une averse de critiques également de la part d'épouses de pasteurs.

«Un vide de recherche exceptionnel»

La mère d'Ursula Streckeisen a elle-même participé à l'élaboration du «Livre vert». Née en 1922, formée comme éducatrice de la petite enfance, elle se plie d'abord au rôle prévu après son mariage avec un pasteur. Toutefois, elle s'en éloigne plus tard, retourne à son métier, poursuit sa formation et s'engage finalement en tant que conseillère d'Etat du Parti socialiste. «Un tel parcours était une exception à

2



3

- 1 Près d'un kilomètre de dossiers des archives Gosteli témoignent de l'histoire des femmes en Suisse. La majeure partie provient de l'Alliance de sociétés féminines suisses (BSF, aujourd'hui Alliance F).
- 2 Avec le «Gammeter Multigraph», l'historienne, enseignante et rédactrice Frida Humbel a imprimé la revue «Die Besinnung» dès 1952. A droite, dans le cadre photo, est exposée la première pétition pour le droit de vote et d'éligibilité des femmes de 1929.
- 3 La sociologue Ursula Streckeisen était elle-même membre des groupes de féministes radicales «Bern-Fribourg-Biel» et mène des recherches sur les femmes de pasteurs dans les archives.
- 4 Huit collaboratrices s'occupent de la saisie et de l'archivage des documents.
- 5 L'histoire des femmes englobe jusqu'à une note manuscrite d'une élève de l'école de soignantes de Zurich.

l'époque. Je l'ai peut-être même un peu influencée avec mon engagement féministe», sourit la chercheuse.

Elle-même a mené des recherches sur la sociologie des professions. Par profession classique, on entend une profession académique, typiquement conçue pour les hommes, qui se réfère à une valeur sociétale centrale comme la santé ou la justice: celui qui l'exerce est une personne de confiance pour sa clientèle et le pasteur classique en est l'exemple type. Mais, au contraire d'autres métiers, le presbytère et la famille du pasteur en font aussi partie. «Il y a une imbrication entre vie professionnelle et vie privée, note Ursula Streckeisen. La femme de pasteur classique n'épouse pas qu'un homme, mais aussi sa profession, et le pasteur épouse également une future collaboratrice.» Dans cette optique, le presbytère est plus qu'une résidence privée. Il comprend le bureau du pasteur, des salles de cours et un espace pour les visites. «Vu que la famille du pasteur est observée comme un modèle, le presbytère est aussi considéré comme ce qu'on appelle une maison de verre», précise la sociologue.

Une dizaine d'années après son départ à la retraite, la chercheuse commence à s'intéresser de manière approfondie à ce sujet qui, pour elle, souffre d'une «lacune de recherche sans précédent». Son travail part notamment du «Livre vert». Initialement, elle veut mettre en lumière le tournant des années 1970 et 1980, analyser les débats au sein du collectif des épouses de pasteurs et décrire la vie de deux représentantes de cette génération – dont sa mère – ayant écrit sur leur parcours. Mais en septembre 2024, l'Association des femmes de pasteurs est dissoute. Elle décide alors d'intégrer dans son étude cet événement et la manière dont les épouses de pasteurs se perçoivent aujourd'hui. «Je m'intéresse au regard que ces femmes portent sur leur vie et à la manière dont elles s'inscrivent dans un contexte social global», précise-t-elle.

A cette fin, elle réalise des interviews ouvertes et en tire des portraits. Elle trouve ses interlocutrices à travers des contacts personnels. Elle part aussi en quête d'un ou plusieurs pasteurs prêts à témoigner. Dans les archives Gosteli, elle analyse également les discussions plus récentes, notamment au sujet de la dissolution de l'association et de l'avenir des femmes de pasteurs. Le projet devrait aboutir à un livre ou à une série d'articles. Pour la chercheuse, «ces femmes doivent devenir visibles». D'une part, sa connaissance du milieu lui facilite le travail. «D'autre part, je dois particu-

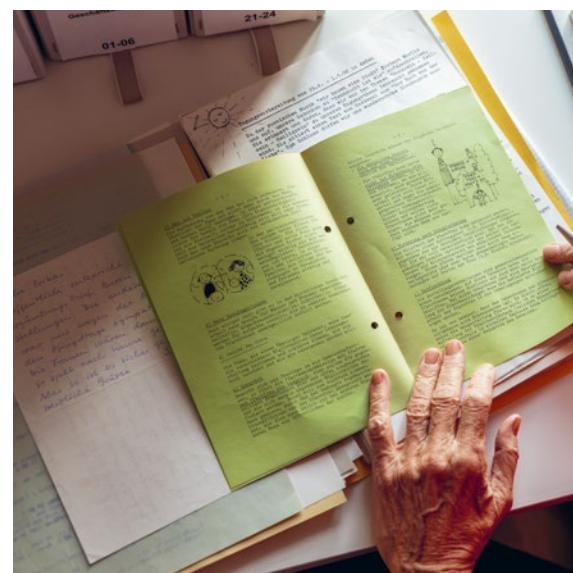
lièrement veiller à garder la distance.» Mais cela ne lui pose guère de problème: «J'ai de l'expérience en matière d'autoréflexion psychanalytique liée à la recherche.»

Contre le schéma gauche-droite

En œuvrant à rendre les femmes et leur histoire visibles, la sociologue agit pleinement dans l'esprit de Marthe Gosteli. «Sans histoire, pas d'avenir» était l'un des principes directeurs de la fondatrice, raconte Simona Isler, codirectrice des archives Gosteli. Celles-ci témoignent de manière éloquente de la diversité de cette histoire, avec un kilomètre linéaire environ de documents conservés en plus des livres et publications dans les rayonnages. Le fonds le plus important provient de l'Alliance de sociétés féminines suisses, le grand fonds privé de l'écrivaine et journaliste Katharina von Arx. Les archives emploient huit collaboratrices et bénéficient depuis quatre ans d'un financement public. N'ayant disposé auparavant que de ressources restreintes, les documents légués n'ont pas encore pu être tous traités. «Nous avons encore beaucoup de travail devant nous», confie Simona Isler.

La codirectrice relève l'existence de lacunes systématiques, comme la sous-représentation de la Suisse romande ou des organisations de femmes migrantes. L'archive a des ambitions: «Nous présentons ici toute la diversité du mouvement des femmes, ce qui comprend par exemple les opposantes à l'extension du droit de vote.» Dans le milieu de la recherche, la fondation Gosteli peut sembler représenter l'ancien mouvement féminin bourgeois, le nouveau courant féministe ayant trouvé sa place dans les Archives sociales suisses à Zurich. «Mais on ne peut réduire ces phénomènes à un schéma gauche-droite», souligne Simona Isler. Les exemples d'Ursula Streckeisen – féministe radicale – et de Marthe Gosteli – qui était membre d'honneur de l'UDC – l'illustrent bien.

6



Astrid Tomczak-Plewka est rédactrice d'Horizons.

9

«La femme de pasteur classique n'épouse pas seulement un homme, mais aussi sa profession, et le pasteur épouse également une future collaboratrice.»

Ursula Streckeisen



7

- 6 Ursula Streckeisen passe actuellement quelque dix heures par semaine à l'étude des dossiers des archives Gosteli.
- 7 La villa qui abrite les archives Gosteli est celle où vivait Marthe Gosteli, la grand-tante de la fondatrice.
- 8 Simona Isler, codirectrice des archives Gosteli: «Il reste encore beaucoup à faire.»
- 9 Le «Livre vert» était une étape importante du chemin vers une nouvelle conscience de soi des femmes de pasteurs.



8

L'un des éléments les plus mystérieux sur Terre et dans l'Univers

Comment le lithium est arrivé sur notre planète reste une énigme. Son extraction provoque pollution et conflits et il est difficile à dompter lors de son utilisation. Voici ce que l'on sait de cette ressource clé récalcitrante de la transition énergétique.

Texte Hubert Filser

Le lithium est apparu dans les cinq premières minutes de l'Univers, il y a quelque 13,8 milliards d'années. C'est l'un des métaux connus les plus légers, une ressource clé pour la transition énergétique et l'une des matières premières les plus convoitées au monde. Le lithium a été détecté pour la première fois il y a environ 200 ans, dans la mine d'Utö au sud de Stockholm. Pourtant, on ignore comment exactement il est arrivé sur Terre. Le métal ne peut d'ailleurs pas se former sur notre planète, car cela nécessite des énergies aussi extrêmes que celles de l'espace et de l'intérieur des étoiles.

«Le lithium est l'un des éléments les plus mystérieux de l'Univers», relève Anna Frebel, spécialiste des étoiles anciennes et des premiers instants de l'Univers au MIT. Cet élément est très réactif sous forme pure, et les premières étoiles, avec leurs températures centrales élevées, l'ont presque déjà entièrement brûlé. On devrait pourtant trouver dans l'espace bien plus de lithium selon le modèle standard qui décrit la formation de l'Univers. Les quantités d'hydrogène et d'hélium mesurées sont de l'ordre de grandeur attendu, mais pas le lithium, deux à quatre fois moins présent que prévu. Pourquoi? «Nous l'ignorons», répond l'astrophysicienne. C'est ce qu'on appelle le problème cosmologique du lithium.

Juste un accident cosmique

Les difficultés commencent dès la détection. On ne peut pas mesurer le lithium comme l'hydrogène et l'hélium dans les nuages de gaz interstellaire. Depuis la Terre, ce n'est qu'à la surface de certains types d'étoiles qu'on peut l'observer. Et même là, les signaux sont en général faibles – à quelques exceptions près: Anna Frebel et Corinne Charbonnel de l'Université de Genève ont récemment pu détecter dans l'étoile J0524-0336 une quantité de lithium 1000 fois plus élevée que dans des astres comparables. Un coup de chance, mais qui reste énigmatique. Une explication possible serait un processus unique dans la vie d'une étoile. Selon cette thèse, décrite dans une publication de Corinne Charbonnel, le lithium serait produit pendant une courte période, environ mille ans – un battement de cils dans la vie d'une étoile qui existe depuis des milliards d'années. Ensuite, l'étoile brûle entièrement le métal.

«Il n'y a plus eu de véritable production de lithium après le Big Bang, contrairement à d'autres éléments. Sa formation apparaît plutôt constituer une forme d'accident cosmique», poursuit Anna Frebel. La présence sur Terre de nombreux autres éléments est bien comprise: le fer provient de l'explosion de supernovas, lors de collisions d'étoiles à neutrons, le baryum de certaines étoiles géantes. Mais «le lithium est comme un poisson qui nous glisse entre les mains», dit la chercheuse.

Les scientifiques ont toutefois une hypothèse – un phénomène appelé spallation: des particules hautement énergétiques pourraient, au hasard de leur parcours dans le Cosmos, fusionner avec des éléments plus lourds et se désintégrer en lithium. Le métal aurait été formé encore et encore durant l'histoire de l'Univers et serait ensuite resté stable, faute de partenaires avec lesquels interagir.

Entre grande opportunité et grand destructeur

Mais dans ce cas aussi, la question demeure: comment ce métal est-il arrivé sur Terre? «Cela aussi, nous l'ignorons», admet la chercheuse. Le lithium présent aujourd'hui dans les batteries devait déjà faire partie du nuage de gaz et de poussière à partir duquel notre planète s'est constituée. Quand la Terre s'est solidifiée, il s'est d'abord enfoncé dans des couches plus profondes, en général sous forme de sel. Seules des conditions géologiques spécifiques le ramènent à nouveau vers la surface. C'est pourquoi on ne peut l'exploiter qu'en quelques lieux, et que six pays – l'Argentine, l'Australie, la Bolivie, le Chili, la Chine et les Etats-Unis – disposent d'environ 70% des réserves connues de cet or blanc. «Il n'est pas aisé d'accéder à cette précieuse matière première»,

souligne Marc Hufty du Geneva Graduate Institute. Il existe deux méthodes, poursuit-il. L'extraction à partir de roches dures dans des exploitations minières conventionnelles avec de lourds engins. Extraire 1 kilo de lithium exige souvent de broyer 1 tonne de granit et de traiter ce matériau avec des produits chimiques parfois agressifs. La méthode est notamment utilisée en Australie, le leader mondial de la production. Quant à l'extraction du lithium dans les salines, pratiquée principalement au Chili, en Argentine et en Chine, elle consiste à pomper la saumure de la croûte saline et à

concentrer dans d'immenses bassins par évaporation au soleil. «Les deux procédés nécessitent de grandes quantités d'eau et d'énergie. Et ils produisent beaucoup de déchets, de poussière, d'acides, de sous-produits chimiques et d'eau contaminée», fait remarquer le chercheur en développement qui a étudié les problèmes liés à l'exploitation du lithium en Amérique du Sud. Une exploitation qui déclenche souvent des résistances, comme dans l'Altiplano, le haut plateau des Andes. Car la population sait que les paysages intacts ou exploités uniquement dans le cadre d'une agriculture de subsistance sont souvent largement détruits.

Une destruction qui induit aussi des changements sociaux profonds dans ces régions. Les communautés locales sont divisées, rapporte le chercheur: certaines acceptent l'exploitation minière, vue comme une source de revenus, d'emplois et de royalties. D'autres la rejettent car

«Le lithium offre la chance de monter dans le train de la croissance industrielle.»

Marc Hufty



Dans ce bassin de la province argentine de Catamarca, de la saumure s'évapore pour l'extraction du lithium. Photo: Anita Pouchard Serra

elle détruit l'environnement et transforme des modes de vie ancestraux. «Ces fractures sont souvent intergénérationnelles, car les plus jeunes sont attirés par les nouvelles possibilités de consommation», précise Marc Hufty. Le lithium a une grande importance symbolique en Amérique latine, comme autrefois le pétrole. Il offre la chance de «monter enfin dans le train de la croissance industrielle». Un espoir qui se concrétise toutefois rarement.

Et la demande mondiale ne fait qu'augmenter. Les batteries lithium-ion sont la technologie dominante sur le marché: on les trouve dans les smartphones, les PC portables et les voitures électriques. Le lithium est un matériau très léger qui libère ses électrons avec facilité – deux avantages pour stocker l'électricité. Et les ions du métal circulent entre l'anode et la cathode dans un flux sans réactions chimiques susceptibles de dégrader les électrodes.

La course à la meilleure pile ionique

Les bases de cette technologie ont été posées durant la crise pétrolière des années 1970, grâce notamment à trois lauréats du prix Nobel de chimie en 2019. Le matériau n'est toutefois pas facile à maîtriser, et des batteries prenant feu montrent l'importance de dompter sa réactivité: il réagit si rapidement avec l'eau ou l'oxygène qu'on ne le trouve pratiquement jamais dans la nature sous sa forme métallique pure. Jeté dans l'eau, un morceau de lithium s'enflammerait spontanément, sifflant et se déplaçant à la surface dans tous les sens. Assurer la stabilité de batteries à haute performance représente ainsi un défi. Une approche est de fabriquer des batteries en couches dans le but d'isoler le matériau réactif. Il est important de contrôler les réactions chimiques dans une batterie, afin de capter l'énergie libérée lors de la décharge

de manière ciblée. Ali Coskun mène des recherches à l'Université de Fribourg sur de nouvelles batteries, notamment sur des électrodes en lithium et soufre. «La disponibilité du soufre est un avantage», explique le chimiste. Car l'acide sulfurique et le soufre élémentaire sont faciles à produire industriellement. Deuxième avantage: les batteries avec éléments lithium-soufre sont jusqu'à 40% plus légères que les batteries lithium-ion et même jusqu'à 60% plus légères que les modèles lithium-phosphate de fer également courants.

Cependant, les réactions chimiques de ces prototypes sont encore très lentes. Le chimiste et son collaborateur Patrick Fritz travaillent sur un nouveau type d'électrolyte – le liquide situé entre l'anode et la cathode de l'accumulateur. Ils préparent une publication et un partenaire industriel en Corée du Sud devrait bientôt tester les nouvelles batteries. «Il faudra toutefois encore cinq à dix ans de développement avant une éventuelle commercialisation», tempère Ali Coskun. C'est une vraie course: «Les entreprises chinoises dominent la production de batteries dans le monde entier. Et dans la recherche fondamentale, neuf publications sur dix viennent de Chine.»

La seule chance pour l'Europe est de devenir encore plus innovante, selon le scientifique qui plaide pour un soutien fort de la recherche fondamentale. Si l'origine du lithium reste mystérieuse, son extraction difficile et sa maîtrise délicate, une chose est certaine: cet élément continuera à jouer un rôle central dans la transition énergétique des prochaines années.

Hubert Filser est journaliste scientifique à Munich.

Lorsque le vivant s'illumine

La capacité de produire de la lumière a été inventée de manière indépendante une centaine de fois dans l'histoire de la vie. Tour d'horizon des organismes lumineux vivant dans l'air, dans le sol et dans les profondeurs marines.

Texte **Santina Russo**

Accouplement express

Les lucioles se cherchent dans la nuit.

Les animaux bioluminescents les plus connus sont les lucioles et les vers luisants. La raison de cette capacité à briller dans la nuit est moins notoire: une période d'accouplement très courte. Le ver luisant n'a que quatre semaines pour s'accoupler avant de mourir, faute de nourriture. Car les adultes perdent leur bouche et ne peuvent plus s'alimenter. Les femelles illuminent leur arrière-train la nuit afin que les mâles de l'espèce, *Lamprohiza splendidula*, les trouvent à temps. Ils s'illuminent alors eux aussi, n'ayant que sept jours pour la reproduction. En Suisse, on peut les voir virevolter entre fin juin et début juillet.

La bioluminescence est produite par une réaction chimique: des molécules de luciférine réagissent avec l'oxygène grâce à l'enzyme luciférase, se décomposent et libèrent de l'énergie sous forme lumineuse. Certaines lucioles s'illuminent de manière rythmée. Leur prédateur *Araneus ventricosus*, une araignée asiatique, en profite: elle garde en vie les mâles capturés dans le but d'attirer davantage de proies par leur lumière.

Un truc d'équipe efficace

Les nématodes font briller leurs victimes.

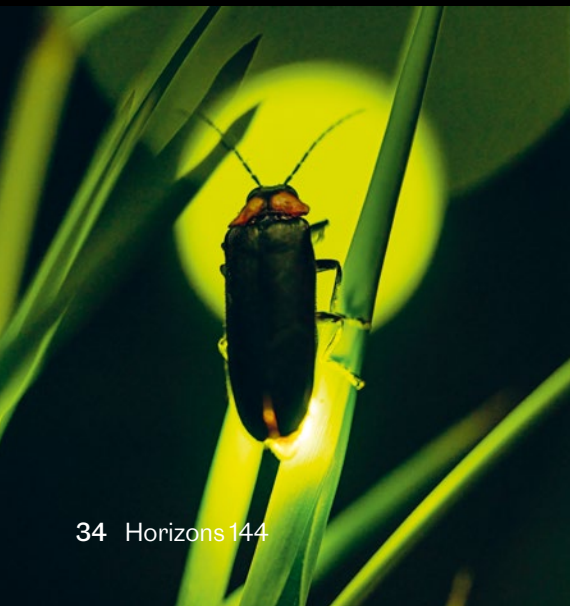
La bioluminescence se rencontre peu dans les sols denses. Ricardo Machado de l'Université de Neuchâtel s'est intéressé à la fonction qu'elle pourrait avoir. Il a étudié certains vers ronds vivant en symbiose avec la bactérie lumineuse *Photobacterium*, notamment lorsqu'ils s'attaquent aux larves de coléoptères. Les nématodes pénètrent dans les insectes, alors que les bactéries produisent des toxines contre la proie. Les vers dévorent les larves et s'y reproduisent. Durant cette phase, les bactéries produisent une lumière bleu-vert qui fait briller les cadavres des insectes. Le chercheur et son équipe ont découvert pourquoi: l'aptitude des bactéries à établir une relation symbiotique avec les nématodes se réduisait lorsque leur bioluminescence était désactivée au moyen de techniques génétiques. «Ce partenariat est donc directement lié à la capacité de bioluminescence», note-t-il. La lumière décourage les coléoptères charognards qui menaceraient les nématodes lors de la reproduction, une période de vulnérabilité. La lumière assure ainsi la survie des vers.

Imiter la lumière du soleil

Le calmar scintille pour mieux se cacher.

Ce sont les océans qui hébergent le plus de vie lumineuse: au moins trois quarts des animaux marins émettent de la lumière. C'est ce qu'a découvert l'équipe de Séverine Martini à l'Institut méditerranéen d'océanologie à Marseille en filmant la vie sous-marine pendant dix-sept ans. «Presque tout est lumineux dans la mer, il suffit de bien regarder», explique la chercheuse. La lumière est produite dans des organes fermés, la plupart du temps grâce à une relation symbiotique avec des bactéries lumineuses. Chez certains petits calmars tels que *Abrolia veranyi*, la lumière sert probablement de camouflage. De minuscules organes lumineux répartis sur leur corps donnent un aspect scintillant qui imite la lumière du soleil dans l'eau et dissimule leur ombre, les rendant moins visibles pour les prédateurs.

Certains animaux marins utilisent la lumière pour communiquer, d'autres pour attirer des proies, tels les poissons des abysses. C'est du moins une hypothèse. Car «la fonction de la bioluminescence est plus difficile encore à étudier dans les profondeurs sous-marines que dans le sol», souligne Ricardo Machado de l'Université de Neuchâtel. Y effectuer des observations est très coûteux et en l'absence de groupes de contrôle, soit d'animaux non luminescents, il est difficile de tester les hypothèses. Une chose paraît claire toutefois: la bioluminescence est si présente en mer qu'elle doit jouer un rôle de premier plan.



Chatoyant jusqu'au design

Champignon cherche mouche pour ses spores

La bioluminescence est rare chez les champignons: seules 122 espèces sur les 100 000 décrites sont lumineuses. On y trouve les armillaires, qui colonisent le bois avec leurs filaments fongiques et le font briller. Avec un peu de chance, on peut admirer ce phénomène en Suisse en automne, notamment dans les milieux humides. Certains champignons poussent sur le bois en décomposition et lui confèrent un vert lumineux mystique, appelé «feu de fée». Des indices suggèrent qu'avec cette lumière, ils attirent les insectes afin qu'ils transportent leurs spores. L'explication reste néanmoins hypothétique.

La luminescence des champignons peut être utile dans un autre domaine, montrent les travaux de Francis Schwarze de l'Empa. Il a trouvé une armillaire particulièrement lumineuse et l'a étudiée dans le but de contrôler sa luminescence. Il a développé des hybrides champignon-bois qui peuvent s'illuminer pendant une dizaine de mois lorsqu'on régule leur humidité: «Nous voulons ainsi donner une plus-value au bois pour qu'il soit utilisé de manière plus durable à l'avenir.» Cela fonctionne pour l'instant avec du bois de balsa, particulièrement léger, et il prévoit d'ennoblir ainsi également des bois feuillus indigènes. De quoi imaginer des objets de design, par exemple des lampes de chevet ou des bijoux.

On lui doit un prix Nobel

Une méduse illumine la recherche.

Son nom est *Aequorea victoria*. Cette méduse vit dans l'océan Pacifique, principalement au large des côtes nord-américaines. Mais son influence s'est étendue jusqu'à Stockholm, la ville des prix Nobel. Contrairement à la plupart des autres organismes luminescents, elle ne produit pas sa lumière grâce au mécanisme luciférine/luciférase, mais à l'aide d'une protéine à laquelle elle a donné son nom: l'équorine. Celle-ci émet une lumière bleue dès lors qu'elle est activée par du calcium, ce qui fait briller le corps de la méduse. De plus, la lumière de l'équorine active une autre molécule: la protéine fluorescente verte (GFP).

Contrairement à la luminescence, la fluorescence a besoin d'une stimulation pour produire de la lumière, et la GFP réagit à la lumière bleue ou ultraviolette. En la liant à des protéines d'intérêt, une lumière UV révèle où celles-ci se trouvent. En 2008, le biochimiste Osamu Shinomura reçoit le prix Nobel de chimie pour cette découverte et pour ses recherches sur la GFP. Celle-ci est devenue un outil indispensable dans les laboratoires de biologie moléculaire du monde entier.

La lumière fut grâce aux yeux

Le corail brille depuis des millions d'années.

Il y a plus de 2300 ans déjà, Aristote avait observé que les organismes vivants pouvaient produire de la lumière. Il décrivait ainsi dans «De Anima» une «lumière froide» venant de la mer. On sait aujourd'hui qu'elle provient de bactéries, mais la bioluminescence est bien plus ancienne. Une étude de 2024 montre à quel point. Elle détaille l'évolution des octocoraux, des coraux d'eau profonde à huit bras. En analysant des fossiles et des données génétiques, l'équipe internationale a découvert que leur bioluminescence est apparue il y a environ 540 millions d'années, époque à laquelle les premiers animaux développaient des yeux. L'invention de la bioluminescence avait auparavant été attribuée aux ostracodes, un groupe de minuscules crustacés, il y a 267 millions d'années. En réalité, la capacité à émettre de la lumière s'est multipliée de manière indépendante, par plus de 100, dans des organismes appartenant à plus de 800 genres.

Santina Russo est journaliste scientifique à Zurich.



Passage de témoin, la course se poursuit

Début 2025, Torsten Schwede a succédé à Matthias Egger à la présidence du Conseil de la recherche du FNS.

Rétrospective et perspectives.

Interview Atlant Bieri Photo Fabian Hugo

Matthias Egger, vous avez présidé le Conseil de la recherche du Fonds national suisse pendant huit ans. Quel a été votre plus grand succès?

Le FNS a notablement évolué, et le travail d'équipe a toujours été la clé. A mes yeux, la transformation du FNS en une organisation moderne et basée sur les preuves représente ma plus grande réussite – certaines structures anciennes remontaient aux années 1970. D'autres avancées importantes comprennent les compétences désormais élargies des membres du Conseil de la recherche pour décider de la stratégie politique du FNS. Ou encore le fait que les hautes écoles et les autres institutions scientifiques puissent faire valoir leurs opinions au sein de l'assemblée des délégués. Nous nous basons sur les bonnes pratiques d'évaluation pour attribuer des subsides, avec notamment une séparation entre évaluation des projets et décisions de financement. Le processus en devient plus équitable et plus transparent. Il faut par ailleurs accorder plus d'attention à la recherche inter- et transdisciplinaire. Dans le cadre de tels projets, les scientifiques de diverses disciplines travaillent avec des spécialistes du métier pour aborder des problèmes complexes tels que le développement durable.

A votre initiative, le FNS a fait analyser son propre travail d'encouragement de la recherche. Qu'en est-il ressorti?

Nous avons lancé des études telles les Career Tracker Cohorts pour suivre l'évolution des jeunes scientifiques. Un autre exemple est l'évaluation par les pairs. Les analyses montrent que les évaluateurs masculins tendent à évaluer les femmes de façon plus critique que les hommes, alors que les femmes évaluent les dossiers masculins et féminins de façon largement similaire. Ce constat est désormais intégré dans la formation des comités d'évaluation de projets. Pour améliorer la qualité des évaluations, nous travaillons en-

core à l'analyse du contenu des rapports de peer review à l'aide de l'intelligence artificielle.

La science ouverte était l'une de vos grandes causes. Etes-vous satisfait de la situation actuelle?

La part des publications en libre accès – soit librement accessibles dans le monde entier – issues de projets soutenus par le FNS a pu être augmentée de 50% à plus de 80%. Le problème fondamental qui subsiste toutefois est que les contribuables paient deux fois: d'abord pour financer la recherche, ensuite pour l'accès aux résultats. Le FNS couvre actuellement les frais que les scientifiques doivent payer aux maisons d'édition pour publier en open access. J'espère qu'il pourra bientôt se retirer de ce rôle, afin que ces fonds puissent être investis directement dans la recherche. Le cœur du problème réside dans l'industrie de la publication basée sur le prestige qui lui permet d'exiger des prix élevés. Cette culture qui privilégie le nom de la revue à la qualité de l'article et son impact doit être changée.

En tant que chef de la task force scientifique, vous jouiez un rôle central durant la pandémie. Que feriez-vous autrement aujourd'hui?

J'ajouterais une unité chargée de communication et d'analyse politiques aux dix groupes d'expertes de l'époque. La pandémie a mis au jour la relation conflictuelle entre science et politique. Les scientifiques s'efforcent d'acquiescer des connaissances et d'en tirer des recommandations d'action, alors que les femmes et hommes politiques défendent des positions claires et dont ils veulent convaincre les autres. Les politiques reprennent alors des connaissances scientifiques de manière souvent sélective. Cette dynamique génère des tensions entre ces deux sphères, d'autant plus que la science n'est elle-même pas exempte de divergences d'opinions. Dans tous les cas, le dialogue entre politique et science devrait être intensifié.



Vaincre les maladies infectieuses

Matthias Egger (67) est épidémiologiste et professeur à l'Université de Berne. Ses recherches portent sur le sida et d'autres **maladies infectieuses**, ainsi que sur les **différences socio-économiques dans le domaine de la santé**. De mars à août 2020, il fut le premier directeur de la Swiss National Covid-19 Science Task Force.



Compréhension digitale des protéines

Torsten Schwede (57) est professeur de bioinformatique structurale à l'Université de Bâle et à l'Institut suisse de bioinformatique SIB. Il développe **des méthodes de modélisation 3D des structures des protéines** et en étudie les interactions. Avant cela, il a travaillé pour GlaxoSmithKline et comme vice-recteur de la recherche à l'Université de Bâle.

Torsten Schwede, vous présidez le Conseil de la recherche du FNS depuis début 2025. Quel est votre principal objectif pour ces prochaines années?

Je souhaite contribuer à ce que la recherche suisse bénéficie aussi, à l'avenir, de bonnes conditions-cadres et continue à jouer un rôle de premier plan au niveau mondial. La gestion de l'intelligence artificielle sera l'un des thèmes importants – autant pour le FNS que pour la science en général. En 2024, le prix Nobel de chimie a été décerné à des scientifiques de DeepMind, une filiale de Google, pour avoir développé un algorithme prédisant la structure tridimensionnelle des protéines. D'une part, cela montre le grand potentiel de l'intelligence artificielle pour s'attaquer avec succès à des problèmes scientifiques fondamentaux. D'autre part, le défi pour la recherche académique de rester au niveau de l'industrie dans cette technologie clé apparaît aussi clairement.

La Confédération veut réduire de plus de 10% les dépenses pour l'éducation et la recherche. Le comprenez-vous?

La réduction prévue de plus de 10% du budget annuel du FNS à partir de 2026 serait dramatique pour la science dans notre pays. Les projets financés par le FNS s'étendent sur plusieurs années, et environ 80% du budget de l'année prochaine est déjà alloué. Une économie de 10% exigerait donc des coupes massives au sein des 20% disponibles pour les nouveaux soutiens. Il s'agirait d'une situation sans précédent dans l'histoire du Fonds national suisse! La majeure partie de ses moyens est consacrée aux salaires, notamment pour engager des doctorantes et des postdocs. Avec une coupe du budget, on économiserait donc au mauvais endroit: sur les meilleurs projets de recherche et sur les jeunes scientifiques qui sont en début de carrière. La prospérité de la Suisse dépend en grande partie d'un personnel qualifié bien formé ainsi que d'entreprises innovantes.

On voit actuellement deux revendications prédominer en science: la diversité des scientifiques et la promotion des meilleurs. Quelles sont les possibilités de résoudre ce dilemme?

Au final, c'est la qualité de la recherche qui compte. Encourager des projets de recherche excellents fait partie du mandat légal du FNS. L'excellence est toutefois multidimensionnelle et peut se manifester de manières très diverses. Le FNS a développé un modèle qui reflète cette diversité. En tant qu'organisation apprenante, il doit constamment revoir ses critères d'évaluation et analyser leur impact sur la diversité et la qualité de la recherche qui est soutenue.

La condamnation publique – la cancel culture – s'oppose à la liberté académique et d'expression des universités. En Allemagne, une doctorante qui voulait faire un exposé sur les deux sexes biologiques a été accusée d'être méprisante à l'égard des êtres humains. Que dites-vous à un étudiant qui veut empêcher une telle conférence?

Je ne comprends pas que des scientifiques en empêchent d'autres de s'exprimer. Un dialogue critique doit avoir lieu dans les hautes écoles – et cela implique de se confronter à des avis que l'on considère peut-être à titre personnel comme erronés. Toutefois, cela présuppose que ce dialogue se déroule dans un cadre qui sert à acquérir des connaissances scientifiques. La situation est différente pour les personnes qui défendent des opinions politiques extrêmes et refusent l'argumentation scientifique. Je n'offrirais pas de plate-forme à de telles personnes – on n'apprendrait rien de nouveau, et cela nuirait à la réputation des institutions.

Atlant Bieri est journaliste scientifique à Pfäffikon (ZH).



Quelque part au bord de... quel pays, en fait? Une réserve de biosphère au milieu des Carpates ukrainiennes en 2019. Photo: Dimatrofimchuk / Wikimedia Commons

A l'ouest, du nouveau en permanence

Les Carpates ukrainiennes, partie la plus occidentale de l'Ukraine actuelle, ont parfois été âprement disputées: entre les guerres mondiales, la région a changé plus souvent d'Etat qu'aucune autre région d'Europe. Une équipe de l'Université de Berne étudie comment la population a vécu cette situation volatile.

Texte Christoph Dieffenbacher

De longues chaînes de montagnes aux forêts denses, des vallées isolées et des champs cultivés dans les plaines rythment la Ruthénie subcarpatique, ou Transcarpatie. Cette partie des Carpates, sise à l'extrême ouest de l'actuelle Ukraine et bordée par la Roumanie, la Hongrie, la Slovaquie et la Pologne, fait à peine un tiers de la surface de la Suisse. Ce territoire, considéré en général comme périphérique, a néanmoins constamment été exposé aux convoitises de l'extérieur. Au début de l'agression russe de l'Ukraine, de nombreuses personnes déplacées ont traversé la région. Celle-ci est aujourd'hui encore touchée par de fréquentes coupures de courant.

Des peuples des plus divers ont habité ce territoire au fil du temps: Ruthènes (un terme désignant depuis le XXe siècle des groupes de populations slaves orientales hors Russie), Ukrainiennes, Hongrois, Allemandes, Rou-

maines, Polonaises, Juifs, Roms, Slovaques et Tchèques. Cette région a longtemps fait partie de l'Empire austro-hongrois, et la vie y était alors relativement calme jusqu'à la Première Guerre mondiale.

Ensuite, les occupations se succèdent à un rythme soutenu: des troupes roumaines, hongroises, françaises et tchécoslovaques se relaient avant que la région n'intègre en 1920 la Tchécoslovaquie, nouvellement créée. La Hongrie absorbe une partie du territoire en novembre 1938. Peu après, en 1939, des acteurs locaux proclament l'indépendance de la Transcarpatie lorsque la Tchécoslovaquie éclate. Mais cela ne durera que 27 heures. La région passe alors sous domination hongroise, puis à nouveau en Tchécoslovaquie, avec l'arrivée de l'Armée rouge, avant d'intégrer la République socialiste soviétique d'Ukraine, en 1946. «Nulle part ailleurs en Europe il n'y a eu autant

de déplacements de frontières et de changements d'Etat durant l'entre-deux-guerres», relève Julia Richers, spécialiste en histoire de l'Europe de l'Est et professeure à l'Université de Berne. En moins de trois décennies, la population a subi jusqu'à 17 occupations militaires. Et de nombreuses personnes ont vécu six changements d'Etat – parfois même sans jamais quitter leur village d'origine. L'historienne cite un mot d'esprit populaire de l'époque: «Ce ne sont pas les gens qui ont traversé les frontières, ce sont les frontières qui sont passées à travers les gens.»

Quels étaient les plans des différents dirigeants lors de ces occupations? Comment ces changements constants de gouvernement ont-ils affecté le quotidien de la population et la vie en commun? Et comment les individus ont-ils géré cette instabilité? C'est ce type de questions que l'équipe de recherche bernoise veut

étudier à trois niveaux: du point de vue des acteurs étatiques, des divers groupes sociaux et des personnes touchées.

Correspondances, journaux intimes, albums photo et films

«La période de l'entre-deux-guerres a été peu étudiée dans cette région, poursuit Julia Richers. Beaucoup de zones d'ombre subsistent.» Son projet mené avec des scientifiques d'Ukraine n'en est qu'à ses débuts: il devrait s'achever en 2027. L'équipe cherche des réponses dans des archives et des collections publiques et privées en étudiant curriculum vitae et successions, correspondances et journaux intimes, actes judiciaires et dossiers de police, albums photos, films et enregistrements sonores de témoins de l'époque. «Nos recherches ont déjà pu montrer à quel point cette région, apparemment si isolée, a été marquée par les Etats voisins», relève l'historienne. Elle souligne l'importance de mener ces travaux en plusieurs langues – russe, ukrainien, hongrois, roumain, tchèque, slovaque ou encore yiddish – le plurilinguisme faisant ressortir des perspectives différentes.

Berenika Zeller étudie dans ce projet comment, après la Première Guerre mondiale, la Tchécoslovaquie s'est emparée de la Transcarpatie. Le gouvernement de Prague lance alors un ambitieux programme de modernisation: il construit routes et lignes de chemin de fer, installe des lignes téléphoniques et bâtit écoles, hôpitaux et postes-frontières. Il envoie dans la région des milliers de géographes et de fonctionnaires, notamment du personnel policier et enseignant. L'objectif est d'intégrer le territoire dans le nouvel Etat national et d'en prendre le contrôle. Mais cette politique de sécurité imposée par le haut provoque la résistance au sein de la population locale, rapporte la doctorante: «Des enseignants et enseignantes refusèrent de prêter serment d'allégeance à la nouvelle République, d'autres personnes protestèrent avec violence contre les percepteurs d'impôts ou les gendarmes.»

Les recherches de l'équipe internationale sont aussi consacrées à la situation de la population majoritaire en Transcarpatie, les Ruthènes. «Malgré leur grand nombre, les occupants les ont souvent traités comme une minorité», relève Michèle Häfliger, autre doctorante du groupe de Julia Richers. Chaque nouveau gouvernement essaie de gagner cette population à sa cause, notamment par la propagande. On le voit dans des documents de partis politiques, d'associations, d'églises ou encore d'écoles. Ces efforts ne sont pas tou-

jours couronnés de succès, constate l'historienne: «De nombreuses personnes vivaient dans un tel dénuement qu'elles devaient avant tout gérer les soucis du quotidien au lieu de se préoccuper de questions telles que la conscience nationale.»

Une forte pression s'exerçait sur la population juive, établie dans les centres urbains et dans des communautés villageoises isolées. «A chaque changement d'Etat, on l'accusait de ne pas s'intégrer suffisamment, d'être déloyale ou même d'espionner pour le compte de puissances étrangères – des reproches qui constituent un fil rouge de cette période», explique Julia Richers. La communauté juive aura appris au cours de l'histoire que les grands changements lui sont rarement bénéfiques. La cohabitation avec le voisinage multiethnique semble être largement pacifique, tandis que des tensions apparaissent entre les membres des différents courants de la religion juive.

Les travaux de recherche ont mené aux premiers indices qui montrent que les frontières avec les régions voisines étaient perméables – probablement davantage que souhaité par les Etats. Les mariages transfrontaliers n'étaient pas rares, tout comme des relations familiales ramifiées ou des fluctuations dans les affiliations aux diverses associations. Les gens qui ne devaient ou ne voulaient pas s'adapter restaient parfois en retrait pour attendre le prochain changement de gouvernement. Cette attitude aura des conséquences fatales pour certains groupes – en particulier pour la population juive. Nombreux furent ceux qui tentèrent d'émigrer, mais trop tard. Près de 90% des juives et des juifs de Transcarpatie furent assassinés durant l'Holocauste.

«Les gens qui vivent dans des régions frontalières sont souvent bien conscients de leur vulnérabilité lors d'un conflit armé», reprend Julia Richers. En développant le concept de «border biographies», elle veut placer les trajectoires individuelles au centre de la recherche historique, afin d'analyser ces expériences de vie. Une telle approche permet de mieux aborder les contextes historiques complexes, notamment en Europe centrale et orientale. L'historiographie traditionnelle, pour sa part, adopte en général la perspective des Etats-nations et de leurs intérêts stratégiques. «Nous nous demandons au contraire comment les gens sur place ont été marqués par l'histoire des frontières et des occupations fluctuantes.»

Epicierie trilingue

Quel héritage ont laissé les changements politiques de l'entre-deux-guerres en Transcarpatie? Trouve-t-on encore des traces visibles de ce passé? Il est difficile d'établir un lien direct entre les événements de l'époque et ceux d'aujourd'hui, remarque Julia Richers, en particulier en raison des nombreuses expulsions ethniques qui ont eu lieu depuis. Pourtant, certains détails défient le temps. Dans la ville d'Uzhhorod, à la frontière avec la Slovaquie, l'historienne a ainsi découvert une petite épicerie à l'enseigne toujours trilingue – en ukrainien, hongrois et tchèque. Un vestige d'une époque mouvementée.

Christoph Dieffenbacher est journaliste indépendant à Bâle.



Photo: Paměť národa

Danse à la fête scolaire dans les Carpates ukrainiennes dans les années 1930.

Quand des scientifiques crèvent l'écran

Installez-vous confortablement sur votre canapé ou dans un fauteuil de cinéma: la rédaction d'Horizons fait la critique de douze séries et films actuels, dans lesquels tout tourne autour de laboratoires, de découvertes et de questions existentielles.

Texte Florian Fisch, Judith Hochstrasser, Sophie Rivara et Astrid Tomczak-Plewka

L'humanité sera exterminée dans 400 ans

Série de science-fiction **Le Problème à 3 corps**, Netflix (2024)

«Je ne comprends pas bien ce que ça veut dire, que la science soit défaillante.» – «Moi non plus, mais ce n'est pas une bonne chose. Estime-toi heureux de ne pas être un scientifique. Sale époque pour les scientifiques.» Voilà pour le dialogue entre deux enquêteurs dans le premier épisode de la série américaine «Le Problème à 3 corps». Les accélérateurs à particules du monde entier ne livrent plus que des données défiant toutes les lois de la physique. Plusieurs scientifiques se suicident. Quelque chose ne tourne vraiment pas rond. Un policier usé, mais malin, ainsi que cinq jeunes nerds de physique qui ont autrefois fait de la recherche ensemble à Oxford tentent de comprendre ce qui se passe. Cela, notamment à l'aide d'un jeu vidéo qui offre une immersion hors du commun. Ils finissent par comprendre que le problème est énorme. Des extraterrestres attaqueront la terre dans 400 ans, afin d'exterminer cette vermine qu'est l'être humain. Les scientifiques portent dès lors leur part de responsabilité dans le sauvetage de l'humanité. C'est d'ailleurs l'un d'entre



eux qui a appelé les puissances étrangères, amorçant ainsi la destruction imminente. Une influence ambivalente de la science sur le destin de la planète, comme dans la réalité.

David Benioff et Daniel Brett Weiss, créateurs de la série «Game of Thrones», ont développé «Le Problème à 3 corps» sur la base de la première partie de la trilogie «Trisolaris». Une fois encore, ils font preuve de talent pour narrer des histoires complexes. Bien qu'ils aient déplacé le cadre du roman de l'écrivain chinois Liu Cixin en Grande-Bretagne, ils rendent hommage à l'origine de cette histoire épique, par exemple avec certains des personnages issus de l'Empire du Milieu. Les personnages principaux ne rendent cependant pas justice au livre. Certes, ils y sont moins saisissables, mais très éloignés des clichés. Pour la série, nombre d'entre eux ont été transformés en jeunes et très beaux personnages, avec un maximum de diversité. Sur ce plan, un peu de retenue n'aurait pas fait de mal. *jh*

Réactions en chaîne, de la bombe à la greffe

Thriller historique **Les Gardiens de la formule**, au cinéma (2023)

Entre drame, thriller et film historique, le long-métrage produit par le Serbe Dragan Bjelogrić relate un épisode véridique et pourtant largement méconnu de la Guerre froide. En 1958, quatre scientifiques yougoslaves débarquent à Paris pour y être soignés. Ils arrivent tout droit de l'institut de recherche nucléaire de Vinča, près de Belgrade. Là, ils avaient été exposés à des doses mortelles de radioactivité lors d'une expérience qui a mal tourné.

On découvre ainsi une étape cruciale du développement des greffes de moelle qui permettent aujourd'hui de traiter certaines leucémies. Une étape entourée de questionnements éthiques, avec l'expérimentation sur des humains d'une méthode potentiellement mortelle – y compris pour la donneuse et les donneurs sains. Sans oublier ses liens avec la quête secrète de la bombe atomique.

Le film mêle une intrigue politique cousue de fil blanc à un thriller médical d'une ambivalence bienvenue. L'étrange microcosme que vont constituer les malades et les personnes qui tentent de les aider oscille en effet entre tendresse humaine et froideur scientifique. Et le scénario prend plaisir à souligner les parallèles entre les protagonistes, le médecin Georges Mathé et le physicien nucléaire irradié Dragoslav Popović, qui ont en commun une persévérance dans leur recherche frisant l'acharnement et bousculant leurs valeurs morales.

Alternant le très bon et le moins bon, le long-métrage laisse un petit goût d'inachevé. Mais il possède la qualité non négligeable de mettre en lumière un événement historique qui mérite qu'on s'y intéresse. *sr*

Chasse à l'ADN au Danemark

Film documentaire **Human Race**, festivals de films (2025)

Le metteur en scène Simon Lec et son équipe ont suivi pendant cinq ans le généticien évolutionniste danois Eske Willerslev dans sa mission consistant à décoder l'ADN de 5000 individus de l'Antiquité. Le résultat: «Human Race». Comme la première du film n'a pas encore eu lieu, notre rédaction a dû se contenter de la bande-annonce et, en exclusivité, de quelques extraits en danois. «Ces cinq ans étaient nécessaires, car j'apparais complètement vulnérable», dit le protagoniste dans le film. Selon lui, il est plus facile de montrer les succès que les échecs rencontrés sur son chemin. Ce n'est pas la première fois que la société de production danoise Move

Copenhagen mise sur un narratif très imagé pour montrer des sujets scientifiques au grand public. La bande-annonce et les extraits du film laissent à penser que «Human Race» y parviendra aussi – un succès annoncé, auquel le personnage principal n'est pas étranger: Eske Willerslev, qui a vécu une année avec des chasseurs de fourrure en Sibérie, n'a pas pu rentrer à temps au camp une nuit et a failli être victime du froid et des loups. Des histoires de la vie, dignes d'un film. *ato*

Deux génies solitaires dans la tempête

Superproduction **Twisters**, dans les cinémas suisses (2024)

L'histoire est vite narrée: Kate, doctorante téméraire, a développé une méthode innovante pour dompter les tornades. L'expérience tourne mal, mais son ami Javi la convainc d'essayer encore. Kate rencontre alors Tyler, un méchant qui ne l'est qu'en apparence, alors que celui qui se dit être son ami cache quelque chose. A la fin, une énorme tempête saccage une petite ville de l'Oklahoma, projetant ses habitants et toute l'infrastructure dans les airs. «Twisters» a tout ce qu'il faut pour un bon blockbuster américain bourré d'action: des actrices et acteurs séduisants, des morts et une romance pour l'héroïne intrépide.

Au niveau scientifique aussi, il y a du bon et du mauvais. Les tempêtes, toujours plus fréquentes et plus violentes, font du changement climatique le thème du film sans jamais le nommer. Compte tenu des clivages politiques aux Etats-Unis, le metteur en scène Lee Isaac Chung a trouvé là une solution adroite afin que tout le monde y trouve son compte et pour faire tinter le tiroir-caisse des cinémas.

Par contre, l'image que le film donne à la science est plutôt douteuse: la météorologue Kate et le cow-boy star de YouTube Tyler sont deux génies qui mènent leur combat tout seuls. Ils réalisent leurs expériences dans une grange sans soutien aucun, ont des idées géniales sans l'aide de personne et, sous la main, les matériaux les plus incroyables. Kate a par ailleurs une capacité de compréhension d'une vitesse phénoménale: il lui suffit de jeter un rapide coup d'œil à l'écran de l'Institut national de météorologie ou de contempler le ciel depuis le pick-up lancé à la poursuite de la tornade pour savoir où se produira le prochain cataclysme. Le pauvre Javi travaille, quant à lui, dans le service aussi vaste qu'impersonnel de l'entreprise qui cherche sournoisement à escroquer les victimes des tornades. Malgré son équipement scintillant, il n'arrive pas à la cheville de la géniale Kate, ni à rallier les spectateurs et spectatrices à sa cause. A une époque où tant d'influenceuses et influenceurs composent seuls leur propre vérité sur YouTube ou TikTok, cette image est dans l'air du temps et finalement plutôt divertissante. *ff*

Physique en déroute dans la neige

Thriller à suspense **Universal Theory**, dans les cinémas suisses (2023)

Johannes Leinert, doctorant en physique, peine à achever sa thèse. Alors que son tuteur le considère comme un raté, un autre professeur le voit déjà décrocher le prix Nobel. Cette coproduction allemande, autrichienne et suisse présente, de manière amusante, la collusion malveillante entre les professeures et la confusion qui habite Johannes Leinert. Pour le reste, le film est hélas à l'image de son protagoniste: désorienté sur toute la ligne. Pourtant, Timm Kröger, le metteur en scène, n'a pas lésiné sur les moyens: style en noir et blanc des anciens chefs-d'œuvre, théorie mystérieuse d'univers parallèles, panorama époustouflant des Alpes suisses et même grand amour. Mais tout cela ne fait que nourrir la folie... sans que l'on sache vraiment pourquoi. *jh*

Ce que nous pouvons apprendre de nos aïeules

Documentaire **Le Secret des mères de la préhistoire**, Arte (2024)

«La clé de la survie des êtres humains réside-t-elle dans le soutien coopératif des mères?» La question est au centre du documentaire «Le Secret des mères de la préhistoire» d'Anja Krug-Metzinger. La réalisatrice et journaliste allemande emmène le public en voyage, notamment dans des communautés villageoises d'une île grecque reculée et d'une région historiquement isolée du nord de l'Allemagne. Partant du paléolithique pour s'arrêter au XXe siècle, elle met en relation le comportement humain avec l'élevage coopératif des petits ouistitis communs. Le public découvre ainsi pourquoi l'espèce humaine – contrairement à d'autres mammifères – ne peut pas enfanter jusqu'à un âge avancé et ce que les tombes préhistoriques révèlent sur le comportement éducatif de nos ancêtres. Les guides de ce voyage sont des scientifiques internationaux spécialistes de l'étude du comportement, de la biologie de l'évolution, de l'anthropologie médico-légale et de la pédagogie. Une fois de plus, il apparaît que, combinées, la coopération et la cognition ont permis à l'être humain de réaliser des prouesses au cours de son évolution, telle la conquête de la Lune. «La grande question reste toutefois de savoir si ces réalisations suffiront à surmonter les défis sans précédent qui nous attendent dans un avenir proche.»

Cette expédition filmée à travers l'histoire de l'humanité se termine en point d'interrogation, non sans avoir livré une image impressionnante et fondée de l'évolution sociale. Et surtout, elle place le rôle des mères au centre de la science en tant que telle, sans recourir au dogme de l'éducation bourgeoise. *ato*

La face intime des mathématiques

Portrait fictif **Le Théorème de Marguerite**, au cinéma (2023)

Marguerite, brillante doctorante en mathématiques, présente ses travaux de thèse à l'École normale supérieure de Paris. Une question vient soudain remettre en cause ses résultats. Lâchée par son professeur, la jeune chercheuse décide de tout abandonner.

En extirpant d'un coup la mathématicienne du monde académique, le long-métrage franco-suisse d'Anna Novion nous immerge paradoxalement en son cœur. Le récit aborde une vaste palette de situations avec un sujet pourtant très pointu – la conjecture de Goldbach, une théorie relative aux nombres premiers. Il se peut que l'archétype de la chercheuse socialement décalée, passionnée, mais en proie au doute, représenté par Marguerite, ne colle véritablement à personne. Mais ce rôle – qui a valu le César de la révélation féminine 2024 à l'actrice suisse Ella Rumpf – porte en lui de quoi interpeller simultanément les doctorantes ou doctorants de tous bords, les enthousiastes des mathématiques et toutes les personnes chez qui la limite entre recherche et passion tend à s'estomper. Plus généralement, cette fable interroge sur la façon de surmonter le rejet et l'échec, sur la jalousie, les relations et l'ambition.

Ce théorème, touchant et bien pensé, démontre avec une certaine virtuosité ce que le monde de la recherche a de viscéral, de spécifique et d'universel. *sr*

Oui, les questions bêtes existent!

Mockumentary **Planète Cunk**, BBC (2022) et Netflix (2023)

Malgré tous leurs efforts, les scientifiques peinent à s'adresser au commun des mortels. Pourtant, il leur reste de la marge, comme le prouve

avec brio l'humoriste Diane Morgan, alias Philomena Cunk, dans la série britannique «Planète Cunk». Prenant un air inexpressif au possible, elle pose des questions parfaitement naïves ou absurdes sur les grands événements historiques de notre monde à des archéologues, des philosophes et des spécialistes en sciences culturelles. Dont: le mot sputnik signifie-t-il sperme en russe? La musique de Beyoncé est-elle plus importante que l'invention de l'imprimerie? René Descartes s'est-il aussi demandé: si je pense très fort que je suis Eddie Murphy, suis-je donc Eddie Murphy? Et si tel était le cas: que devient l'acteur? Devient-il moi ou disparaît-il?

Dans ce faux documentaire, les chercheuses et les chercheurs sont étonnamment résilients, voire brillants pour certains: le philosophe des religions Douglas Hedley parvient par exemple à retourner la question de Philomena Cunk au point qu'elle paraît soudain légitime. C'est du grand spectacle. Historien militaire, Ashley Jackson ne se laisse pas démonter, même lorsque la fausse journaliste lui reproche de faire du mansplaining lorsqu'il tente de lui expliquer qu'on ne dit pas «oignon soviétique», mais «union soviétique». Et la spécialiste de la culture Ruth Adams garde courageusement son sang-froid lorsqu'elle entreprend de donner les raisons pour lesquelles il n'aurait pas été possible de montrer le pénis d'Elvis dans les médias – avant de s'écrouler de rire. Philomena Cunk reste, elle, sérieuse et indignée, et n'hésite pas à la remettre à sa place.

Charlie Brooker, auteur, metteur en scène et producteur de la série, révèle ainsi une grande faiblesse du monde scientifique: il se prend trop au sérieux. Cependant, les scientifiques qui ont participé à son projet connaissent l'autodérision. Un constat rafraîchissant. *jho*

A la recherche du scientifique perdu

Film d'animation de science-fiction **Sky Dome 2123**, au cinéma et sur Arte (2024)

La terre stérile, la vie animale anéantie, et, envers et contre tout, une ville qui survit sous un dôme protecteur: Budapest, qui a été sauvée par un scientifique ayant découvert comment transformer les humains en sources d'énergie et de nourriture: à l'âge de 50 ans, chacune et chacun sera transformé en arbre. Le décor est posé, entre une vie sous scellés et une mort annoncée. La dystopie parfaite.

Les blockbusters de ce genre, à grand renfort d'effets spéciaux, tendent à offrir un salut inespéré ou une nouvelle chance à l'humanité. Mais le film d'animation de Tibor Bánóczki et Sarolta Szabó détonne dans l'univers de la science-fiction – et pas uniquement par sa bande originale en hongrois. En dépit de son omniprésence dans le scénario, la technologie semble en effet superbement ignorée: la quête du scientifique qui a inventé la graine à l'origine du Dôme est certes le moteur de l'intrigue, mais le récit s'attarde plutôt sur les sentiments, les choix, les histoires personnelles. Et les multiples zones d'ombre, notamment les blessures passées des personnages, évoquées plutôt que racontées, donnent l'impression d'un univers complexe qui dépasse le film.

Avec des images dessinées par-dessus des prises de vues réelles, «Sky Dome 2123» peaufine son propre genre, à la fois réaliste et éthéré, et résolument singulier. Il propose ainsi, malgré une question centrale qui ne brille pas par son originalité – la science doit-elle sauver l'humanité à n'importe quel prix? –, une plongée étonnamment déstabilisante. Au terme de laquelle le public se trouve être le seul juge des protagonistes.

Une manière de se confronter aux dilemmes éthiques et émotionnels que la science entraîne parfois dans son sillage. *sr*

Merveilleuse nature affreusement polluée

Série documentaire **Planète Terre III**, BBC (2023)

L'unité Histoire naturelle des studios de la BBC livre régulièrement les films animaliers les plus impressionnants au monde. Comme le veut la tradition, «Planète Terre III» est aussi une merveille du genre, soulignée par la voix enthousiaste du légendaire David Attenborough. Nous admirons des poissons archers à bandes noires cracher de l'eau sur les insectes colonisant les racines des palétuviers et se faire voler leur butin par des profiteurs. Nous sommes attendris par les images des petits loups à crinière de la savane humide du Brésil. Et sans nous en apercevoir, nous plongeons dans l'univers merveilleux de la biologie. La troisième partie de «Planète Terre III» critique l'influence humaine sur la nature et nous montre par exemple comment les lions de mer pris dans des filets meurent pitoyablement et à grands cris. L'habituel making of à la fin de chaque épisode est aussi consacré à des actions de sauvetage. C'est honnête et orienté vers les solutions. Mais au final, le nouveau ton moraliste de la série détruit la magie des images. *ff*

De la joie en médecine reproductive

Film biographique **Joy**, Netflix (2024)

Louise Joy Brown, née le 25 juillet 1978 en Angleterre, fut le premier bébé-éprouvette. Sa naissance a révolutionné la médecine reproductive. Depuis, plus de 12 millions de bébés ont été conçus grâce à la fécondation in vitro (FIV) ou l'injection intracytoplasmique de spermatozoïde (ICSI). La naissance de Louise Brown fut le résultat de l'exploit d'une équipe composée du physiologiste Robert Edwards, du gynécologue Patrick Steptoe et de l'infirmière Jean Purdy. Celle-ci est au centre du film biographique de Ben Taylor qui retrace les années de recherche entre les premières expériences et la naissance de Louise Joy. Un récit parfois un peu stéréotypé, par exemple quand les chercheurs du laboratoire de Robert Edward sont présentés comme assez distraits. Jean Purdy est en revanche dépeinte comme motivée par son endométriose à aider d'autres femmes à avoir des enfants, ce qui la fait entrer en conflit avec sa mère, très croyante, et l'Eglise. Dans l'ensemble, «Joy» est un drame historico-scientifique divertissant et instructif, mais qui manque parfois de profondeur: les scientifiques semblent imperméables à la critique issue non seulement de l'Eglise et de la société, mais aussi de la médecine établie.

La force du film réside dans l'accent mis sur le sort des femmes – non seulement Jean Purdy, mais aussi celles qui ont placé tous leurs espoirs dans la nouvelle technologie avant d'être déçues, mais qui, en fin de compte, ont permis la naissance de Louise Joy Brown en participant aux essais cliniques. Joy est aussi un hommage: «Sans Jean, tout cela n'aurait pas été possible», dit Robert Edwards à la fin, qui a reçu le prix Nobel en 2010. Jean Purdy aura attendu longtemps la reconnaissance officielle. Son nom n'est immortalisé qu'en 2015, quarante ans après sa mort, à Oldham où ont eu lieu les événements. *ato*

Le bébé fait des difficultés

Drame de science-fiction **Electric Child**, au cinéma dès le 10 avril 2025

D'abord une remarque pour notre propre compte: d'une certaine façon, ce film est aussi un bébé d'Horizons. Pour l'édition 137 (juin 2023), nous avons dépêché un photographe sur le plateau du metteur en scène suisse Simon Jaquemet, afin d'illustrer notre dossier «Cinéma, faits et fiction». La froideur esthétique de ses photos se retrouve bel et bien dans le film.

Mais passons à l'histoire: le nouveau-né de Sony, brillant chercheur en IA, et de sa partenaire Akiko, souffre d'une anomalie génétique incurable. Ses chances de survivre à sa première année se montent tout au plus à 30%. Sony refuse de l'admettre et, au lieu de profiter du peu de temps qui lui reste avec l'enfant, il mise sur les capacités de son autre bébé, l'IA qu'il a créée. Entraînée dans un monde virtuel, elle est elle-même une enfant et doit guérir la maladie grâce à un accès à Internet et à une intelligence surhumaine. Bien entendu, cela tourne mal et la fin réserve de dramatiques surprises.

Le récit est très complexe et laisse une certaine marge d'interprétation. Il y est question de mégalomanie scientifique, de la responsabilité pour une IA dotée de conscience et de la gestion du destin personnel. Le monde scientifique, avec Zurich en toile de fond, et le plurilinguisme anglais, japonais et suisse-allemand semblent aller de soi. On dénote certaines incohérences scientifiques, acceptables car au service de l'intrigue. Mais ce qui manque, c'est l'émotion: le film ne peut ou ne veut pas vraiment nous toucher. *ff*



Comment gérer ce sifflement pénible

Souffrir d'acouphènes, c'est entendre sans cesse des bruits fantômes qui perturbent le quotidien. Des scientifiques suisses étudient si grâce au neurofeedback les personnes touchées pourraient s'en prémunir.

Texte Klara Soukup

Sonneries, bourdonnements, sifflements, grésillements: la nature des sons dont témoignent les personnes souffrant d'acouphènes est variée. Mais leur origine est toujours la même: un son continu dans l'oreille produit dans le cerveau sans source acoustique externe. Ces bruits fantômes laissent les scientifiques perplexes à cause de leurs nombreuses causes et expressions. Dans la plupart des cas, l'acouphène est certes passager, comme après une forte détonation. Mais il peut aussi être provoqué par des médicaments, le stress, un traumatisme crânien, des infections ou une perte auditive progressive et s'installer. «L'une des théories les plus répandues est que ces facteurs entraînent une perte auditive à laquelle le cerveau réagit par une adaptation inadéquate», explique Dimitrios Daskalou, qui mène une recherche sur les acouphènes aux Hôpitaux universitaires de Genève (HUG).

Bavardages et bruits de fond

En Suisse, près d'une personne sur cinq est un jour touchée, et une personne sur 50 environ

est confrontée à sa forme chronique. Les médecins parlent de chronicité si l'acouphène dure plus de six mois, précise le spécialiste. La qualité de vie des patients en est souvent gravement altérée, plus d'un tiers souffrant de dépression, de troubles du sommeil ou d'anxiété. Le traitement standard actuel est la thérapie cognitive. Celle-ci vise surtout à apprendre à vivre avec ce mal. Mais son efficacité varie fortement et n'est souvent pas durable.

Des projets lancés ces dernières années misent plutôt sur le neurofeedback. La méthode repose sur deux hypothèses: la capacité du cerveau humain à apprendre et une modification mesurable de l'activité cérébrale chez les personnes sujettes aux acouphènes. «Grâce au neurofeedback, on peut apprendre à contrôler soi-même l'activité d'une région du cerveau», remarque Basil Preisig de l'Institut de linguistique comparative à l'Université de Zurich. «Nous testons si on peut corriger ainsi des fonctions cérébrales mal orientées.»

Le projet qu'il dirige étudie la capacité d'écoute dans des situations acoustiques dif-

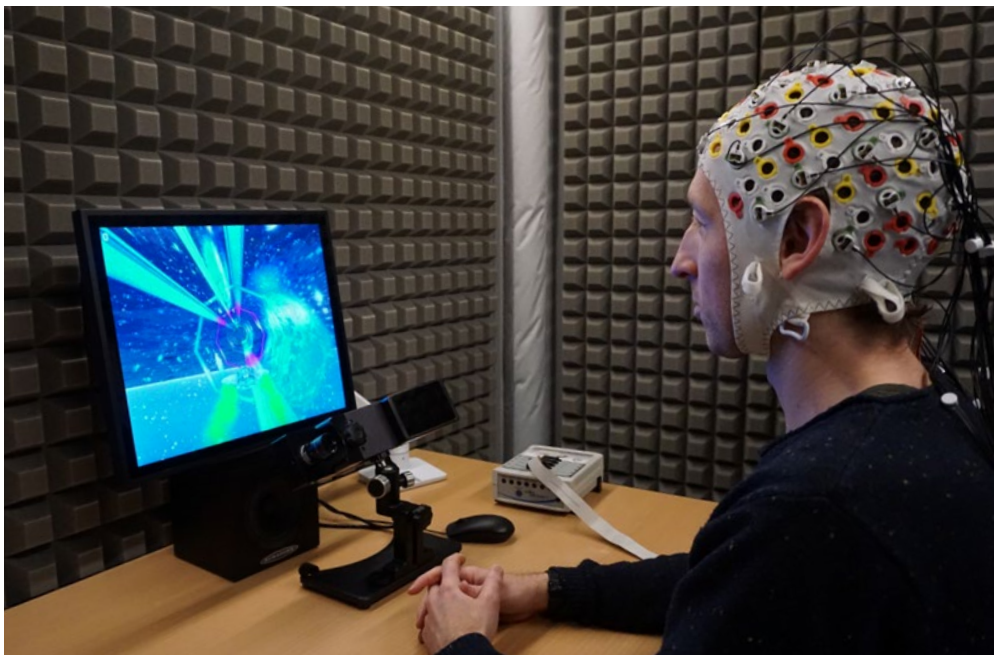
ficiles: «Souvent, la focalisation sur un signal vocal tout en éliminant les bruits de fond est limitée chez les personnes souffrant d'acouphènes et de surdité.» Grâce au neurofeedback, elles pourraient apprendre à mieux diriger leur attention acoustique.

Déplacer un objet mentalement

Concrètement, la méthode consiste à mesurer l'activité des cellules nerveuses dans la région correspondante du cerveau et à la convertir en temps réel en une image ou un son. La reproduction peut être présentée à la patiente sous forme d'objet mobile sur un écran. Elle peut alors tester diverses stratégies mentales pour influencer de façon ciblée l'activation des cellules cérébrales concernées. Si elle y parvient, l'effet se voit instantanément: l'objet sur l'écran change par exemple de position.

A Zurich, les recherches portent avant tout sur le traitement de la langue, mesuré à l'aide d'électrodes placées sur le cuir chevelu. Quant au projet de Dimitrios Daskalou, il mise sur l'activité du cortex auditif, observée par IRM fonctionnelle (IRMf). Chez les personnes qui sont atteintes d'acouphènes, le cortex auditif est souvent hyperactif et on le soupçonne de contribuer à la production des sons fantômes. «Celui qui apprend à les réguler avec l'aide du neurofeedback obtient souvent un meilleur résultat thérapeutique qu'avec une thérapie comportementale conventionnelle», note le chercheur. C'est la conclusion d'une étude menée par le Centre Wyss, l'EPFL et les HUG à laquelle il a participé.

Toutefois, les scientifiques sont unanimes: avant de pouvoir utiliser de telles approches en clinique, il faut plus de données. Nathan Weisz, chef du laboratoire des neurosciences auditives à l'Université de Salzbourg, résume les défis ainsi: «Nous avons besoin de données de mesures neuronales robustes, liées de manière fiable aux acouphènes. C'est d'autant plus important compte tenu de l'énorme travail qu'exigent les rigoureuses études de neurofeedback.»



Les personnes qui apprennent à réguler les activités du cortex cérébral à l'aide du neurofeedback réussissent probablement mieux à gérer ce son fantôme qu'est l'acouphène. Photo: mad

Klara Soukup est journaliste scientifique à Lausanne.

Contrôle d'identité anonyme

Qui se laisse identifier par ses empreintes ou avec son passeport dévoile aussi des données personnelles. Des méthodes de cryptographie en développement pourraient l'éviter.

Texte Florian Fisch

Au quotidien, lors d'un achat en ligne ou d'une connexion au travail, il faut prouver à un serveur qu'on est bien celui ou celle qu'on prétend être. Il vérifie si nous détenons effectivement le compte bancaire ou si nous avons le droit d'accès aux informations confidentielles. L'authentification biométrique, par empreinte digitale sur son smartphone, est alors appréciée – contrairement à un mot de passe, aucun risque de l'oublier. Et la voler n'est pas si facile: «Les capteurs sont dotés d'une reconnaissance du vivant. Sinon, il suffirait de se coller une copie d'empreinte sur le doigt», explique Julia Hesse d'IBM Research Zurich. Ses recherches portent sur l'authentification biométrique sans révéler d'informations personnelles, appelée la «preuve à divulgation nulle de connaissance».

L'enjeu est donc de vérifier une empreinte en ignorant tout d'elle. «Faisons un jeu. J'ai une preuve et vous vérifiez», lance Julia Hesse en sortant une image de la série «Où est Charlie?» Le personnage au pull rayé rouge et blanc de ces livres doit être retrouvé parmi beaucoup d'autres. «Je vous prouve que je sais où est Charlie sans vous dévoiler où il se trouve.» L'astuce: couvrir l'image d'un carton dans lequel a été découpé un trou à travers lequel on reconnaît bien Charlie, mais son emplacement reste caché derrière le carton. L'authentification biométrique n'en est pas encore là. Les informations sont stockées dans l'environnement d'exécution fiable, une zone restreinte particulièrement sécurisée du smartphone. Mais si elle est piratée, l'empreinte digitale reste inutilisable comme mot de passe à vie.

Diverses méthodes sont testées pour n'avoir même pas à révéler son empreinte digitale au smartphone. Entre autres, modifier l'image de l'empreinte pour lui donner un aspect aléatoire, un procédé appelé hachage. Ces techniques sont déjà la norme pour les mots de passe. Mais l'empreinte digitale est d'aspect différent à chaque fois. Elle dépend en effet «de la santé de la personne, du lieu, de la météo et de bien d'autres facteurs encore», comme l'explique Serge Vaudenay, cryptographe à l'EPFL. Cela nécessite donc des recherches supplémentaires. Mais le risque résiduel de confondre quelqu'un



Photo: William Murphy/Wikimedia Commons

Anonymat dans la foule? La cryptographie assure une meilleure protection des données.

ou de se tromper de personne subsiste. Autre défi: protéger ce hachage contre les intrusions par ordinateur quantique – comme cela est déjà le cas pour les mots de passe.

Embarquement sans passeport

L'équipe de Julia Hesse a développé une toute autre méthode de protection de la sphère privée qui sert notamment au moment de monter à bord d'un avion, quand il faut vérifier si le billet appartient bel et bien au passager à la porte d'embarquement. Cela nécessite aujourd'hui un passeport avec photo et des informations sur le détenteur (nom, date de naissance, taille, etc.). Les chercheuses veulent remplacer le passeport par une carte à puce munie seulement d'une photo et d'un chiffre. Un algorithme peut alors contrôler si la carte et le billet d'avion correspondent et le personnel au sol peut vérifier qui en est la propriétaire légitime grâce à la photo.

«Nous avons trouvé une solution efficace», dit Julia Hesse. Son équipe observe au quoti-

dien les inventions de milliers de cryptographes du monde entier. Lors de vidéoconférences hebdomadaires, elles concoctent elles-mêmes de nouvelles idées à prouver ensuite mathématiquement. «Je conseille d'attendre un certain temps après publication avant de transposer une méthode dans la pratique», précise la spécialiste. Durant ce temps, la communauté des cryptographes peut détecter d'éventuels points faibles. Garder le secret n'est donc pas un critère de sécurité pour une méthode de cryptographie.

S'il reconnaît une certaine exhaustivité à l'approche de Julia Hesse, Serge Vaudenay rappelle toutefois: «Toutes les méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients et la sécurité n'est jamais garantie à 100 %.»

Florian Fisch est codirecteur de la rédaction d'Horizons.



De Genève à Genève

Guillaume Andrey (42) est professeur associé au Département de médecine génétique et développement de la Faculté de médecine de l'Université de Genève. Né à Sion en 1982, il a étudié la biologie à l'Université de Genève **avant de rejoindre, dans le cadre de sa thèse, le laboratoire du généticien Denis Duboule**, alors rattaché à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Après un **séjour postdoctoral au Max Planck Institute for Molecular Genetics de Berlin**, le chercheur est retourné à l'Université de Genève en 2018. Guillaume Andrey vit à Genève avec sa compagne et leurs deux enfants.

Passionné de génétique et très concerné par l'éthique

Le généticien Guillaume Andrey étudie le lien entre le développement des embryons et les malformations des membres. Pour cela, il a aussi besoin de souris – et s'engage afin qu'on en sacrifie le moins possible pour la recherche.

Texte Patricia Michaud Photo Anoush Abrar

«Cela sert un but supérieur.» Cette phrase, Guillaume Andrey se la répète lorsqu'il doit euthanasier une souris. «Pour la plupart des scientifiques, moi y compris, l'expérimentation animale n'est pas une partie de plaisir.» Il souligne aussi: «But supérieur ne signifie pas passe-droit». Pour le Valaisan, tout ce qui peut contribuer à réduire le nombre d'animaux sacrifiés au nom de la science doit être tenté. Au moment de lancer son propre groupe de recherche en 2018, le généticien n'a pas hésité à joindre les actes à la parole. Il a mis en place un protocole permettant d'abaisser d'environ 80% le nombre de souris nécessaires à ses travaux.

Le chercheur étudie les processus moléculaires contrôlant l'expression des gènes lors du développement embryonnaire. En collaboration avec la plateforme de transgénèse de l'Université de Genève, il a adapté et appliqué la méthode dite d'agrégation tétraploïde. Elle permet d'obtenir directement des embryons de souris porteurs d'une configuration génétique précise à partir de cellules souches modifiées en laboratoire et conservées dans de l'azote liquide. «Quand nous en avons besoin, nous les décongelons.» Cela évite de devoir élever et garder en vie plusieurs générations de souris. Les embryons dans lesquels les cellules souches décongelées sont insérées proviennent d'autres laboratoires où ils ont déjà servi à des expériences. Les embryons modifiés sont maintenant implantés dans une souris femelle. «Seules les femelles porteuses dans lesquelles nous transférons les embryons doivent être sacrifiées.»

Les efforts de Guillaume Andrey et de son équipe ont été couronnés en 2023 par le prix décerné par le Centre de compétence 3R. Il honore des travaux qui font avancer significativement le principe des 3R – le remplacement, la réduction et le raffinement de l'expérimentation animale. L'objectif: soit d'utiliser des méthodes de substitution à l'expérimentation animale, soit – si un remplacement complet est impossible – de réduire le nombre d'animaux utilisés et d'alléger les contraintes sur ceux que nous sacrifions.

La logique claire de la génétique

Lorsque Guillaume Andrey nous reçoit au cœur du labyrinthique site du Centre médical universitaire genevois, il commence par nous prier d'excuser son état de fatigue. Entre le bouclage de plusieurs publications scientifiques, sa demande de fonds européens et ses deux enfants en bas âge, il enchaîne les nuits courtes, précise-t-il. Il prend tout de même le temps de nous faire visiter son laboratoire et de nous présenter les huit membres de son groupe de recherche. Et aussi de répondre patiemment à nos questions. Il semble avoir hérité de la fibre pédagogique de ses parents, tous deux enseignants.

«Je n'ai pas choisi la discipline la plus simple à expliquer», admet-il. Et pourtant, «le côté redoutablement logique de la génétique lui confère aussi une forme de simplicité». A titre personnel aussi, le chercheur apprécie «ce qui est logique et prédictible». Il s'arrête, réfléchit et commente en riant: «Cela donne un peu l'impression que je suis plutôt carré d'esprit; mais ce que je veux dire, c'est que lorsque quelque chose ne se passe pas comme prévu, j'aime bien pouvoir retracer pourquoi.» Et la génétique «permet d'obtenir des réponses claires et précises, sans zone grise». Mais ce qui l'a vraiment bluffé plus jeune, quand il a découvert cette discipline durant ses études de biologie, c'est que «la génétique crée un pont entre quelque chose de complètement invisible, le génome, et cette réalité visible et palpable que sont la peau ou les membres».

«La génétique jette un pont entre le génome invisible et une réalité tangible comme un membre.»

Ainsi elle semble «donner du sens au monde qui nous entoure». Et une fois pris dans les filets de la génétique, Guillaume Andrey en est resté prisonnier. Lui qui, adolescent, n'avait pas un profil d'élève modèle – «J'étais plutôt du genre à utiliser le kit de chimiste reçu en cadeau pour faire exploser des trucs et faire rigoler mes deux frères cadets» – se retrouve à mettre les bouchées doubles. En 2006, il décroche une place dans le programme national Frontiers in Genetics, qui offre aux doctorantes la possibilité de passer quelques mois dans divers laboratoires du pays. A Zurich, il planche sur la mouche drosophile, à Bâle, il travaille sur le développement de la rétine et à Lausanne, il étudie des virus.

Sa thèse à l'EPFL, le jeune chercheur la consacre au développement des membres chez la souris. Les résultats de ses travaux révèlent notamment que le mécanisme présidant au développement du poignet est inscrit dans la structure du génome. Cette découverte contribue à lui ouvrir les portes de plusieurs instituts de recherche internationaux prestigieux. C'est au Max Planck Institute for Molecular Genetics de Berlin que Guillaume Andrey choisit de poser son microscope. Il y travaille sur le développement du squelette.

Les mystères du pied bot

L'année 2018 marque le retour en Suisse – et à l'Université de Genève – du généticien. Il y met sur pied un laboratoire dont l'objectif est de comprendre comment le génome parvient à contrôler l'activité des gènes dans l'embryon. «Pour parvenir à construire une structure donnée, par exemple un membre, le génome doit trouver le moyen d'activer le bon gène au bon endroit et au bon moment; si une erreur se produit lorsque le génome dicte ses ordres,

des malformations peuvent survenir.» Durant ses six premières années d'activité, le groupe de Guillaume Andrey a fait plusieurs découvertes qui ont connu un joli écho médiatique. Une étude centrée sur l'un des gènes impliqués dans la formation des membres inférieurs – *Pitx1* – montre par exemple que même une petite perturbation dans le processus d'activation de ce gène peut entraîner un pied bot, l'une des malformations de la jambe les plus courantes.

En juin 2024, le laboratoire a publié les résultats d'une étude focalisée sur les régions régulatrices de l'activité des gènes dans les chondrocytes, les cellules à la base de la formation des os longs du corps lors du développement. «Nous avons fait une observation assez simple: les variations dans ces régions affectent directement la construction de notre squelette, donc notre taille.» Fin 2024, Guillaume Andrey a décroché un nouveau subventionnement qui permettra à son laboratoire de poursuivre ses activités. Son équipe souhaite approfondir ses recherches sur la régulation des gènes lors du développement des membres. Il s'agira par exemple d'observer si des variations de courte durée dans l'activité des gènes peuvent avoir lieu et, si oui, quel est leur impact. Au lieu de se concentrer sur un moment précis du développement de l'embryon, l'équipe va monitorer l'entier du processus.

En parallèle, Guillaume Andrey va continuer à explorer les possibilités de réduire le nombre de souris nécessaires au bon fonctionnement du labo. «L'idéal serait de pouvoir se passer complètement des mères porteuses mais on n'en est pas encore là.» Le cas échéant, une question éthique fondamentale demeurerait: «Si je fabrique un embryon sans avoir recours à une mère porteuse, quel sera son statut?»

Patricia Michaud est journaliste indépendante à Berne.

Vérité et confiance, des piliers indispensables

Photo: Annette Boutellier



Yves Flückiger est président du groupement des Académies suisses des sciences a+.

La science, pilier de la connaissance, évolue pour expliquer le monde qui nous entoure. Elle ne se limite pas à la découverte de faits: elle vise également à garantir que ceux-ci soient présentés avec honnêteté et inspirent confiance. La vérité et la confiance sont fondamentales dans la pratique scientifique.

La vérité scientifique représente une description fidèle de la réalité, fondée sur des preuves empiriques et des inférences rationnelles. Elle s'appuie sur des processus méthodiques, comme les tests d'hypothèses, la revue par les pairs et la validation par la réplication. Cependant, elle est toujours provisoire, sujette à révision avec l'émergence de nouvelles preuves ou de meilleures méthodologies. Cette quête de vérité, essentielle à la progression scientifique, repose sur un mécanisme d'autocorrection.

La confiance en la science va au-delà de la simple acceptation des faits: elle découle d'une adhésion aux processus, aux institutions et aux personnes qui produisent le savoir. En règle générale, la population accorde un crédit important à la communauté scientifique. Mais la désinformation favorisée par l'émergence des réseaux sociaux, la polarisation politique et le scepticisme à l'égard des institutions constituent des défis croissants qui fragilisent la confiance.

Pour y faire face, il convient d'adopter de bonnes pratiques basées tout d'abord sur l'intégrité scientifique, laquelle exige des chercheuses et chercheurs et des institutions le respect de normes éthiques strictes: transparence, honnêteté et reproductibilité des travaux. Elles sont fondées ensuite sur une communication claire, essentielle pour surmonter les barrières entre experts et grand public. Les scientifiques doivent être formés à simplifier des idées complexes sans les dénaturer. Les collaborations avec les médias et des initiatives de vulgarisation, comme des forums publics, aident à rendre la science plus accessible et à créer des liens. Finalement, ces bonnes pratiques doivent s'appuyer sur le partage des données et des méthodes. La science ouverte favorise la vérification indépendante des résultats, stimule les collaborations et accélère le progrès et l'innovation.

Conscientes de ces enjeux, les Académies suisses des sciences contribuent à faire avancer l'intégrité académique, la science citoyenne et les données ouvertes en vue de renforcer la confiance en la science. Celle-ci est indispensable pour répondre à des défis aussi complexes que le réchauffement climatique ou les pandémies.

Besoins en infrastructures

Quelles installations de portée nationale faudra-t-il à la Suisse dans le futur? Les communautés de recherche ont quantifié leurs besoins dans le domaine des géosciences, de la biologie, de la chimie, de l'astronomie et de différentes disciplines de la physique sous la forme de huit feuilles de route. Publiées en décembre dernier, celles-ci serviront de base à l'élaboration de la Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche 2027.

Quatre projets reçoivent le Prix national pour les données ouvertes

Les Académies suisses des sciences ont décerné pour la deuxième fois le Prix national pour l'Open Research Data (ORD). Quatre projets menés au sein d'institutions suisses ont été récompensés. Ils proposent des approches innovantes pour la réutilisation des données de recherche dans des contextes interdisciplinaires, collaboratifs et éducatifs. Lauréats en 2024, les projets Pathoplexus (ETH Zurich, Swiss TPH, Université de Bâle), Roads (ZHAW), openwashdata (ETH Zurich) et ENAC-IT4Research (EPFL) se partagent une dotation de 21 000 francs. La remise des prix a eu lieu le 27 novembre 2024 à Berne.

Une promotion efficace de la relève

De 2000 à 2018, 730 chercheuses et chercheurs hautement qualifiés ont obtenu un subside de professeur boursier FNS. Avec leur équipe, ils ont mené à bien un projet de plusieurs années au sein d'une haute école. Quelle est l'incidence de cet instrument doté d'une enveloppe de 1,25 milliard de francs sur leur carrière académique? En novembre 2023, près de 80% d'entre eux avaient été titularisés ou occupaient un autre poste à responsabilité dans la recherche. Et depuis, ce chiffre devrait avoir encore augmenté. Le FNS accorde une place centrale à l'encouragement de la relève.

Nouveau centre de référence pour l'intégrité scientifique

La Suisse se dote d'un Centre de compétence national en matière d'intégrité scientifique (CSCIS), présidé par Edwin Constable. Dès 2026, le CSCIS conseillera les hautes écoles, collectera des données sur ce sujet et renforcera la culture de la recherche. Sous la direction des Académies suisses des sciences, il collaborera étroitement avec des partenaires internationaux. L'objectif: réduire les agissements incompatibles avec l'intégrité scientifique et garantir une recherche de qualité.

Une interdiction contreproductive

L'initiative «Oui à un avenir sans expérimentation animale» vise à interdire l'expérimentation animale en Suisse. Le FNS met en garde contre les risques d'une telle interdiction, qui affaiblirait la position de la Suisse comme centre d'excellence en recherche et innovation. Notre pays applique des standards et des contrôles stricts pour assurer une recherche responsable. Une interdiction risquerait de délocaliser les expériences vers des pays aux standards de protection animale bien moins élevés.

Premier coup de pioche en 2025

Le FNS devrait emménager dans son nouveau siège à Wankdorfcity durant l'été 2027, les travaux ayant débuté en janvier. Aujourd'hui, le FNS occupe cinq bâtiments près de la gare de Berne. Comme certains d'entre eux doivent être rénovés et que la Ville de Berne souhaite que le quartier contienne moins de bureaux, le FNS ne peut pas rester sur le site actuel. Une partie du nouveau bâtiment sera mise en location. Le montant des travaux s'élève à 54 millions de francs. Ces coûts seront couverts par la vente des biens immobiliers dont le FNS est propriétaire et par un crédit de 33,9 millions, approuvé par la Ville de Berne.

Le FNS se dote d'une codirection

Photo: mäd



Une page se tourne avec le départ à la retraite fin mars d'Angelika Kalt. Arrivée en 2008 au FNS comme directrice suppléante, elle en était la directrice depuis 2016 et a grandement contribué à son développement. Le Conseil de

fondation a choisi une codirection pour lui succéder le 1er avril 2025: Katrin Milzow et Thomas Werder Schläpfer. Avec cette succession interne décidée après l'examen de quelque 80 dossiers, il mise sur l'expérience et la continuité. Katrin Milzow, membre du Comité de direction depuis 2024, dirige le Développement de la recherche du FNS. Depuis 2008, elle a mis en place le secteur Stratégie. Thomas Werder Schläpfer est membre du Comité de direction, directeur suppléant et responsable de l'Encouragement de la recherche du FNS depuis 2020. De 2017 à 2020, il a dirigé la division Mathématiques, sciences naturelles et ingénierie.

Nouveau Conseil de la recherche: une étape majeure

Photo: mäd



Le nouveau Conseil de la recherche élu par le Conseil de fondation entre en fonction le 1er avril. Il lui incombera notamment de définir et superviser la politique d'encouragement et la procédure d'évaluation. Au tournant de l'année, Matthias Egger

a passé le témoin après huit ans à la présidence du Conseil de la recherche, où il a fait preuve de vision stratégique, de rigueur scientifique et d'ouverture aux avancées dans l'encouragement de la recherche. Son leadership a été déterminant pour la réorganisation du FNS. Son successeur Torsten Schwede sera au cœur de la mise en œuvre de la stratégie du FNS et de la gestion des défis liés à la recherche et à son financement. Scientifique actif et ancien vice-recteur à la recherche de l'Université de Bâle, il possède une compréhension approfondie des besoins des scientifiques et des enjeux institutionnels des hautes écoles.

Horizons 143, p. 36. «La pandémie dure et perdure»

Perception psychosomatique néfaste du covid long

A chaque fois que des maladies sont moins bien étudiées ou que l'état actuel de la recherche est moins pris en compte par les médecins, des modèles de maladie psychosomatiques se répandent. Il en va de même pour le covid long, ainsi que pour l'encéphalomyélite myalgique (EM) qui n'est pas nouvelle en tant que maladie chronique après des infections virales et qui présente une série d'anomalies organiques. De nombreuses maladies aujourd'hui reconnues comme organiques ont suivi la même évolution.

Malgré cela, les personnes souffrant de troubles non objectivables sont victimes de gaslighting: l'ampleur, la gravité, le pronostic et les symptômes sont banalisés (l'épuisement persistant est par exemple qualifié de simple fatigue). Les personnes atteintes de sclérose en plaques ou de douleurs abdominales provoquées par la bactérie *Helicobacter pylori* ont connu le même sort jusqu'à ce que des chercheurs découvrent les preuves manquantes. L'explication erronée de l'EM par des thèses empiriquement indéfendables comme la sensibilisation centrale, la personnalité ou les circonstances sociales ne fait que compliquer sa recon-

naissance par les assurances sociales, entraîne la stigmatisation et conduit à des thérapies erronées. Ainsi, la thérapie d'activation, souvent appliquée, peut conduire à des détériorations durables de l'état de santé en raison du symptôme principal de malaise post-effort.

Avec 500 000 personnes atteintes de covid long et d'EM en Suisse et 4 milliards de francs de coûts économiques par an, il est nécessaire d'investir davantage dans la formation de spécialistes, ainsi que dans la recherche sur les causes, les traitements et les soins!

Chantal Britt, collaboratrice scientifique, Centre de compétences en soins de santé participatifs, Haute école spécialisée bernoise; Cornelia Rüegger, professeure de diagnostic social et de conception de processus, FHNW

Horizons 143, dossier:
«A la recherche de la paix»

Intensifier la recherche sur les moyens de défense moins nuisibles

Dans votre traitement du thème de la paix, il est frappant de constater que le monopole de la violence de l'Etat et la manière dont il devrait être imposé n'ont pas été abordés. Il s'agit pourtant d'une condition préalable à la paix. La déclaration de Nadia Mazouz à propos de la recherche militaire – au verso du magazine – donne l'impression que l'université ferait

mieux de ne pas toucher à cette question, ou plutôt de ne pas y penser. Jusqu'à présent, il n'existe guère de moyens défensifs inoffensifs contre les manifestants, les bandes ou les agresseurs en tout genre. Ne serait-ce pas une tâche gratifiante que d'en développer? Les entreprises d'armement ne produisent que des armes létales. En revanche, on sait mettre hors d'état de nuire un enragé isolé avec un sédatif – on ne le tabasse pas immédiatement à mort.

Thomas Gehring, professeur de gymnase à la retraite, Winterthour

Horizons 143, p. 2: «La science n'est pas une colombe de la paix»

Guerre d'agression: une notion absurde

Je suis heureux de constater que vous réfléchissez à la paix. Je me suis toutefois demandé pourquoi vous utilisiez la construction artificielle «guerre d'agression de la Russie contre l'Ukraine». Dans les guerres, on attaque toujours, c'est pourquoi ce double emploi est un non-sens. Il cache également une attribution unilatérale des responsabilités. Cette construction fait partie d'une guerre cognitive et encourage la guerre. Elle sous-entend également que la guerre a commencé en février 2022, sans antécédents. La volonté de paix commence par le langage. La dia-

bolisation rend le dialogue et la cohabitation en tant que voisins difficiles, voire impossibles. En psychologie, on sait que la déshumanisation, voire la diabolisation, justifie les atrocités commises. Dans un magazine scientifique, je souhaiterais plus de nuance et de soin portés au langage.

Stephan Kinzel, psychothérapeute indépendant à Bâle

Erratum

Dans l'article «Neutralité de mise pour l'université» (Horizons 143, p. 8), les débats mentionnés ont eu lieu au Grand Conseil vaudois, et non au Conseil d'Etat vaudois. De même, Carine Carvalho et Cédric Weissert ne sont pas conseillère et conseiller d'Etat, mais députée et député au Grand Conseil.

Faites-nous part de votre avis!

Vous souhaitez réagir à un article? Nous nous réjouissons de vos commentaires par courriel à redaction@revue-horizons.ch ou sur Twitter/X @horizons_fr. Courrier des lecteurs à envoyer jusqu'au 31 mars 2025.

Vous pouvez vous abonner à l'édition papier ici:

revue-horizons.ch/abo



Horizons

Le magazine suisse de la recherche paraît 4 fois par an en français et en allemand. La version en ligne paraît également en anglais.

38e année, no 144, mars 2025.

revue-horizons.ch
redaction@revue-horizons.ch

L'abonnement est gratuit: www.revue-horizons.ch/abonner

En cas de question ou de souhaits de modification d'abonnement: abo@revue-horizons.ch

Rédaction

Florian Fisch (ff),
codirection
Judith Hochstrasser (jho),
codirection
Astrid Tomczak-Plewka (ato)
Sophie Rivara (sr)
Yvonne Vahlensieck (yv)
Ellen Weigand (ew),
édition française

Graphisme et rédaction photo

Bodara GmbH,
Büro für Gebrauchsgrafik
13 Photo AG

Traduction

Daniel Saraga
Magali Zublin

Correction

Lepetitcorrecteur.com

Rédaction en chef

Christophe Giovannini (cgi)

Editeurs

Fonds national suisse (FNS)
Wildhainweg 3
Case postale
CH-3001 Berne
Tél. 031 308 22 22
com@snf.ch

Les Académies suisses des sciences
Maison des Académies
Laupenstrasse 7
Case postale
CH-3001 Berne
Tél. 031 306 92 20
info@academies-suisse.ch

Le Fonds national suisse

encourage sur mandat de la Confédération la recherche dans toutes les disciplines scientifiques. Il investit chaque année environ 1 milliard de francs. Actuellement, près de 6000 projets sont en cours, avec la participation de plus de 22 000 scientifiques.

Les Académies suisses des sciences

s'engagent sur mandat de la Confédération pour un dialogue équitable entre science et société. Elles représentent la science de manière interinstitutionnelle et interdisciplinaire.

Impression et litho

Stämpfli SA, Berne/ Zurich

Impression climatique-ment neutre,
myclimate.org

Papier: Munken Kristall
Smooth Brilliant White,
Magno Star

Typographie: Caslon Doric,
Sole Serif

Tirage

13 600 français
29 800 allemand

© Tous droits réservés.
Reproduction des textes autorisée sous licence Creative Commons BY-NC-ND.
ISSN 1663 2710

Les articles ne reflètent pas forcément l'opinion des éditeurs – le FNS et les Académies.

Nous aspirons à un langage non sexiste et utilisons donc les deux formes génériques ainsi que des termes neutres tels que «scientifiques».

Les textes d'Horizons respectent les standards journalistiques. L'intelligence artificielle peut être utilisée pour certaines étapes (comme l'aide à la recherche, la transcription), mais les autrices et auteurs rédigent les textes eux-mêmes et se portent garants de leur contenu.

Est-il sensé de vouloir envoyer des humains dans l'espace?

OUI Je m'étonne toujours que des personnes profondément engagées dans la recherche en astrophysique puissent, en toute bonne conscience, répondre non à cette question. Un grand nombre d'entre elles utilisent les résultats du télescope Hubble, lequel serait resté totalement inutilisable sans des interventions humaines en orbite, cinq en tout, entre 1993 et 2009. Bien sûr, on me rétorquera: «Maintenant, on a le télescope spatial James Webb, le grand frère de Hubble, qui travaille dans l'infrarouge et fonctionne parfaitement, sans coûteuses et dangereuses missions spatiales habitées.» C'est

certes exact, mais on ne va pas faire de la statistique avec seulement ces deux télescopes spatiaux. Par ailleurs, en novembre 2019, a eu lieu une autre intervention d'astronautes sur un instrument scientifique de valeur, l'Alpha Magnetic Spectrometer, installé sur la Station spatiale internationale. Ce détecteur à antimatière vise notamment à mieux comprendre l'origine de l'Univers. Le succès de son sauvetage, alors qu'il n'avait pas été conçu pour des réparations en orbite, a clairement démontré que l'homme dans l'espace n'est pas là «juste pour son plaisir». Dans un passé récent, les vols spatiaux habités ont donc magnifiquement servi la science.

Une autre idée suscite un vif débat: celle d'une base habitée au pôle Sud de la Lune, pour des séjours de longue durée d'astronautes du programme de la NASA Artemis et de la Chine. L'objectif d'Artemis est essentiellement scientifique, mais aussi considéré comme une étape de préparation pour de futures envolées habitées vers Mars.

Je ne suis pas en faveur d'une colonisation prochaine de la planète rouge, qui est la vision d'Elon Musk. Mais son exploration par des équipes d'astronautes aura certainement lieu dans le futur. Un défi technique et opérationnel majeur, une très grande source d'inspiration et d'émotions, comme pour le programme lunaire Apollo il y a un demi-siècle. Et une tentative de réponse à une question d'un grand intérêt: l'homme est-il capable de vivre, à long terme et en bonne santé, ailleurs que sur la Terre?

NON Perseverance, Juice, BepiColombo, et tant d'autres... Ces petits robots de l'espace explorent notre système solaire, nous envoyant des images, des échantillons, des données physiques qui nous permettent de comprendre la formation des planètes et leur évolution. Chaque génération de sondes est plus performante que la précédente, et l'essor rapide de l'intelligence artificielle laisse augurer un progrès significatif à venir: dès que ces petits robots seront capables de prendre des décisions quant à leur mission, ils rendront parfaitement superflu l'envoi d'humains à leur place ou à leurs côtés.

Ces sondes ont une particularité essentielle: elles n'ont besoin ni de respirer, ni de manger, ni d'être protégées des radiations. Tout l'argent pour leur mise au point peut être consacré à maîtriser leur envoi et à augmenter leurs performances. Les missions habitées, au contraire, sont plombées par le coût exorbitant de la nécessité d'assurer la survie des voyageurs humains dans des conditions supportables.

L'être humain est un explorateur, il ne s'est jamais contenté de son petit chez-soi. Après avoir exploré la Terre, il a tourné son regard vers le ciel. Après l'exploit temporaire de la conquête de la Lune, les stations spatiales ont assuré sa présence à long terme dans l'espace. Ainsi, la science a pu comprendre toutes sortes de choses sur notre physiologie, par exemple que l'impesanteur agissait extrêmement négativement sur les organismes vivants. Le stress métabolique induit par le bouleversement de l'équilibre des fluides dans le corps, ajouté à l'augmentation de l'exposition aux rayonnements, entraîne des pathologies plus ou moins graves ou handicapantes qui montrent à quel point nos organismes sont fragiles quand on les extrait de leur milieu naturel évolutif.

Les ressources financières des nations ne sont pas infiniment extensibles. A l'heure où les défis ne se comptent plus pour assurer une vie digne aux Terriennes et aux Terriens, consacrer des sommes faramineuses à des missions habitées alors que l'exploration robotique engrange de tels succès est absurde.



Photo: mad

«Dès que les robots seront capables de prendre des décisions, envoyer des humains dans l'espace deviendra superflu.»

Sylvia Ekström, astro-physicienne à l'Université de Genève, est spécialiste en physique des étoiles. En 2020, elle a écrit un livre intitulé «Nous ne vivrons pas sur Mars, ni ailleurs».



Photo: Gaetan Bally / Keystone

«Sans les interventions humaines en orbite, le télescope Hubble serait resté totalement inutilisable.»

Claude Nicollier est membre de la Commission fédérale pour les affaires spatiales et professeur honoraire à l'EPFL. Astrophysicien, il a été le premier astronaute suisse.

«Si le néant existait à côté de notre Univers, nous devrions être en mesure de le localiser. Or, cela va à l'encontre de sa définition.»