

Horizons

Le magazine suisse de la recherche

137 Juin 2023

L'heure de l'IA
est arrivée Page 14



L'être humain n'est pas le seul à savoir



Judith Hochstrasser
Codirectrice de la
rédaction d'Horizons

Intelligence artificielle, apprentissage automatique, réseaux neuronaux – ou quel que soit le nom qu'on veut leur donner – ces programmes de pointe modifient énormément les possibilités d'acquérir des connaissances. D'abord, parce qu'ils peuvent parcourir et analyser des quantités bien plus importantes de données en bien moins de temps, par exemple pour établir des prédictions. Ainsi, ils apportent à la science exactement ce qu'elle a reçu des nombreux grands progrès techniques de la société, tels l'électricité ou l'internet, qui imprègnent tout: l'IA peut traiter plus vite encore davantage d'informations.

Certaines déploreront que cette évolution s'inscrive parfaitement dans la logique capitaliste. Ou bien, sceptiques, elles se référeront au vieux précepte de philosophie des sciences voulant que chaque réponse suscite de nouvelles questions. D'autres encore y verront peut-être la fin du genre humain, ou du moins de son humanité. Mais que l'on voie ces programmes comme une menace maximale ou comme des messagers modernes du salut, la question reste la même: pourquoi dérangent-ils autant? On en revient ainsi vite à Galilée, soit à un vieux conflit. Sa découverte a bouleversé la vision du monde: le Soleil ne tourne pas autour de la Terre. Non, c'est le contraire. Donc, l'être humain n'est pas le centre de l'Univers. Un phénomène similaire se produit avec l'intelligence qui n'est plus réservée à l'être humain. Non, la machine pourrait aussi être intelligente. Donc, l'être humain n'est pas le seul à savoir. L'inquiétude autour de l'IA touche à la position des humains dans la hiérarchie des existences. Une place que l'électricité et internet n'avaient pas remise en question.

Bien sûr, la recherche est particulièrement concernée lorsque l'être humain n'est pas seul à être intelligent. Et, bien sûr, elle doit intégrer dans son travail tout ce qui peut mener à une meilleure compréhension et donc à plus de savoir. C'est pourquoi l'IA n'imprègne pas seulement la société, mais est aussi fondamentale pour le développement de la science, tout comme d'autres instruments typiques de la recherche tel le microscope. Je conseillerais de garder son calme: l'être humain et l'instrument sont indissociables depuis la hache en pierre.



Dossier: L'IA, partenaire de recherche

16 [Publier à l'aide de la machine](#)
Quand le chatbot est coauteur

20 [Mieux ensemble](#)
Regards philosophiques sur l'équipe être humain – ordinateur

22 [Plus vite, plus grand, plus exhaustif](#)
Six projets réalisables uniquement grâce aux algorithmes intelligents

26 [La prochaine «grande chose»](#)
Jusqu'à où l'IA pourrait encore aller

A gauche: Un regard narcissique sur l'écran. «Echo et Narcisse», peint en 1903 par John William Waterhouse, adapté à notre époque par l'IA et l'être humain. Couverture: Dans cette appropriation de l'œuvre la plus connue de Salvador Dalí, l'appareil et l'époque, les impulsions des algorithmes et la créativité humaine fusionnent. Images: Jonas Wyssen

4 [En image](#)
Mobbé faute de goûter à l'école

6 [Nouvelles de politique scientifique](#)
Du refus du Professional Bachelor, du succès du GIEC et de la marche triomphale du ciseau génétique

10 [Actualités de la recherche](#)
Un robot comme un ver de terre, un chasseur solitaire des mers et surprises au sujet de l'oreille absolue

13 [Comment ça marche](#)
Comment on peut s'entraîner à opérer un cerveau en 4D

28 [Reportage](#)
Là où naît la technique de pointe pour l'immensité de l'espace



32 [Sondages de lectorat](#)
Quels articles sont décisifs pour souscrire un abonnement?

34 [Pilules sans principe actif](#)
Les placebos sont prescrits toujours plus ouvertement

36 [Stars sur Twitter et Cie](#)
Cinq scientifiques qui brillent sur les réseaux sociaux



40 [Violence domestique](#)
Comment enfants et adolescents développent leur résilience

42 [Construction durable](#)
Du béton vert, de l'isolation par l'air et de la fraîcheur nocturne au lieu du climatiseur

44 [Portrait](#)
Flavia Schlegel, notre diplomate scientifique internationale

46 [L'intégrité scientifique, c'est compliqué](#)
Les recettes anti-plagiat et contre les faux fonctionnent-elles?

48 [Les pages des éditeurs](#)
50 [Vos réactions/Impressum](#)

51 [Débat](#)
Est-il bien que les gouvernements codécident des rectorats?

Participez à notre sondage de lecteurs!



Plus d'infos en page 33

La pauvreté infantile tombe le masque

«Pas de goûter, pas de récré»: c'est le titre de cette image réalisée dans le cadre du projet «Ma voix en images» sous la supervision de Sylvia Garcia Delahaye, travailleuse sociale et professeure à la Haute école de travail social de Genève. Son but: illustrer la pauvreté infantile en Suisse. Son originalité: être l'œuvre d'enfants âgés de 7 à 11 ans suivant une méthodologie participative visant à faire entendre leur voix.

La question de l'alimentation et des moqueries envers celles et ceux qui n'ont pas de goûter à la récréation est au cœur de cette photographie soumise à l'édition 2023 du Concours FNS d'images scientifiques. C'est une enfant familière de ce genre de brimades qui a créé la mise en scène et pris le cliché sous la supervision d'une photographe professionnelle. Dans cette image comme dans toutes les autres de la série, les protagonistes portent des masques. Sylvia Garcia Delahaye indique que ces derniers ont une double fonction: d'une part, garantir l'anonymat de ceux qui ont posé et, d'autre part, rendre plus compréhensibles les émotions mises en scène grâce aux dessins explicites. La scientifique, qui a beaucoup travaillé sur la pauvreté infantile, avoue avoir été surprise que les enfants soulèvent la problématique du goûter à la récré en lien avec la pauvreté. Pour elle, c'est un signe que le droit à l'alimentation devrait faire partie du programme éducatif scolaire en Suisse, comme c'est le cas dans certains pays dits «pauvres».

C'est d'ailleurs pour lancer un appel aux adultes que les enfants ont pris ce cliché: ils et elles ne veulent plus être harcelées à l'école à cause de leur pauvreté. De son côté, la jeune fille auteure de la photo a insisté sur l'importance de faire un travail sur soi-même lorsqu'on est victime de moqueries pour se rendre compte que la méchanceté des autres n'a rien à voir avec soi-même. «C'est ce travail de distanciation qui lui a permis de raconter son histoire en image», explique Sylvia Garcia Delahaye.

Elise Frioud (Texte),

Sylvia Garcia Delahaye et Valérie Frossard (Image)

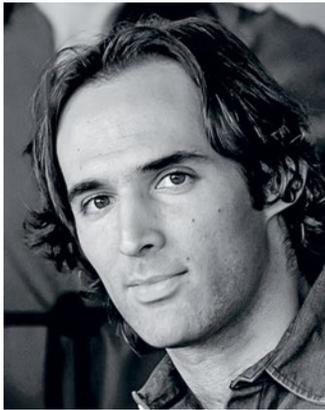




Lu et entendu

«Les scientifiques ne souhaitent pas honorer les idées. C'est un gros problème.»

Photo: m&ad



Oded Rechavi, professeur de génétique moléculaire à l'Université de Tel-Aviv, a exprimé **sa déception à l'égard de la communauté scientifique** sur Twitter. Avec son collègue de Dresde Pavel Tomanak, il avait proposé dans *Nature* que non seulement on indique à l'avenir dans les articles scientifiques les références de l'origine de chaque déclaration, **mais aussi qu'on documente en détail qui a eu l'idée** de chaque expérience et qui l'a finalement réalisée. Mais

beaucoup de personnes sur Twitter se sont insurgées contre le **morcellement, trop fastidieux**, trop confus et contraire à l'esprit d'équipe qui en résulte. *ff*

L'édition du génome a du succès dans les hôpitaux

La méthode de modification précise et simple du patrimoine génétique des cellules, appelée Crispr-Cas, a été publiée en 2012. Et avant même qu'Emmanuelle Charpentier et Jennifer Doudna ne reçoivent le prix Nobel de chimie pour cette méthode, elle a permis de traiter avec succès une première patiente atteinte d'une maladie héréditaire: Victoria Gray, du Mississippi, atteinte d'une mutation génétique qui déforme ses globules rouges et empêche ainsi son sang de circuler correctement. La drépanocytose peut induire de fortes douleurs, endommager les organes et conduire au décès prématuré. Grâce à l'édition génomique, la patiente va bien.

Victoria Gray n'est pas la seule. Dans le *Financial Times*, Robin Lovell-Badge, biologiste du développement à l'Institut Francis Crick de Londres, estime qu'environ 70 personnes ont déjà été traitées avec succès à ce jour. David Liu du Broad Institute à Cambridge (Massachusetts) parle même de plus de 200 patientes, selon la *MIT Technology Review*. De plus, de nombreuses études cliniques sont en cours sur des maladies comme le cancer, la cé-

lité génétique, le diabète et le VIH/sida. Dans une atmosphère de renouveau, on s'attend à ce que l'autorité américaine de contrôle des médicaments (FDA) autorise cette année encore le traitement contre la drépanocytose. Priorité actuelle: comment rendre ces interventions coûteuses accessibles à tous et toutes.

La situation est tout autre pour les modifications héréditaires de la lignée germinale. En 2018, Jiankui He, biophysicien à l'Université des sciences et de la technologie du sud de la Chine, annonçait la naissance de trois bébés rendus résistants au VIH grâce à l'édition génomique. Le monde scientifique avait critiqué l'intervention, jugée irresponsable, et il avait été condamné à trois ans de prison en Chine.

En mars 2023, le comité d'organisation du troisième sommet international sur l'édition du génome humain s'est aussi prononcé contre ces pratiques. Outre l'absence de sécurité, le comité note que les conditions sociales et légales manquent encore. Mais, «dans ce domaine, la recherche fondamentale devrait être poursuivie». *ff*

Participez à notre sondage de lectrices et lecteurs!

**Votre opinion à propos d'Horizons compte.
Et vos souhaits nous importent également.
Nous vous en remercions d'avance!**

Votre rédaction d'Horizons



Vous pouvez participer à notre sondage jusqu'au 30 juin.

survey.js-studien-analysen.ch/Survey2023?lang=fr

«Il n'existe aucune preuve que le Professional Bachelor représente un avantage»

En mars 2023, le Conseil des Etats a rejeté une motion visant à introduire un bachelor professionnel dans les écoles supérieures (ES). Ce refus d'aligner les diplômes professionnels du degré tertiaire sur ceux des universités et des hautes écoles spécialisées en a fâché plus d'une. Mais pas Ursula Renold. Professeure dans le domaine des systèmes de formation à l'ETH Zurich, elle a commencé son parcours par un apprentissage de commerce bancaire.

Ursula Renold, le Conseil des Etats a refusé l'introduction d'un bachelor professionnel pour les HES. Est-ce une victoire du lobby des hautes écoles?

Non, je ne pense pas. Le Conseil fédéral a également avancé que le bachelor professionnel serait un corps étranger dans le système éducatif suisse. Le diplôme d'une haute école est un second diplôme du degré tertiaire après un apprentissage. Le bachelor est considéré comme le premier diplôme professionnel. Il serait dommage qu'à l'international, l'expertise pratique avérée de ses titulaires soit confondue avec un diplôme académique.

Pourquoi l'Allemagne et l'Autriche ont-elles introduit ce titre?

Il s'agissait probablement de donner du prestige à ces diplômes. On ne dispose toutefois d'aucune preuve indiquant que le titre de «Professional Bachelor» représente un avantage.



La chercheuse en éducation Ursula Renold a commencé sa carrière professionnelle par un apprentissage de commerce au sein d'une banque. Photo: mäd

Au contraire, il alimente l'inflation des titres. Quand les diplômes se confondent, les entreprises procèdent à leurs propres évaluations.

Qu'apporte ce titre aux entreprises?

Il existe par exemple en Suisse trois diplômes d'économie d'entreprise, délivrés par les uni-

versités, les hautes écoles et les écoles supérieures. Dans notre étude, nous avons constaté que les PME engageaient généralement des diplômés ES, car leurs activités ne sont pas assez larges pour des spécialistes formés dans des académies. Les grandes entreprises, en revanche, recherchent des titulaires des trois types de diplôme. Un bachelor professionnel ne viendrait que semer la confusion.

Les universités créent aussi la confusion avec leurs CAS, MAS et DAS, non?

Oui, de même que le bachelor professionnel, c'est une invention du monde germanophone. Dans le cas du Master of Advanced Studies ou MAS, par exemple, la précision «of Advanced Studies» est souvent omise. On ignore de quel type de master il s'agit.

Que faire pour une juste reconnaissance internationale des diplômes ES?

Il faut informer les responsables des ressources humaines des entreprises internationales en Suisse. Les diplômes doivent par ailleurs être accompagnés d'un relevé de notes ou d'une annexe au diplôme, qui explique comment le situer dans le cadre européen. Une cheffe du personnel en Angleterre est en mesure de comprendre les années d'expérience professionnelle d'une personne titulaire d'un diplôme ES qui est au même niveau européen qu'un bachelor académique. ff



Manifestation contre les réformes électorales. Photo: Nicolas Asfour/AFP/Keystone

Mexique: liberté scientifique en péril

«En 2017, de nombreux scientifiques ont voté pour Andrés Manuel López Obrador, plaçant de grands espoirs dans son élection», affirme Manuel Elías-Gutiérrez, spécialiste mexicain de la biodiversité dans une interview donnée à eLife. Ces espoirs ont depuis été balayés par l'inquiétude.

Le populiste de gauche a en effet progressivement diminué la liberté de la recherche au cours des dernières années. ELife constate ainsi que des responsables d'instituts ont été remplacés par des sympathisants du président. Les budgets ont été coupés et des mandats d'arrêt lancés contre des scientifiques critiques à l'égard du gouvernement. Une nouvelle loi relative à l'encouragement de la recherche et à l'indépendance des instituts publics, la loi HCTI, vient désormais envenimer la situation. De nombreux chercheurs et chercheurs s'y opposent, craignant que le contrôle gouvernemental ne s'aggrave encore. jho

Thatcher écoutait déjà le GIEC

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est un réseau international de scientifiques qui, depuis des décennies déjà, compile les résultats de la recherche sur le climat, les analyse et les synthétise dans un langage compréhensible. Ce printemps, à Interlaken, le groupe a terminé son dernier rapport. Il condense en 30 pages les quelque 10 000 pages de sept rapports plus développés. Ces textes, publiés tous les cinq à sept ans, sont d'impressionnantes prestations de communication scientifique, citées par des gouvernements et des ONG du monde entier.

Un livre récent, «A Critical Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change», explique pourquoi presque aucun autre réseau de scientifiques ne bénéficie d'une telle attention. Retraçant l'histoire du GIEC, il montre qu'il avait d'emblée d'étroits liens avec les gouvernements nationaux. Ainsi, nombre de scientifiques employés gouverne-

mentaux ont participé à sa fondation en 1988. Ils venaient de centres officiels de données météo ou de bureaux météorologiques et avaient pour défi de pousser leurs responsables à prendre conscience des dégâts que provoquent les énormes quantités de CO₂ rejetées dans l'atmosphère.

D'une part, ces spécialistes de la météo étaient «parmi les premiers à avoir accès aux capacités de calcul nécessaires pour les études de simulation du climat – des capacités dont les gouvernements disposent en général», écrit Nature dans un article sur ce livre. D'autre part, ils étaient souvent en contact direct avec les ministres de la Défense – les prévisions météo étant essentielles pour la planification militaire – et côtoyaient donc les puissantes de ce monde. En 1990, le premier rapport du GIEC a été présenté à Margaret Thatcher, alors première ministre. L'attention des puissants s'est encore accentuée depuis – les défis aussi. *jho*

La Suisse bientôt à nouveau seule hors d'Horizon Europe

Querelle du Brexit et échec de l'accord-cadre: un certain temps, la Grande-Bretagne et la Suisse furent sur le même bateau face au programme de recherche Horizon Europe. Mais maintenant que la Grande-Bretagne et l'UE ont trouvé un accord concernant le protocole sur l'Irlande du Nord, **la Suisse est à nouveau seule.**

«Un allié potentiel pour un plan B disparaît», a dit la conseillère aux Etats socialiste bâloise Eva Herzog au NZZ Magazin. **La collaboration prévue en 2022 avec la Grande-Bretagne** perd de son importance. Pour Luciana Vaccaro de swissuniversities, ce n'était de toute façon qu'un second choix. Le député européen allemand Christian Ehler, au moins, se montre optimiste dans Science Business: «Il sera sûrement possible que la Suisse et l'UE se réunissent aussi, **pour le bien de l'Europe!**» Du moins, d'ici là, une participation a encore un sens. *ff*

Situation d'urgence





«Il ne faut pas traiter les postdocs comme des marchandises jetables»

La Suisse ne brille pas seulement par sa nature époustouflante, mais aussi par le dynamisme de sa recherche. Or, derrière cette belle façade, les postdocs sont pris au piège. L'épine dorsale de la recherche académique est piégée dans un cycle sans fin de postes à durée déterminée et de précarité. Ce problème n'est certes pas propre à la Suisse, mais il est préoccupant dans un pays fier de son excellence académique.

Pour s'attaquer aux causes structurelles et systémiques du problème, il faut des carrières mieux définies, de nouveaux modèles de financement et des incitations à l'acquisition de compétences transférables. Pour trouver des solutions durables qui tiennent compte de la contribution des postdocs, il faut impliquer toutes les actrices et acteurs concernés. Cela demande un profond changement de mentalité dans la science et la politique, car les approches actuelles telles que le partage de poste, présentées comme un palliatif, ne sont qu'une solution de fortune.

On pourrait créer davantage de postes à durée indéterminée tant au niveau des chaires que des collaboratrices scientifiques ou chargés de cours, mais cela ne serait possible que dans une certaine mesure pour des raisons économiques. L'annonce récente de l'Université de Zurich de s'engager dans cette voie est toutefois un pas prometteur. Des joint-ventures ou des partenariats public-privé pourraient permettre aux universités de financer des postes. Afin de ne pas restreindre la liberté académique, la transparence et des lignes directrices claires en matière de thèmes de recherche et de propriété intellectuelle sont indispensables. En outre, les postdocs devraient avoir plus de possibilités d'acquérir des compétences transférables indépendantes de la recherche, comme la gestion d'entreprise ou de projet. Une task force composée de représentants du monde académique (y compris des groupes sous-représentés), de l'industrie, d'organismes de financement et de la politique pourrait contribuer à trouver des solutions réalistes.

En bref, nous devons commencer à traiter les postdocs comme les scientifiques de talent qu'ils et elles sont plutôt que comme des marchandises jetables.

Anthony Guihur est postdoc en biologie moléculaire à l'Université de Lausanne, où il fait partie du comité d'organisation de l'Association de postdocs en sciences naturelles.

15 025

est à ce jour le plus grand **nombre de coauteurs et de coauteurs** jamais cités dans un article révisé par des pairs. C'est Nature qui l'a écrit dans un article sur les équipes de Big Science et sur les défis de la collaboration de milliers de scientifiques. L'article avec le nombre record d'auteurs, publié début 2021, portait sur les **effets de la vaccination contre le SARS-CoV-2**. Loin derrière, une publication de 2015 sur la mesure du boson de Higgs arrive au deuxième rang avec 5154 coresponsables. *jho*

A hauteur d'yeux

Les chercheurs doivent quitter leur tour d'ivoire et discuter de leurs découvertes avec le public. **Cette exigence de la communication scientifique** a l'air quelque peu désuète. Dans l'espace germanophone, on parle aujourd'hui plutôt de la nécessité pour les scientifiques de parler «à hauteur d'yeux» («auf Augenhöhe») avec les non-scientifiques. L'idée étant que l'on traite son interlocutrice comme étant **«d'égal à égal» lors d'un échange**.

Mais l'expression allemande comporte une contradiction: une rencontre «à hauteur d'yeux» implique **un ajustement de la hauteur**: l'un des deux doit faire un mouvement vers le bas – ce qu'on sous-entend le plus souvent – ou vers le haut. Il ne surprend guère que cette revendication paternaliste soit aussi très prisée des milieux ecclésiastiques: le prêtre doit rencontrer la laïque «auf Augenhöhe». Ainsi, **comme les prêtres avec leur accès privilégié à Dieu**, les scientifiques sont donc transformées en porteuses d'un savoir particulier qui les place au-dessus des autres. Un parallèle entre communication et attitude qui mériterait d'être discuté. *jho*

L'élite mondiale des dirigeants n'est issue que de 20 entreprises

Les top managers mondiaux sont majoritairement issus de 20 organisations, parmi lesquelles Credit Suisse et UBS, révèle une étude réalisée notamment par l'Université de Lausanne. Et ces organisations représentent un tremplin pour une grande carrière à l'international.

La recherche s'est focalisée sur les entreprises figurant sur la liste Forbes 2000 (classement annuel des plus grandes sociétés mondiales, publié dans le magazine américain Forbes) de 2018 dont les profils des dirigeantes figurent dans la base de données BoardEx.

Les scientifiques ont ainsi étudié les parcours de plus de 16 000 hommes et femmes cadres issus de près de 1400 sociétés basées aux Etats-Unis et au Royaume-Uni – la Deutsche Bank, UBS et Credit Suisse étant les seules sociétés non anglo-américaines de cette liste. Il en ressort qu'«un petit groupe d'entreprises a une grande influence sur le marché global», analyse Felix Bühlmann, professeur de sociologie à l'Université de Lausanne et coauteur de la publication. «Il s'agit de la première étude de la structuration des réseaux d'élite des entreprises mondiales par le concept de plateforme de carrière.»

Il précise que «jusqu'à présent, les liens entre les sociétés ont été analysés à travers les membres de leur conseil d'administration». Le spécialiste des élites évoque la mise en place d'une «hiérarchie de prestige»: les organisations les plus prestigieuses sont celles qui sont capables de redistribuer le plus de top cadres dans de grandes entreprises, la palme revenant à Pricewaterhousecoopers. La Suisse, avec Credit Suisse et UBS, est aussi très centrale et fait office de passerelle entre l'Europe et les Etats-Unis.

André Mach, politologue à l'Université de Lausanne et externe à l'étude, commente: «Grâce à l'utilisation de larges bases de données, la recherche permet de mettre en évidence des trajectoires de carrière à l'échelle internationale qui reflètent aussi les compétences valorisées pour diriger les grandes entreprises mondiales.» *Kalina Anguelova*

F. Bühlmann et al.: How career hubs shape the global corporate elite. Wiley Online Library (2023)



Ces polymères peuvent se tordre sous l'effet de la chaleur et ainsi bouger sans moteur. Photo: mäd

Des vers de terre robots

Des robots souples, résistants et capables de se faufiler presque partout? C'est l'idée développée par l'équipe du professeur Christoph Weder de l'Institut Adolphe Merkle en collaboration avec des scientifiques de la Case Western Reserve University (Cleveland, USA) en s'inspirant du ver de terre.

Les robots souples et flexibles suscitent un intérêt considérable car leur mode de déplacement les rend potentiellement utilisables dans de nombreuses applications: inspection de tuyaux, missions de recherche et de sauvetage, exploration souterraine ou encore procédures biomédicales telles que l'endoscopie ou la coloscopie. Pour les mettre au point, les scientifiques doivent faire face à un défi majeur: combiner mobilité et flexibilité. Or, en principe, les moteurs qui font avancer les robots sont des éléments rigides. L'équipe de

Christophe Weder a réussi à contourner le problème en ayant recours à des actionneurs souples faits de bicouches de polymères: des éléments qui contiennent deux types de matériaux différents dans deux couches jointes. Celles-ci se dilatent différemment en réponse à un stimulus externe tel que l'humidité, la chaleur, la lumière ou encore la force mécanique. Les scientifiques ont utilisé la chaleur dans ce projet pour mettre les robots en mouvement. Pour cela, ils ont joint deux polymères aux coefficients de dilatation thermique très différents. Exposés à une source de chaleur électrique, les robots ont avancé par contractions et expansions séquentielles de leurs segments – comme des vers de terre. *Lia Rosso*

L. F. Muff et al.: Modular Design of a Polymer-Bilayer-Based Mechanically Compliant Worm-Like Robot. *Advanced Materials* (2023)

Le chou qui a l'art d'attirer les bons pollinisateurs

Photo: mäd



Une étude de terrain, menée par l'Université de Zurich en Italie, a montré que **le chou sauvage peut s'adapter aux insectes pollinisateurs locaux**. Cela se produit probablement par la **variation des gènes** qui déterminent la composition du nectar et des odeurs. Il serait important de pouvoir **conserver cette capacité chez les plantes cultivées**, estime la première autrice Léa Frachon. *yv*

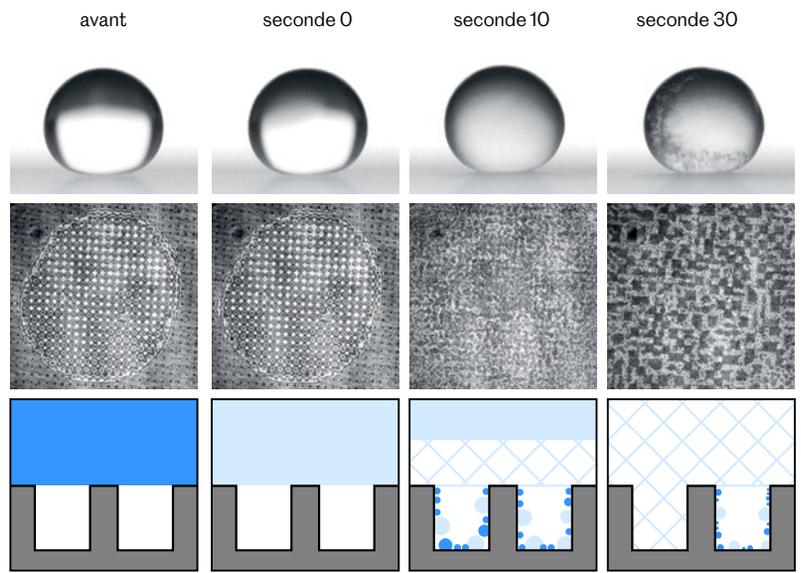
L. Frachon et al.: Putative signals of generalist plant species adaptation to local pollinator communities and abiotic factors. *Molecular Biology and Evolution* (2023)

Chanter apaise le bébé, la mère et probablement aussi le père

Les enfants nés prématurément doivent **subir de nombreuses procédures douloureuses**, dont des piqûres dans le talon pour des prises de sang. Des études avaient déjà montré que cela **fait du bien aux nouveau-nés quand la mère parle ou chante dans ces moments-là**. Il apparaît maintenant que les mères en profitent aussi, puisque 20 participantes à l'étude se sentaient ensuite moins angoissées lorsqu'elles avaient parlé à l'enfant ou chanté pour lui durant cette procédure. Mécanisme probable: une **augmentation du taux d'ocytocine**, l'hormone qui favorise le comportement maternel et l'attachement à l'enfant. La psychologue Manuela Filippa de l'Université de Genève suppose qu'il doit en aller de même pour les pères, mais il n'existe pas encore d'étude à ce sujet. «Impliquer tôt les parents est non seulement important à court terme, mais pourrait aussi assurer une bonne cohésion familiale à long terme.» yv

M. Filippa et al.: Oxytocin Levels Increase and Anxiety Decreases in Mothers Who Sing and Talk to Their Premature Infants during a Painful Procedure. *Children* (2023)

Point de mire



Zut, c'est déjà gelé

Les surfaces hydrofuges sont pratiques, mais elles gèlent extrêmement vite. Des scientifiques de l'ETH Zurich ont examiné le phénomène: **lorsqu'une goutte d'eau gèle, un peu de chaleur est générée**. Un mélange eau-glace se forme alors au point de contact avec la matière (ligne du milieu). Il **pénètre dans les creux de la matière** (points bleus), gèle de bas en haut (surfaces hachurées) et colle ainsi les petites gouttes de glace à la surface. yv

H. Lambley et al.: Freezing-induced wetting transitions on superhydrophobic surfaces. *Nature Physics* (2023)

Perte constante de précieux biotopes humides

Les milieux humides abritent une immense biodiversité, réduisent le risque de crues et stockent le carbone. Malgré leur importance, au cours des 300 dernières années, l'humanité a détruit des zones humides dont la surface équivaut à celle de l'Inde, a découvert une équipe de recherche internationale avec participation suisse.

Les scientifiques ont rassemblé des milliers de jeux de données locales afin d'extrapoler l'ampleur historique de ces pertes au niveau mondial. A cette fin, elles ont combiné les statistiques nationales avec des enregistrements régionaux et ont modélisé des cartes de zones humides.

«Rassembler et harmoniser les nombreux jeux de données individuels a été un travail extrêmement laborieux, note Benjamin Stoc-

ker de l'Université de Berne. Mais nous disposons désormais d'une vue d'ensemble de la situation sans précédent, basée sur des données.» Ce travail fastidieux a révélé que même si un cinquième de tous les biotopes humides a disparu, il subsiste encore d'importantes surfaces qui peuvent être protégées.

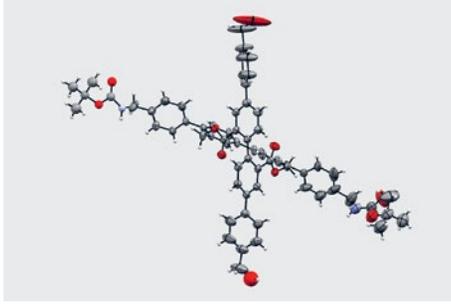
«Nos résultats montrent donc aussi une opportunité», note Benjamin Stocker. Les informations spatiales livrées par le jeu de données documentent les endroits où se trouvent encore des zones humides intactes particulièrement

vastes: surtout au Nord – au Canada et en Sibérie – ainsi que dans les forêts tropicales comme celles du Congo ou d'Amazonie. Il n'existe toutefois pas de solution mondiale unique pour préserver ou renaturer les zones

humides. En effet, selon la région, les biotopes ont été détruits à des fins différentes. Dans de grandes parties de l'Asie, ils ont ainsi été transformés en rizières, tandis qu'en Europe du Nord, ils ont été victimes de l'exploitation forestière. En Russie, en Irlande et en Finlande, plusieurs milliers d'hectares de marais ont été anéantis par l'exploitation de la tourbe.

Dans certaines régions d'Europe et d'Asie, jusqu'à 90% des milieux humides sont ruinés. Il est dès lors d'autant plus important de protéger les zones qui restent, indique Benjamin Stocker, afin que l'humanité puisse continuer à compter sur leur fonction primordiale pour la protection du climat, la biodiversité et la régulation des eaux. *Sofia van Moorsel*

E. Fluet-Chouinard et al.: Extensive global wetland loss over the past three centuries. *Nature* (2023)



Comme deux fils, mais d'un seul tenant.

Molécule pour nanotextiles

Des chimistes de l'Université de Bâle veulent reproduire à l'échelle nanométrique la structure – stable mais flexible – de tissus. A cette fin, ils ont conçu des **molécules cruciformes**, destinées à être ordonnées à plat sur une surface d'eau et assemblées pour former une grille. L'étoffe moléculaire est créée **en rompant la liaison entre fils longitudinaux et transversaux** au niveau des intersections. Selon Marcel Mayor, responsable de l'équipe, ce nouveau matériau a de multiples applications possibles. *yv*

C. Kroonen et al.: A Cross-Shaped Monomer as Building Block for Molecular Textiles. *Helvetica Chimica Acta* (2023)

Les PME sont durables si la direction le veut

La Suisse compte environ 600 000 petites et moyennes entreprises (PME). «Si chacune d'entre elles était un petit peu plus durable, cela ferait une grande différence en fin de compte», affirme Manuel Grieder d'UniDistance et de la ZHAW. Il cite en exemple l'utilisation de lampes économiques ou de papier recyclé. Dans le cadre d'un programme de conseil environnemental et de sondages, les chercheurs en économie ont déterminé comment motiver les PME à devenir plus durables.

Ils ont découvert que contrairement à l'avis largement répandu, des incitations financières n'étaient pas forcément nécessaires. Le désir personnel des propriétaires, des chefs d'entreprise et des managers de contribuer à une protection de l'environnement sur du long terme est au moins aussi important. *yv*

M. Grieder et al.: Not Only for the Money: Nudging SMEs to Promote Environmental Sustainability. *SSRN* (2023)

L'oreille absolue sans réfléchir

Les personnes dotées de l'oreille absolue sont capables d'identifier chaque hauteur de son – apparemment sans réfléchir et sans référence auditive préalable. Cette faculté exceptionnelle, que seule 1 personne sur 10 000 possède, profite en particulier aux musiciens. Une nouvelle étude montre que ces personnes traitent les sons plus rapidement.

Les sons entendus déclenchent une impulsion électrique dans le cortex auditif. L'impulsion est transmise plus rapidement chez les personnes dotées de l'oreille absolue et encore plus vite dans l'hémisphère droit du cerveau que dans le gauche – des différences en millisecondes. «Nous avons pu montrer que le traitement des signaux fonctionne différemment dès le stade sensoriel précoce et pas qu'au niveau cognitif, qui attribue un nom au son», détaille Maria Blatow, médecin-chef en neuroradiologie à l'Hôpital cantonal de Lucerne.

Pour mesurer très précisément et simultanément la séquence spatiale et temporelle du traitement des signaux par le cortex auditif, les chercheuses ont combiné pour la première fois

«L'oreille absolue s'entraîne aussi, et davantage chez les gens prédisposés que chez les autres.»

deux méthodes de mesure de l'activité cérébrale qui ont enregistré l'irrigation sanguine et les signaux magnétiques. Cela avec 40 musiciennes, dont 17 ayant l'oreille absolue. L'accent a été mis sur ce groupe, car leur cerveau présente une réaction accrue aux signaux acoustiques. La part des personnes avec

l'oreille absolue est sensiblement plus élevée chez les musiciens que dans l'ensemble de la population. Et ce n'est pas parce que celles qui ont des gènes favorables deviennent plus facilement musiciennes. L'exercice joue aussi un rôle. «Il existe une prédisposition génétique. Le cortex auditif peut être plus grand à la naissance, note Maria Blatow. Mais l'oreille absolue s'entraîne aussi plus chez les personnes avec une prédisposition que chez celles sans.» Son équipe étudie maintenant le rôle de l'exercice musical dans une étude complémentaire qui suit des étudiants en musique pendant leur formation. *Majken Grimm*

J. Benner et al.: Temporal hierarchy of cortical responses reflects core-belt-parabelt organization of auditory cortex in musicians. *Cerebral Cortex* (2023)

Chasseur solitaire

Dans les Caraïbes, **le poisson-lion**, une espèce invasive de la famille des rascasses, **supplante les poissons indigènes**. Sur la base d'observations d'autres rascasses, on supposait que son succès venait du fait qu'il chassait en groupe. Or, ce n'est pas le cas. Des chercheurs de **l'Université de Neuchâtel** n'ont constaté aucun travail d'équipe pendant la traque dans la nature ou lors d'expériences en laboratoire. En aquarium, **même avec une proie sous les yeux**, deux poissons-lions ont chassé seuls. *yv*

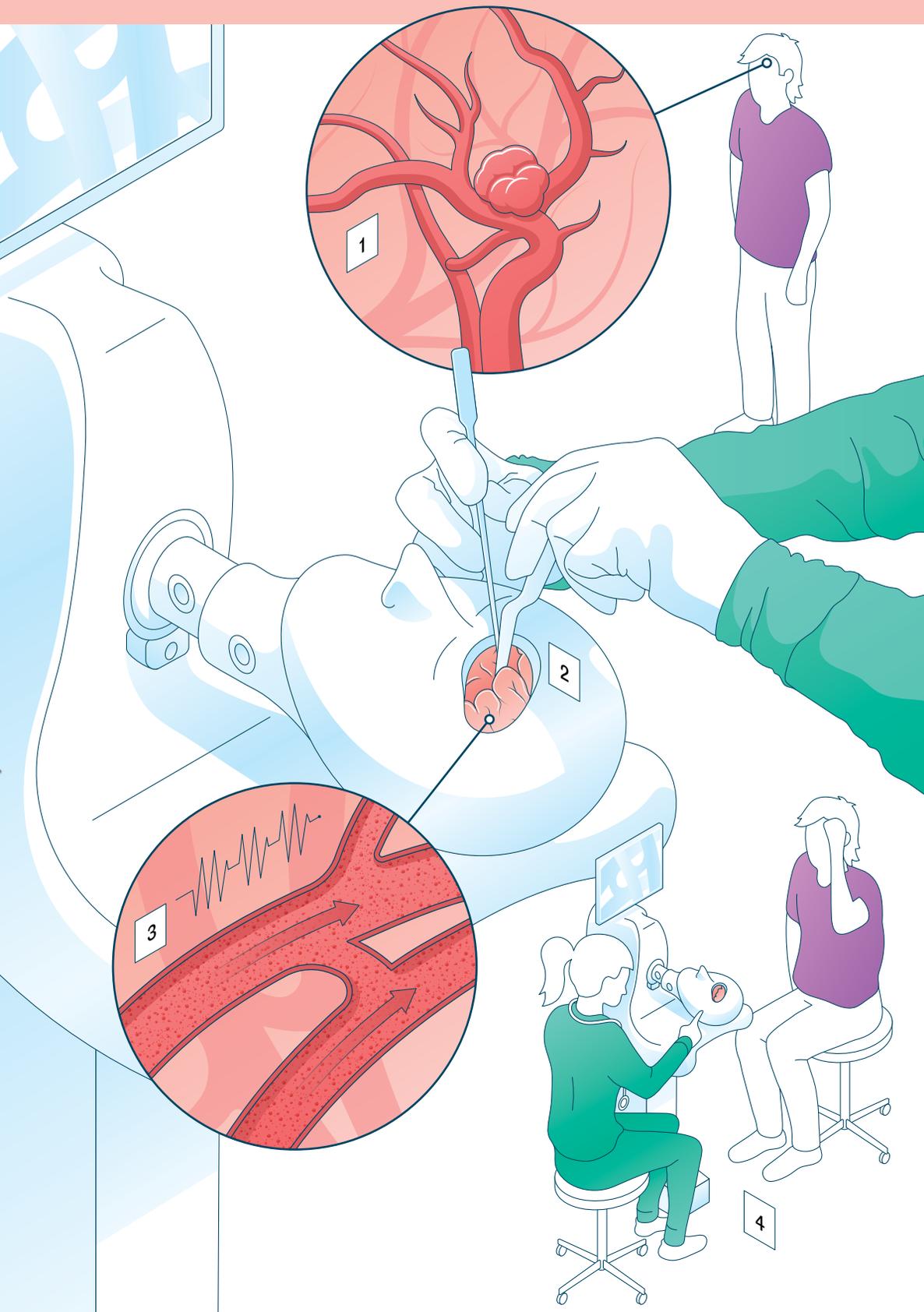


H. Sarhan and R. Bshary: No evidence that lionfish *Pterois miles* coordinate and reciprocate during hunts. *Royal Society Open Science* (2023)

D'abord la simulation, ensuite l'intervention

Quand les chirurgiennes du cerveau s'entraînent, elles le font sur un patient vivant. Pour réduire les risques ainsi encourus, un spin-off de l'Université de Berne a développé un simulateur 4D.

Texte Judith Hochstrasser Illustration Ikonaut



1 – Bombe à retardement

Près de deux adultes sur cent ont des anévrismes dans leurs vaisseaux cérébraux. Ces dilatations en forme de ballon peuvent se rompre et entraîner parfois des hémorragies mortelles. Opérer un anévrisme est aussi difficile que risqué. Il faut en général sept à douze ans d'expérience pour pouvoir pratiquer l'intervention de façon autonome.

2 – Entraîner les démineurs

Des spécialistes de l'Université de Berne ont développé un simulateur 4D afin que les futures chirurgiennes autant que les expérimentées puissent mieux s'exercer à l'intervention, très exigeante en termes de motricité fine. L'appareil se compose d'une impression physique en 3D du crâne, du cerveau, et désormais aussi des vaisseaux sanguins du patient. A cela s'ajoute l'agrandissement virtuel multiplié par 100 des structures microscopiques sur un écran. Déjà utilisé pour la formation, l'appareil vise à réduire le temps nécessaire avant qu'une chirurgienne puisse effectuer une véritable intervention.

3 – Réelle pression du temps

La dimension temporelle du simulateur du Surgeonslab est unique en son genre: une pompe et du sang artificiel imitent le pouls et le flux sanguin, rendant l'entraînement interactif. Si la chirurgienne est trop lente, le simulateur réagit: l'instrument dans sa main vibre et une alarme optique se déclenche.

4 – Confiance décisive

A l'avenir, le simulateur devrait aussi rendre les opérations réelles plus sûres. On peut créer sa propre version imprimée en 3D pour chaque patient et simuler sa pression sanguine et son pouls. Réaliser un tel modèle individuel prend environ deux jours. Les chirurgiennes pourront ainsi s'exercer à l'intervention spécifique et mieux la planifier. En prime, elles pourront montrer au patient ce qu'elles feront précisément. Un gain de confiance dans le procédé pour les deux parties.

L'interaction humain-machine atteint de nouvelles dimensions avec les intelligences artificielles.

Déjà, les algorithmes cherchent de nouvelles théories en science.

Quand l'art avec l'IA avec l'art avec l'IA...
Il s'agit bien d'un autoportrait de Frida Kahlo. Mais d'une version étrange. L'artiste valaisan Jonas Wyssen a soumis quelques chefs-d'œuvre aux algorithmes de l'IA, respectivement à son code d'entrée sophistiqué pour les algorithmes de l'IA. Son objectif: copier et imiter délibérément les images et les styles – dans l'art, ce procédé s'appelle l'appropriation –, mais en introduisant à chaque fois «une erreur dans la matrice». Ces créations surréalistes et oniriques déconcertent: qu'est-ce qui est original? Qu'est-ce qui vient de l'IA? Qu'est-ce qui vient de l'artiste? Image: Jonas Wyssen



Machine, écris-moi vite ça!

Que ce soient des publications ou des travaux d'étudiants, il existe un nombre croissant de textes créés à l'aide de l'intelligence artificielle dans le monde scientifique. Les avis quant à la manière de gérer ce phénomène sont partagés.

Texte Michael Baumann

Le générateur intelligent de texte ChatGPT connaît un fort engouement depuis quelques mois, notamment parce que l'entreprise OpenAI y a donné l'accès gratuit. Il ouvre également de toutes nouvelles possibilités dans le domaine académique, avec des résultats étonnants, que ce soit en matière de recherche, de rédaction ou d'évaluation par les pairs – ou même pour tricher. La revue scientifique *Nature*, en tout cas, déjà édicté des règles pour l'utilisation de l'IA. Les auteures doivent notamment présenter de manière transparente la provenance d'une déclaration générée par une machine.

L'historien des sciences Mathias Grote de l'Université de Bielefeld diagnostique un tournant: «Il semble qu'on ait atteint l'un de ces moments qui constituent une percée, surtout en termes d'utilisation.» Internet, le moteur de recherche de Google ou encore les smartphones ont connu des moments comparables. Il était prévisible depuis un certain temps déjà que l'IA finirait par s'imposer. Mathias Grote se souvient des débats du début des années 2000: «A l'époque, il s'agissait encore davantage d'une clarification catégorique et d'une discussion théorique.» A savoir, sur ce qu'est vraiment l'intelligence artificielle. Alors qu'aujourd'hui, c'est la technologie elle-même qui figure au premier plan. Et les motivations économiques et politiques jouent bien sûr un rôle important dans le développement de l'IA: les grandes entreprises de données et les grandes maisons d'édition, par exemple, poursuivraient des intérêts monétaires avec les programmes de texte.

La fin de la réflexion indépendante?

Ce qui depuis le ChatGPT-4 est accessible à tout le monde est également utilisé pour la rédaction de textes scientifiques. Le cardiologue Matthias Barton de l'Université de Zurich, coéditeur de la revue spécialisée en accès libre pour la biomédecine et les sciences de la vie *eLife*, se dit horrifié et ébranlé par les nouveaux instruments que «les entreprises Internet mettent à la disposition des étudiantes et des chercheurs». «On ne sait pas vraiment qui est derrière ces programmes», explique-t-il. En outre, ils sont promus avec des affirmations très douteuses – par exemple que l'intelligence artificielle permet à un ordinateur, sans intervention humaine, de penser comme un être humain. Il estime d'ailleurs que le terme d'IA est abusif, évoquant même une tromperie. Parce que, selon lui, on ne peut pas

parler d'intelligence, il s'agit d'une banale utilisation d'algorithmes, en particulier dans le système de publication. Mais au fond, ce à quoi on assiste, là, c'est à une dépersonnalisation, dit Matthias Barton. La réflexion personnelle est reléguée à l'arrière-plan. «Cette situation conduit à ce que des étudiantes et de jeunes chercheurs, qui en matière de connaissances sont encore des novices dans leur spécialité, soient en mesure de produire avec l'IA, totalement ou en partie, des travaux scientifiques et de s'en dire les auteurs.»

Pas trop de contrôle

Pour enrayer dès les études cette nouvelle forme de tricherie, il faut de nouvelles approches. L'historien des sciences Caspar Hirschi propose que les enseignantes transmettent aux étudiantes une éthique de l'autodiscipline. Un contrôle proprement dit des travaux d'étudiants ne peut être effectué qu'en cas de soupçons fondés, par exemple lors de grandes différences dans la qualité de l'expression au sein d'un même texte. Par contre, la quantité de textes à examiner rend pratiquement impossibles des contrôles de portée plus large. C'est pourquoi Caspar Hirschi est convaincu de l'importance de «la confiance mutuelle, liée à l'obligation d'une déclaration personnelle, comme le fait *Nature*».

Toutefois, c'est insuffisant pour lutter contre la fraude dans les revues spécialisées. Matthias Barton plaide pour des directives. «Ce serait aux Académies suisses des sciences d'agir, particulièrement en médecine – et vite!» Il propose que les autrices et auteurs soient tous obligés de certifier par écrit ne pas avoir utilisé d'IA. Caspar Hirschi peut aussi l'envisager, mais n'y voit pas de quoi vraiment changer la donne. «Le système de la science moderne est basé sur une culture de la confiance dans le sérieux du travail des autres», explique-t-il. Il en aurait toujours été ainsi dans la recherche expérimentale. La science n'a jamais pu appliquer ses mécanismes de contrôle à large échelle. Sinon, le système se serait effondré.

En fait, la recherche connaît des problèmes similaires depuis un certain temps déjà, à savoir des travaux rédigés par des ghostwriters. Et de la lutte contre les plagiat. A l'ère de l'IA, il est particulièrement important d'exiger une contribution intellectuelle originale, estime néanmoins l'historien des sciences Mathias Grote. Tout au plus, un

filigrane numérique constituerait une partie de la solution du problème. Soit une marque technique dans les textes permettant de retracer les sources. Mais pour reconnaître les falsifications réalisées avec l'aide de l'IA, il faudrait aussi tout simplement s'exercer à son utilisation scientifique, ce qui devrait faire partie de la formation de la relève. L'historien considère toutefois les interdictions comme étant contre-productives.

Textes utilitaires dans le style de Wikipédia

Le recours à l'IA pour les publications scientifiques soulève cependant aussi des questions au-delà de la déclaration de son utilisation. Pour Matthias Barton, rédiger un résumé par exemple – et ici on fait déjà souvent appel à des programmes générateurs de textes – fait en réalité partie d'un processus d'apprentissage de la rédaction scientifique. Or, en utilisant l'IA, cette expérience se perd.

En principe, une publication apporte une petite contribution au savoir pour faire avancer la science dans son ensemble. «Mais la pression de publier de la part des universités est grande. Ce qui arrange bien les éditeurs», note Matthias Barton. Et elle a pour conséquence que des doctorantes ou des post-docs peuvent être incités à travailler avec des programmes d'IA au lieu de lire de manière autonome les travaux d'autres scientifiques et d'apprendre ainsi la rédaction scientifique.

«Cela arrive malheureusement souvent en médecine, dit Matthias Barton. J'ai connaissance de traductions automatiques réalisées par l'IA DeepL qui ont été copiées telles quelles dans des manuscrits, naturellement sans que ce soit mentionné.» Ici aussi, il manque les réglementations indispensables, telles celles édictées récemment par le Conseil d'éthique allemand ou par diverses universités britanniques. «Car l'être humain choisit par nature la facilité et utilise ce qui est à sa disposition.»

Caspar Hirschi estime que «l'IA permet de faire écrire un texte qui n'est pas si mauvais que ça». Elle réunit les arguments standards, un peu comme Wikipédia. Mais un tel texte ne reflète qu'un état des connaissances, n'est pas toujours référencé et est dépourvu de toute originalité. De plus, il est impossible de mener un travail de recherche et d'établir des liens. Les nouvelles approches ou méthodes ne peuvent pas être déléguées à une AI et doivent être menées par la recherche. «Ainsi, le fossé entre recherches novatrices et simples synthèses s'élargit.»

Mathias Grote porte un jugement analogue. L'IA permet de produire vite et efficacement des textes utilitaires et de procéder à des recherches. «Ils sont en grande partie corrects si le programme peut s'appuyer sur suffisamment de faits connus et disponibles, mais pas entièrement.» C'est pourquoi ils ne peuvent, au mieux, qu'être une base de travail et qu'il est indispensable de les remanier, de les réviser et de les corriger. «J'ai du mal à imaginer que de véritables découvertes scientifiques soient un jour faites

par une IA seule.» Celle-ci doit plutôt être utilisée comme un outil pratique pour réunir rapidement des informations standards et effectuer des tâches de routine telles que des calculs – comme l'ont été dans le passé les manuels, les tableaux et les calculatrices de poche.

En dépit de toutes les critiques sur l'utilisation de l'IA, Matthias Barton y voit aussi une chance. «Un algorithme bien programmé permet de déléguer des recherches à l'IA, ce qui économise du temps et de l'argent», explique-t-il. Mais il est indispensable de vérifier les résultats obtenus, sans quoi les risques sont trop grands. En médecine, l'IA peut jusqu'à un certain point représenter un avantage dans le traitement de grandes quantités de données. Mais quand des propositions de recherche mentionnent l'utilisation de l'IA simplement parce qu'elle est en vogue, quelque chose ne joue pas. «Il vaudrait mieux faire une pause et se demander si on peut vraiment parler d'un progrès.»

L'IA est aussi déjà utilisée par les revues spécialisées dans leurs procédures d'évaluation par les pairs. Coéditeur d'eLife, Matthias Barton ne la considère pas comme appropriée pour cela, puisqu'elle ne dispose pas de connaissances spécialisées. Elle ne peut pas non plus évaluer la pertinence sur le fond des passages cités dans les travaux scientifiques. Chez eLife, seules des spécialistes avérées entrent en considération pour ces expertises. Toutefois, de tels programmes constituent des aides

déjà largement répandues pour l'évaluation par les pairs. De nombreuses maisons d'édition les emploient par exemple pour identifier des spécialistes. «De nombreux éditeurs sont déjà contents quand ils en trouvent.»

Mais le processus d'évaluation par les pairs s'appuie également sur l'IA pour d'autres choses. Parce que même si l'on a trouvé une experte, elle est en général surchargée et doit répartir son temps entre son travail régulier et l'évaluation. L'IA peut par exemple réduire ce stress en lui soumettant des propositions sur la base de ses commentaires, interactions et travaux antérieurs. C'est au moins ce que promettent ceux qui offrent de tels programmes.

Matthias Barton n'est pas étonné que des sociétés telles que la maison d'édition Elsevier ou des éditeurs en ligne tels que MDPI misent sur l'IA dans l'évaluation par les pairs. «De nombreuses entreprises ont déjà délocalisé depuis longtemps le processus de publication en Chine, en Inde ou au Pakistan.» Grâce à la main-d'œuvre extrêmement bon marché, les éditeurs ont énormément réduit leurs coûts mais aussi la responsabilité pour le contenu des revues qu'ils publient. Plus le système est ouvert, plus il est vulnérable. De par sa nature, chaque algorithme a ses limites et ses imprécisions, qui ensuite passent dans le processus scientifique.

Michael Baumann est journaliste indépendant à Zurich.

«Le fossé entre la recherche nouvelle et le simple résumé s'élargit.»

Caspar Hirschi



Une fusée brise l'idylle silencieuse
du premier tableau impression-
niste de Claude Monet, «Impres-
sion, soleil levant» (1872). On
devine la disparition de la nature
dans l'éclat du lever du soleil.

Image: Jonas Wyssen



«Nous ne devrions pas opposer l'être humain à l'IA»

Trouver comment fonctionnent certains algorithmes auto-apprenants est fastidieux, estime Claus Beisbart. Mais le philosophe des sciences ne craint pas de s'y frotter. Au contraire: ces outils seraient déjà utilisés dans sa discipline.

Texte Florian Fisch Photo Raffael Waldner

Avez-vous déjà tenté de mener une discussion d'ordre philosophique avec un chatbot?

Oui, nous avons parlé de la manière dont l'être humain peut préserver son autonomie, son indépendance, alors que l'intelligence artificielle devient toujours plus performante. ChatGPT a certes utilisé des concepts pertinents tels que la dignité humaine, la transparence ou l'équité. Mais nous sommes encore loin d'un dialogue philosophique profond. ChatGPT ne s'est par exemple guère positionnée. Mais, oui, nous utilisons déjà l'IA.

Vraiment? Comment l'IA vous sert-elle?

Nous simulons par exemple si une méthode philosophique peut mener à un consensus sur des thèmes de controverse tels que la consommation de viande. Cela dépend évidemment fortement de la structure du débat. En tout cas, travailler avec l'ordinateur ne nous fait pas peur.

Peut-on décrire l'IA comme une boîte noire qui effectue des opérations si compliquées que personne ne comprend ce qui s'y passe?

C'est certes une caractéristique de la nouvelle IA, mais pas sa définition. Nous disposons aussi de la bonne vieille IA. Par exemple pour des simulations telles que celles utilisées en sciences du climat. Ici, les règles selon lesquelles travaille l'IA, les équations, sont fixées par les scientifiques. Elles connaissent donc les grandeurs avec lesquelles calcule l'ordinateur. Il en va autrement des programmes d'apprentissage automatique, qui ont leurs propres règles sur la base de données. Leurs applications sont particulièrement difficiles à percer, à comprendre et également à examiner de manière critique.

En avez-vous un exemple concret?

Un réseau neuronal est d'abord entraîné. A cette fin, il reçoit des données qui sont correctement classifiées. Lorsque, ensuite, il dis-



tingue des images de chiens et de chats, nous ignorons à quelles caractéristiques de l'image il réagit. Peut-être qu'il considère surtout l'arrière-plan. La recherche s'améliore certes sans cesse pour comprendre à quoi réagissent les réseaux neuronaux, mais c'est souvent encore du tâtonnement – un travail très laborieux.

Un réseau neuronal peut-il comprendre quelque chose? ChatGPT par exemple?

Cela pourrait bien arriver un jour. Mais derrière ChatGPT, il n'y a finalement qu'un modèle de langage basé sur les suites de mots les plus probables. Le bot régurgite donc simplement ce qui a été dit le plus souvent sur Internet. Cela pourrait certes suffire à réussir le test de Turing, au cours duquel un être humain doit décider s'il parle à un autre humain ou à un ordinateur. Mais un comportement langagier en apparence acceptable n'est pas nécessairement synonyme de compréhension. Il existe à ce sujet une expérience de pensée imaginée par John Searle. Une personne qui ne comprend pas le chinois, assise dans une pièce fermée, reçoit des textes et des questions en chinois. Elle dispose d'un manuel de règles de gestion des caractères. Elle peut donc formuler des réponses sans comprendre la langue.

Mais que signifie concrètement «comprendre» chez un être humain?

Ici, beaucoup pensent d'abord à l'effet eurêka: il se passe un dé clic et on pense avoir compris. Mais ce sentiment personnel peut tromper. C'est pourquoi, en philosophie, nous ne nous basons pas sur ce sentiment, mais cherchons à déterminer la compréhension en fonction des capacités. Dans le cas du langage, cela signifie que je peux expliquer le sens d'une

phrase, que je sais recombinaison des expressions. Pour la compréhension d'événements tels que la Révolution française, il faut savoir relier les informations, identifier des liens et tirer des conclusions de manière autonome.

Comment évaluez-vous les capacités de ChatGPT?

ChatGPT réalise une sorte de moyenne de ce qui se trouve sur Internet et ne pondère pas les énoncés en fonction de la crédibilité des sources. Cette capacité pourrait certainement encore être ajoutée. Mais à la différence des êtres humains, les ordinateurs ont besoin d'une quantité incroyable de données. Si je montre une seule fois à un enfant une poussette pour poupée, il saura ensuite la reconnaître.

Mais pouvons-nous nous fier à l'output d'une IA?

Quand je classe des galaxies avec des réseaux neuronaux, je constate que cela a fonctionné dans le passé et je me fie à leur performance antérieure. Pour un réseau neuronal, c'est la seule raison. Pour la bonne vieille simulation climatique, j'en sais plus: nous comprenons aujourd'hui si précisément les processus fondamentaux dans l'atmosphère que nous pouvons calculer des scénarios qui ne se sont pas produits au cours des 10 000 dernières années.

En 2009, les automates de laboratoire Adam et Eve ont fait fureur en formulant eux-mêmes des hypothèses et en menant des expériences sur des cellules de levure. On n'en entend plus guère parler. Les scientifiques ne seront donc pas remplacés de sitôt?

Adam et Eve ont réussi à démontrer ce qui était possible. Mais les hypothèses formulées par Adam suivent toutes le même schéma simple. On a vu bien plus complexe: l'an dernier, une IA a été alimentée avec des données de la NASA sur les mouvements des planètes afin qu'elle en déduise une loi sur la gravité comme l'a fait Newton il y a 350 ans. Cela a bien fonctionné. Toutefois, un certain cadre était prédéfini. Newton a encore dû inventer simultanément le calcul différentiel. Mais la tendance va certainement dans cette direction. Néanmoins, dans l'avenir proche, il y aura certainement assez de travail de recherche pour les êtres humains. L'IA induit aussi beaucoup de travail parce que nous ne la comprenons pas.

Les scientifiques ne doivent-ils pas craindre de se retrouver sans emploi?

L'IA est certainement capable de nous sur-

Quand on parle d'intelligence artificielle

Pour des philosophes comme Claus Beisbart, l'enjeu de l'intelligence artificielle (IA) est de **reproduire, voire de surpasser la pensée et l'agir rationnels des êtres humains**. Si le système ainsi développé est vraiment intelligent, les philosophes parlent d'IA forte. S'il ne fait que simuler un comportement intelligent, il est appelé IA faible.

La recherche sur l'IA se concentre actuellement sur ce qu'on appelle l'apprentissage automatique **où les algorithmes s'améliorent de manière autonome**. Les règles qu'ils utilisent pour le faire sont **difficiles à percer**. Ici, les réseaux neuronaux connaissent une réussite particulière. Il s'agit **de structures au sein d'un ordinateur, programmées sur le modèle du cerveau** et qui apprennent d'elles-mêmes. Pour les réseaux à plusieurs couches, le concept de deep learning (apprentissage profond) s'est imposé. De tels réseaux sont aussi utilisés pour le traitement du langage naturel par des chatbots tels que ChatGPT-4.

prendre. Mais peut-être ne faut-il pas mettre en rivalité l'être humain et l'IA. Car la question se pose déjà: quel est le sujet de la recherche? L'être humain? Certains estiment que ce n'est plus le cas depuis longtemps, que ce sont des groupes de personnes qui comprennent quelque chose. Peut-être qu'un sujet de connaissance complexe est en train d'émerger: l'être humain et son ordinateur.

Verra-t-on un jour l'IA philosophe?

Fondamentalement, en tant que philosophe, je dois rester ouvert. Je ne peux pas exclure qu'apparaisse un jour une IA qui écrira de meilleurs articles que moi. Pour certaines choses, par exemple la logique, l'ordinateur est tout à fait adapté. Mais il existe aussi des méthodes philosophiques, telle l'analyse de l'expérience personnelle, pour lesquelles j'imagine mal un ordinateur. En outre, il ne s'agit pas seulement d'écrire de beaux articles, mais aussi de se tenir au courant des thèmes pertinents du futur. C'est là que l'être humain devrait avoir l'avantage. Globalement, je vois cela de manière positive: avec l'ordinateur, nous pouvons faire des choses dans la recherche qui n'étaient pas possibles jusqu'à présent.

D'idées et de formules qui font le monde

Claus Beisbart, âgé de 52 ans, aborde dans ses publications tant la science et les enjeux publics que la **compréhension des théories physiques**. Il a étudié les mathématiques, la physique et la philosophie à l'Université Louis-et-Maximilien de Munich, où il a fait un doctorat en cosmologie puis, plus tard, en philosophie. Il est aujourd'hui **professeur de philosophie des sciences** à l'Université de Berne et travaille notamment sur l'apprentissage profond.

Florian Fisch est codirecteur de la rédaction d'Horizons.



Un DJ apporte le trouble
dans l'œuvre cubiste de la
peintre russe Ljubow
Popowa du début du XXe siècle.

Image: Jonas Wyssen

Passer une fois l'algorithme dessus et le tour est joué

L'IA est utilisée depuis longtemps dans la recherche. Six projets en cours, dans lesquels elle permet des avancées très particulières.

Texte Hubert Filser Illustrations Anna Haas

En finir avec les tumeurs malignes

Mauricio Reyes, ARTORG Center, Université de Berne

Technique: Evaluation d'images

Traiter des tumeurs cérébrales à croissance rapide demande des décisions tout aussi rapides. Pour cela, les médecins se fient aux images IRM. Mauricio Reyes de l'ARTORG Center de l'Université de Berne étudie depuis dix ans le glioblastome, une tumeur particulièrement agressive. Pour prédire sa croissance, il mise depuis l'an dernier sur un système d'IA capable de reconnaître différents éléments de la tumeur. Il doit pouvoir distinguer, à partir des clichés, les glioblastomes agressifs des moins actifs. Pour les premiers, le pronostic de survie est en moyenne de seize mois, pour les seconds, de plusieurs années. Les distinguer est donc central pour les thérapies. «Les systèmes d'IA permettent avant tout de gagner du temps», dit Mauricio Reyes. Pour en-



traîner l'IA, il a d'abord fallu lui apprendre à diviser la tumeur en zones: en régions mortes, en zones actives où les cellules malignes se multiplient rapidement et en zones périphériques dominées par les processus inflammatoires. L'évolution de ces zones devait permettre au système d'apprendre à reconnaître des variantes plus ou moins agressives. Avec succès: l'IA a pu prédire les variantes tumorales avec une précision de 88%. «Mais nous ne savions pas sur quelle base l'IA prenait ses décisions, note le chercheur. Ces systèmes sont souvent des boîtes noires pour nous.»

Mauricio Reyes a donc voulu comprendre quels pixels l'IA utilisait. «Nous avons découvert qu'elle examinait surtout les zones périphériques de la tumeur, pas les zones actives. C'était faux.» Les chercheurs appellent ce phénomène «shortcut learning». Dans ces cas, les systèmes d'IA livrent certes des réponses plutôt justes, mais pas aux bonnes

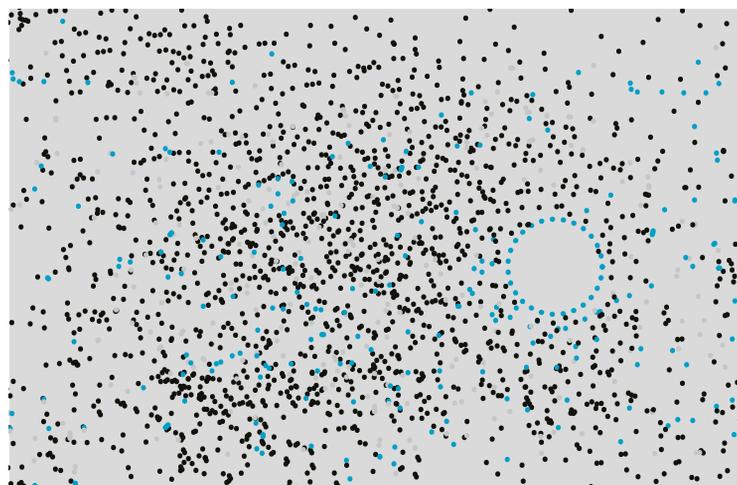
questions. Or, surtout en médecine, se fier à un système en «boîte noire» peut avoir des conséquences fatales. Le chercheur a donc exclu de l'évaluation les zones périphériques de la tumeur, qui, comme les zones mortes, n'apportent guère d'informations. La précision des prévisions est alors montée à 98%. Le scientifique estime urgent de développer à l'avenir une intelligence artificielle capable de contrôler la qualité de l'IA. Son prochain projet s'intitule ainsi «KI für KI» (IA pour IA). Ce qui, jusqu'à présent, n'existait pas.

Dans l'ivresse d'une potentielle nouvelle physique

Steven Schramm, Université de Genève

Technique: Réseaux neuronaux graphiques/recherche d'anomalies

La découverte du boson de Higgs au grand collisionneur de hadrons (LHC) du CERN à Genève a entièrement démontré le modèle standard de la physique, permettant d'expliquer des forces partielles telles que l'interaction forte, l'interaction faible et l'interaction électromagnétique. Toutefois, la description de l'Univers reste incomplète, car ce modèle ne permet pas d'expliquer des phénomènes tels que l'énergie et la matière noires. D'autres particules existent donc probablement. Des scientifiques de l'équipe de Steven Schramm de l'Université de Genève pensent pouvoir trouver des indices de particules non découvertes dans la profusion de collisions à basse énergie produites au LHC. Al'aide de l'IA, ils entendent transformer le «bruit» des données – issu par exemple d'imprécisions de mesure, de signaux superposés ou d'erreurs des appareils – en données et y reconnaître des modèles. L'un d'eux pourrait indiquer une particule qui expliquerait l'origine de la matière noire. «Nous espérons découvrir une nouvelle physique», dit Steven Schramm. Traiter les quantités gigantesques de données issues



des détecteurs du LHC n'est possible qu'à l'aide de l'intelligence artificielle, note le chercheur. La tâche est ardue, puisqu'il s'agit de comprendre une image en 3D des signaux électriques issus d'une collision de particules. Pour cela, les scientifiques utilisent ce qu'on appelle des réseaux de neurones graphiques. Le système est entraîné avec des simulations issues du modèle standard de la physique des particules. Il apprend ainsi à reconnaître des événements normaux. Ensuite, l'IA doit trouver des anomalies dans les données réelles du bruit de collisions, soit des indices d'une éventuelle nouvelle physique. En parallèle, l'IA doit exclure les anomalies attendues, c'est-à-dire les erreurs d'un détecteur du LHC.

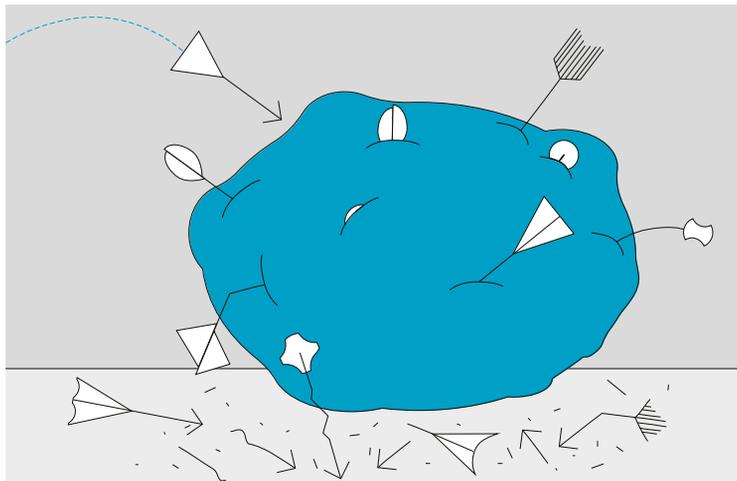
«La quête d'anomalies avec l'aide de l'IA constitue une approche entièrement nouvelle pour chercher efficacement des phénomènes que la théorie n'a pas prévus», explique Steven Schramm. Et si la recherche échouait? On aurait au moins plus rapidement la certitude qu'aucune nouvelle physique ne se cache dans les domaines énergétiques étudiés.

Pour que le médicament pénètre mieux dans les cellules

Gianvito Grasso, IDSIA Lugano

Technique: Reconnaissance de schémas et prédiction de propriétés

Un des défis majeurs du développement de médicaments est d'amener les molécules thérapeutiques de manière précise à destination, en particulier lorsque les structures cibles se trouvent dans des cellules. Chaque cellule est entourée d'une membrane biologique protectrice qui règle aussi les échanges avec le monde extérieur. Il est donc essentiel de comprendre le comportement de ce qu'on appelle les peptides de pénétration cellulaire (CPP). Ces courtes séquences d'acides aminés peuvent traverser la membrane plasmique et introduire des molécules dans les cellules. «Il y a là un grand potentiel pour délivrer à l'avenir



les médicaments de manière ciblée», dit Gianvito Grasso de l'Idisia. Les méthodes classiques pour prédire le comportement de ces peptides demandent des modèles très gourmands en calculs ou des expériences exigeantes. L'équipe de l'Idisia a donc misé sur l'intelligence artificielle. Des algorithmes apprennent à analyser les grandes banques de données existantes comprenant les CPP connus et à en identifier de nouveaux ayant des propriétés analogues.

Le système a été entraîné avec des données issues de la littérature scientifique consacrée aux peptides de pénétration cellulaire et à d'autres peptides. Ces données contiennent des informations telles

que leur séquence, leurs propriétés biophysiques et leur aptitude à traverser les membranes cellulaires. Le système d'apprentissage automatique de l'IDSIA a ensuite, à l'aide de ce même jeu de données, analysé les séquences d'acides aminés de peptides des deux types. Cela, afin d'identifier des structures liées à la facilité de pénétration des peptides dans les cellules.

L'objectif était de prédire précisément la capacité de différents peptides à traverser la membrane plasmique des cellules. Mais l'algorithme ne se contente pas de prédire le comportement des peptides. Il propose aussi des modifications de séquences afin qu'un peptide pénètre plus facilement dans une cellule, explique Gianvito Grasso. L'outil doit faciliter l'évaluation des peptides avant leur synthèse.

Manuscrits très anciens sous la loupe numérique

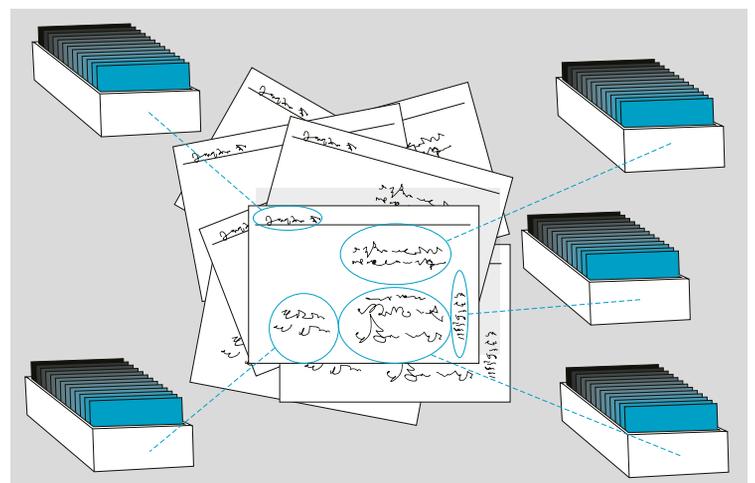
Tobias Hodel, Université de Berne; **Lucas Burkart**, Université de Bâle

Technique: Déchiffrement et évaluation de fiches anciennes

Le registre foncier historique de la ville de Bâle comprend plus de 220 000 fiches d'information sur le bâti de la ville qui remontent jusqu'au XIIe siècle. «Pour les historiennes, un fichier comme celui-ci a une énorme valeur», dit Lucas Burkart de l'Université de Bâle. Mais les notices sont manuscrites. Afin d'en faciliter l'accès aux scientifiques, Lucas Burkart et son collègue Tobias Hodel de l'Université de Berne misent désormais sur des méthodes de décryptage basées sur l'IA.

L'objectif est de saisir le contenu des fiches et de l'évaluer sur une période de 300 ans (1400-1700). Les scientifiques entendent ainsi comprendre toutes les notions, prescriptions et procédures usuelles liées à la propriété foncière en ville de Bâle et analyser ensuite les changements dans l'immobilier. Cela, autant dans des cas particuliers tels que celui du couvent de Klingental que pour l'ensemble de l'espace urbain.

Dans ce but, les scientifiques utilisent différentes procédures d'apprentissage automatique, en particulier le traitement automatique de la langue naturelle (NLP). D'abord, le système localise les zones de texte sur la fiche. La deuxième étape consiste à saisir correctement les éléments manuscrits, soit de lire les mots eux-mêmes dans la langue et l'écriture employées (latin et anciennes formes d'allemand). La troisième étape est la plus complexe: «Ici, nous décomposons chaque fiche en ce que nous nommons des 'events'», dit Tobias Hodel, soit des actions telles qu'achat, vente ou saisie dans lesquelles des personnes ou des institutions telles que les monastères sont impliquées. «Ces événements ne sont pas toujours évidents et peuvent parfois s'inscrire dans un contexte historique particulier qui n'est pas immédiatement



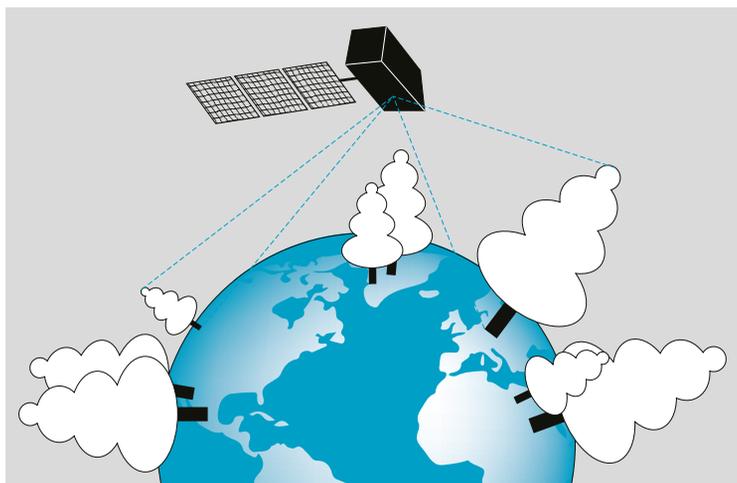
compréhensible», note Lucas Burkart. «Un concept tel que ‘les intérêts’ recouvre ainsi différentes formes de transactions économiques.» Le projet a aussi un objectif plus général. «Nous essayons de mesurer le taux d’erreurs à différentes étapes de l’analyse automatique, par exemple lors de la saisie des éléments manuscrits», explique Tobias Hodel. La question est ici celle de la fiabilité des résultats obtenus grâce aux méthodes recourant à l’IA. Ces analyses du système doivent devenir «partie intégrante du développement méthodologique de l’histoire en tant que science».

Déceler le changement climatique par les arbres

Konrad Schindler, ETH Zurich

Technique: Analyse d’image avec des réseaux neuronaux profonds

De prime abord, mesurer la hauteur d’un arbre ne nécessite pas d’intelligence artificielle. Or, Konrad Schindler veut mesurer celle de tous les arbres de la Terre. Des données extrêmement importantes car, à l’aide de modèles, elles permettent de déterminer la répartition de la biomasse sur la Terre et donc le dioxyde de carbone contenu dans la



végétation. «Nous sommes les cartographes des hauteurs de la végétation», dit le géodésien et informaticien. Ce qui l’intéresse: savoir comment, à l’aide de l’IA, on peut cartographier automatiquement des grandeurs et des relations importantes pour l’environnement, telle la densité de végétation, ce qui n’était pas vraiment possible jusqu’à présent. «Notre technologie permet même de mesurer correctement les grands arbres, particulièrement importants en termes de biodiversité et de biomasse.»

La méthode est complexe, car les données auxquelles le chercheur fait appel pour entraîner son système sont des images en pixels prises par les caméras des deux satellites Sentinel 2A et 2B de l’ESA. Et les données de référence pour l’entraînement sont les mesures de hauteurs d’arbres réalisées par le scanner à lasers GEDI que la NASA a monté sur la station spatiale ISS. Des centaines de millions de mesures individuelles ont déjà été effectuées depuis là-haut. Comme le lien entre les informations contenues dans les pixels et la hauteur des arbres est trop complexe pour établir un modèle physique, Konrad Schindler recourt à l’apprentissage automatique. Le système se base sur un réseau neuronal profond également capable de donner l’incertitude statistique des résultats – soit le risque d’imprécision. Les scientifiques parlent ici de «probabilistic deep learning».

Cette carte pourrait livrer des indications capitales pour prendre des mesures adéquates contre le changement climatique et l’extinction

des espèces. Elle pourrait servir au monitoring de certaines régions forestières ou de territoires protégés. En Suisse, des discussions sont déjà en cours avec l’Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL.

De l’ordre dans le chaos des données de santé

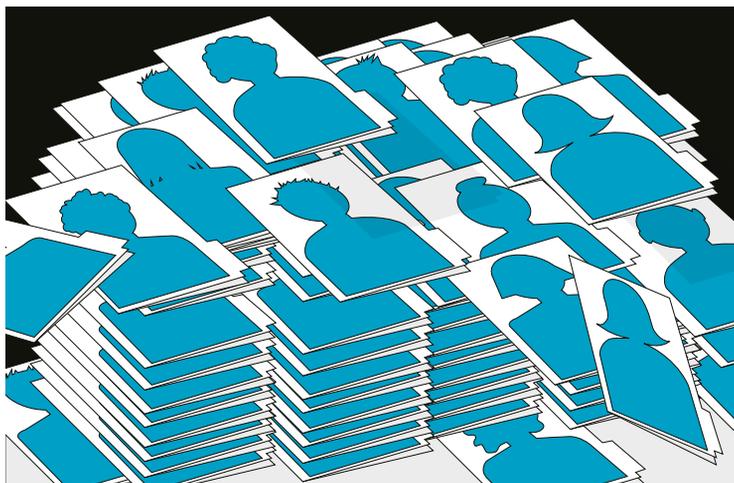
Fabio Rinaldi, IDSIA Lugano

Technique: Recherche d’événements dans les dossiers de patientes

Les personnes âgées souffrent fréquemment d’effets secondaires de médicaments et sont plus sensibles à leurs interactions indésirables. Une équipe de l’IDSIA de Lugano développe donc une IA pour l’analyse automatique de leurs dossiers médicaux dans les hôpitaux afin d’identifier assez tôt des complications possibles.

Les données traitées sont complexes pour une IA, car les dossiers médicaux contiennent souvent beaucoup de textes. Sans compter qu’en Suisse les médecins y notent leurs observations et diagnostics dans les différentes langues nationales. De plus, les données y sont très peu structurées. C’est pourquoi, afin d’en extraire des informations utiles, l’équipe de l’IDSIA réunie autour de Fabio Rinaldi a eu recours tant au traitement automatique de la langue naturelle – qu’utilisent également des systèmes très débattus aujourd’hui tels que ChatGPT – qu’à la fouille de textes. L’objectif était que l’IA identifie les événements indésirables et leurs causes. Concrètement, le projet portait sur les effets secondaires des médicaments antithrombotiques. Pour contrôler la qualité, l’IA utilisait les expériences provenant de quatre hôpitaux suisses participant à l’étude sur les interactions de différents médicaments.

Une question importante dans la gestion des données des patients et des patientes utilisées pour l’entraînement est celle de l’anonymat. L’équipe de l’IDSIA a d’abord dû anonymiser l’ensemble des dossiers



médicaux avec des instruments NLP adéquats. L’anonymisation des rapports cliniques recèle un grand potentiel, comme l’explique Fabio Rinaldi, et cela, bien au-delà de son propre projet. «Nous voulons rendre de précieuses informations médicales utilisables à des fins de recherche.»

De manière générale, réunir à grande échelle des données concernant la santé permet d’acquérir des connaissances médicales auxquelles il ne serait pas possible de parvenir en étudiant de manière isolée quelques cas seulement.

Hubert Filser est journaliste scientifique à Munich.

Attendons l'inattendu

La combinaison de modèles linguistiques géants tels que GPT et de la méthode d'apprentissage par renforcement pourrait permettre à l'intelligence artificielle de trouver des approches fondamentalement nouvelles pour la recherche. Coup d'œil dans la boule de cristal.

Texte Roland Fischer

Les modèles les plus récents d'intelligence artificielle entraînent des bouleversements d'une ampleur mythologique. Ainsi, le chroniqueur réputé du New York Times Thomas Friedman a comparé la situation actuelle provoquée par les générateurs de textes tels que GPT-4 et les générateurs d'images tels que Stable Diffusion avec celle amorcée par le dieu Prométhée qui, selon la légende, a donné le feu aux êtres humains, marquant le début de la civilisation. C'est, à ses yeux, le grand chambardement. «Nous ne pouvons pas nous contenter de petites adaptations, nous devons tout changer: notre manière de créer, de nous faire concurrence, de collaborer, d'apprendre, de gouverner et, oui, de tromper, de commettre des crimes et de faire la guerre.»

La recherche ne figure pas dans la liste de Thomas Friedman. Est-ce parce que l'exploration de territoires non encore cartographiés est réservée à l'être humain? Cette question occupe également le professeur de l'EPFL Rüdiger R. Urbanke qui, au Geneva Science and Diplomacy Anticipator, s'efforce d'évaluer le potentiel avenir de l'IA: «Si vous m'aviez demandé il y a trois mois quelles sont les professions les plus menacées par l'IA, j'aurais encore répondu exactement le contraire, à savoir que les emplois sont assurés partout où un certain degré d'originalité est important. Mais maintenant, avec GPT et Stable Diffusion, on peut subitement s'imaginer que l'ensemble de l'industrie créative doit faire face à une concurrence IA qui travaille tout à fait correctement.»

L'IA réussit à replier des protéines

Le professeur émérite de l'Université de Washington Pedro Domingos part de l'idée que l'IA fera un jour des recherches et de nouvelles découvertes de manière autonome: «OK, certains disent que l'apprentissage automatique peut certes identifier des régularités statistiques mais ne découvrira jamais quelque chose d'aussi profond que les lois de la gravitation de Newton», écrivait-il en 2016 dans son best-seller d'introduction à l'IA «The Master Algorithm». «Bien sûr, cela ne s'est pas en-

core produit, mais je parie que cela arrivera.» La question s'est posée dans le contexte du big data et a incité le spécialiste en technologie Chris Anderson à publier un manifeste pour une nouvelle science dans le magazine Wired: «Les corrélations supplantent la causalité et la science peut progresser même sans modèles cohérents, théories unifiées ou encore explications mécaniques. Il n'y a aucune raison de s'accrocher à nos vieilles pratiques. Il est temps de se demander ce que la science peut apprendre de Google.»

Les bouleversements actuels pouvaient à ce moment-là au mieux être pressentis. Mais entre-temps, l'IA s'est imposée comme un outil dans de nombreux domaines de la recherche académique sans soulever aussitôt des questions épistémologiques fondamentales. L'exemple le plus récent est AlphaFold, un programme qui, dans de nombreux cas, résout plutôt bien un vieux problème: prévoir précisément le repliement d'une protéine. Cette percée a été rendue possible par la société DeepMind qui a affiné ses méthodes au jeu de go. L'IA ne reçoit pas d'instructions précises pour trouver la solution, mais est optimisée en récompensant ses progrès et en sanctionnant ses reculs avec des points. Dans la méthode dite d'apprentissage par renforcement, l'IA décide elle-même comment obtenir une bonne réponse. Ce qui produit souvent des approches et des résultats inattendus – ce que les spécialistes du go avaient à l'époque comparé à la découverte d'un nouveau continent.

On ignore encore si une IA créative permettra un jour aux scientifiques d'accéder à des zones inexplorées de la carte dont personne n' imagine encore l'existence. Spécialiste de l'évaluation de l'IA, Jack Clark, l'auteur de la newsletter influente «Import AI», voit en tout cas des parallèles entre le développement actuel de l'apprentissage par renforcement et celui, il y a quelques années, des grands modèles de langage tels que GPT. On peut constater un lien entre la taille et la prestation des modèles. Le développement s'accéléra encore dès que la performance des systèmes pourra être aug-

mentée de manière décisive grâce à l'utilisation de ressources supplémentaires. La prochaine grande affaire pourrait donc être la combinaison entre l'apprentissage par renforcement et les modèles de langage: les scientifiques n'apprendront peut-être plus de nouvelles choses grâce aux méthodes d'IA, mais directement en dialoguant avec l'IA. Peut-être que l'ère de la recherche méthodique est loin d'être révolue, comme le pensait Chris Anderson, mais que les théories, modèles et explications mécanistes seront dès lors conçus par l'IA et non plus par les humains.

Plan décennal impossible

Cette vision peut sembler farfelue. Il est certes vrai que les grands modèles de langage ne calculent «que» la séquence de mots la plus plausible d'une saisie vocale. Mais depuis GPT-4 au moins, on ne peut plus se contenter de balayer les résultats d'un revers de la main et d'arguer que les modèles ne font que prétendre savoir quelque chose sans acquérir des connaissances applicables. A titre d'illustration, quand on invitait GPT-3, le modèle précédent, à une partie d'échecs, il jouait n'importe comment avec grande conviction. Mais avec le passage au modèle supérieur, un grand pas a été franchi: l'IA a aussi appris les règles du jeu et a atteint un niveau tout à fait respectable.

Rüdiger R. Urbanke conseille, de toute façon, de s'attendre à l'inattendu. Le vaste domaine de l'IA nous réserverait encore des surprises. «On ne peut pas faire un plan décennal, mais on doit rester proche des développements. Cela signifie qu'il faut faire de la recherche fondamentale.» Ce qui pose évidemment de nouveau la question des ressources pour des modèles devenant toujours plus puissants. Les infrastructures nationales pourront-elles même rivaliser avec les grandes entreprises? Pour Rüdiger R. Urbanke: «Ça ne doit pas être un CERN. L'union de quelques acteurs suffira.» Il n'est en tout cas pas inquiet à ce sujet: «En Suisse, nous sommes bien positionnés.»

Roland Fischer est journaliste scientifique à Bâle.

La technologie moderne s'est approprié le sourire le plus adulé du monde. L'IA et l'artiste ont transformé la Joconde de Léonard de Vinci en robot. Sourire inclus.

Image: Jonas Wyssen



Préparatifs en vue de l'objectif Lune

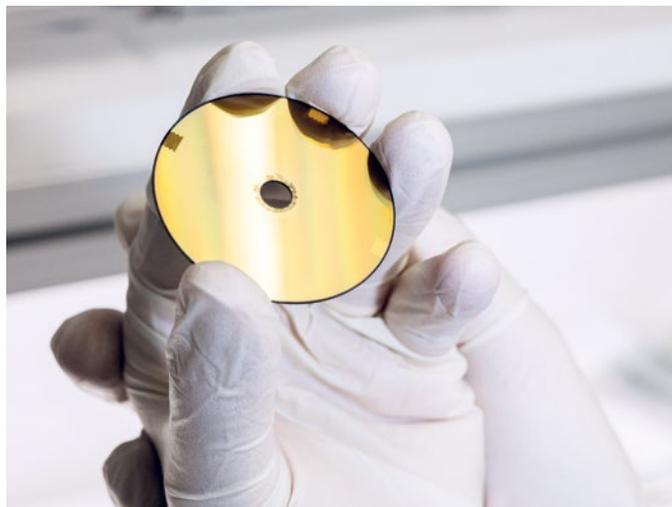
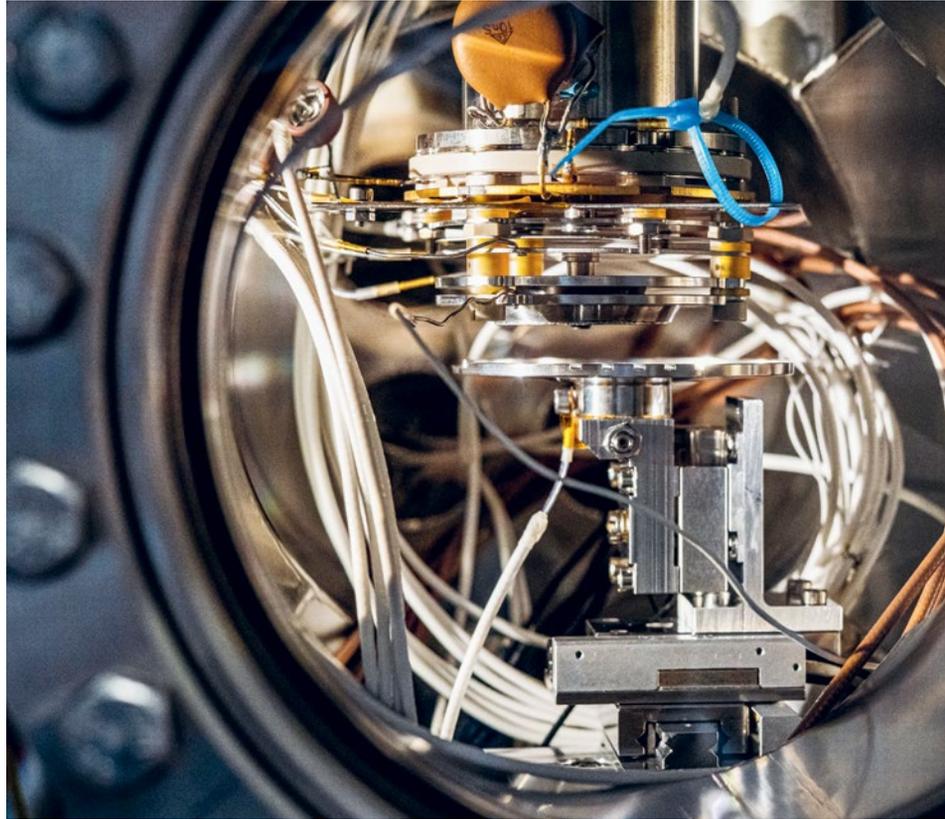
Dans une salle blanche de l'Université de Berne, on teste des instruments de haute précision en vue de leur utilisation dans l'espace. Visite de ce lieu de production pour les missions spatiales internationales.

Texte Atlant Bieri Photos Ruben Hollinger

1



2



5

4

Qui veut analyser la composition de roches, de sable, de poussière ou de gaz quelque part loin de la Terre a besoin d'un spectromètre de masse. C'est l'appareil à tout faire pour des analyses chimiques précises lors de missions spatiales. Dans le développement de tels appareils de pointe, l'Université de Berne joue au sein de l'élite mondiale. «Il n'existe que quatre groupes de recherche capables d'atteindre cette qualité. Nous sommes l'un d'eux», explique Andreas Riedo, responsable du groupe Space Research & Planetary Sciences de l'université. Son équipe en teste actuellement de nouveaux pour des missions sur la Lune, Mars et Vénus. L'objectif est en particulier de trouver des indices de vie extraterrestre au sein du système solaire.

Dès l'entrée du laboratoire de développement, on comprend pourquoi il est si difficile de construire un appareil de mesure de haute précision destiné à être utilisé dans l'espace. Andreas Riedo nous tend une combinaison de protection, une sorte de manteau de pluie avec une fermeture Eclair et une capuche – à bouclonner jusqu'au menton. L'appareil du photographe? C'est ok, mais le chercheur le nettoie soigneusement à coups de jets d'azote très pur. Le laboratoire est ce qu'on appelle une salle blanche. Fibres textiles, cheveux ou pellicules flottant dans l'air sont ici indésirables. «Ils pourraient contaminer nos échantillons et ainsi fausser les résultats des mesures», explique le chercheur.

La salle blanche n'offre guère de place. Il y a deux tables d'essai posées sur des cylindres remplis d'air destinés à neutraliser les vibra-

tions. «Un des problèmes vient de la gare principale juste à côté. Quand un train part, le sol tremble chez nous», dit Andreas Riedo. Les spectromètres de masse y sont allergiques.

Un boîtier plat couvre une des tables sur toute sa largeur. C'est un laser très puissant et l'élément central de l'appareillage. «La lumière est produite avec une sorte de flash similaire à celui d'un appareil photo. Elle est ensuite comprimée en plusieurs étapes en impulsions lumineuses extrêmement courtes, de l'ordre d'un milliardième de seconde», explique Salome Gruchola, doctorante en physique. Dans le cadre de sa thèse, elle teste le spectromètre et le prépare pour le voyage dans l'espace.

Bijoux scintillants interdits

Au final, le faisceau laser est si fortement focalisé que sa puissance surfacique est plus de dix fois supérieure à celle de la lumière solaire qui frappe la Terre. «Un seul tir dans l'œil suffit pour devenir complètement aveugle», note Salome Gruchola. Il existe certes des lunettes de protection laser conçues selon la nouvelle mode martienne, mais des lésions oculaires se produiraient même en les portant. Pour réduire le risque d'accident, les bagues et autres bijoux sont interdits dans le laboratoire. En effet, les surfaces métalliques qui entrent accidentellement dans le faisceau se transforment en boules à facettes miniatures et diffusent la lumière laser de manière incontrôlée dans tout le laboratoire. Les outils en métal tels que les clés Allen sont noircis pour ne plus produire de reflets.

Le faisceau est dirigé par divers miroirs vers une chambre à vide de la taille d'une glacière qui contient le spectromètre de masse. Le vide est nécessaire pour empêcher l'air de provoquer des «décharges de haute tension», explique Andreas Riedo. Autrement dit, il y aurait un arc électrique entre les différents composants qui sont en partie sous haute tension. L'appareil serait alors hors d'usage ou livrerait des mesures erronées.

Sur la Lune, cette chambre devient inutile. Tandis que sur Mars, une petite chambre est nécessaire. En effet, bien que l'atmosphère y soit très fine, elle suffirait à provoquer des dysfonctionnements.

A la fin, le rayon laser atteint un échantillon de roche ou, dans le cas de la Lune, de poussière. Il en extrait alors un minuscule nuage de particules chargées – des ions. «La roche est quasiment vaporisée», détaille Salome Gruchola. Il ne reste alors plus qu'à trier les particules. Cette tâche est assurée par plusieurs anneaux métalliques disposés les uns derrière les



- 1 A l'Institut de physique de l'Université de Berne, les chercheurs bricolent pour les missions spatiales et produisent des spectromètres de masse spéciaux.
- 2 Dans la chambre à vide, le spectromètre de masse est protégé contre les arcs électriques destructeurs. Car même la fine atmosphère de Mars pourrait en provoquer.
- 3 Un éclair laser, qui ne dure qu'un milliardième de seconde, est dirigé dans la chambre à vide à l'aide de miroirs. Il est si puissant qu'il peut transformer un peu de roche lunaire en un petit nuage.
- 4 A la fin, les particules atterrissent sur le détecteur du spectromètre de masse.
- 5 Chaque cheveu, chaque squame et chaque fibre textile peut fausser les mesures d'Andreas Riedo. C'est pourquoi tous ceux qui entrent dans la salle blanche doivent porter une combinaison de protection.

autres. Chargés électriquement, ils dirigent les ions les uns après les autres vers le détecteur. «Le temps nécessaire pour qu'ils arrivent sur le détecteur dépend de leur poids et de leur charge, explique la chercheuse. Les ions légers, tels que ceux de l'hydrogène, arrivent les premiers. Viennent ensuite les plus lourds, tels que ceux de l'oxygène ou du silicium.» L'ordinateur représente leur arrivée sous la forme d'une courbe de température. Chaque pic représente un groupe de particules. «Grâce à ces informations, nous pouvons désormais déterminer la composition élémentaire exacte de la roche», dit la doctorante.

Cet appareil, intégré dans un atterrisseur, devrait voler sur la Lune dans quelques années. Cela, dans le cadre d'Artemis, successeur du programme Apollo des années 1960. L'analyse de la poussière lunaire devrait permettre de répondre à des questions sur la formation de la Lune, de la Terre et du système solaire. «La NASA nous a également déjà adressé une demande pour une mission sur Mars sans équipage dans les années 2030», se réjouit avec fierté Andreas Riedo. «Il s'agira d'effectuer des carottages dans la surface de Mars et d'y chercher sur place des lipides dans les carottes.» Leur détection serait un fort indice de vie sur la planète rouge puisque les membranes plasmiques des cellules sont composées de lipides. «Nous avons pu montrer récemment que nos spectromètres de masse conviennent très bien à ce type de détections.»

En forme pour la torture au décollage

L'un des problèmes des analyses loin de la Terre vient du volume limité de données qu'on peut transmettre. C'est pourquoi, dans sa thèse, Salome Gruchola examine aussi l'automatisation de l'analyse des données: «J'essaie d'apprendre à une intelligence artificielle quelles données sont intéressantes et lesquelles ne le sont pas. Une fois entraînée, elle pourra déjà décider dans l'atterrisseur ce qui doit être renvoyé vers la Terre.»

Ces appareils doivent être autonomes, mais en aucun cas tomber en panne, que ce soit à cause d'une vis cassée ou d'un capteur déplacé. «Dans certaines circonstances, l'instrument peut voler pendant dix ans dans l'espace. Il doit donc être très, très robuste», dit Andreas Riedo.

Dans ce contexte, le lancement de la fusée constitue un casse-tête. «Les appareils sont conçus pour supporter des forces de 100 g – près d'une centaine de fois la gravité terrestre», note le chercheur. Pour la simuler, chaque pièce est testée sur un «shaker». Ce vibreur

giant peut reproduire le lancement de tous types de fusées. Toutes les pièces doivent y résister. «Un autre défi est celui du rayonnement», explique le chercheur. Un spectromètre de masse de l'Université de Berne fait partie de la mission Juice vers Jupiter, lancée en avril dernier. La planète géante possède un champ magnétique puissant qui produit une ceinture de radiations cosmiques intenses. La sonde procédera à des mesures à proximité de celle-ci. «Le rayonnement y est aussi fort que dans un réacteur nucléaire. Pour nos instruments, ce sont des conditions extrêmes.» Et il faut bien les protéger pour qu'ils y survivent.

Le petit bat le grand

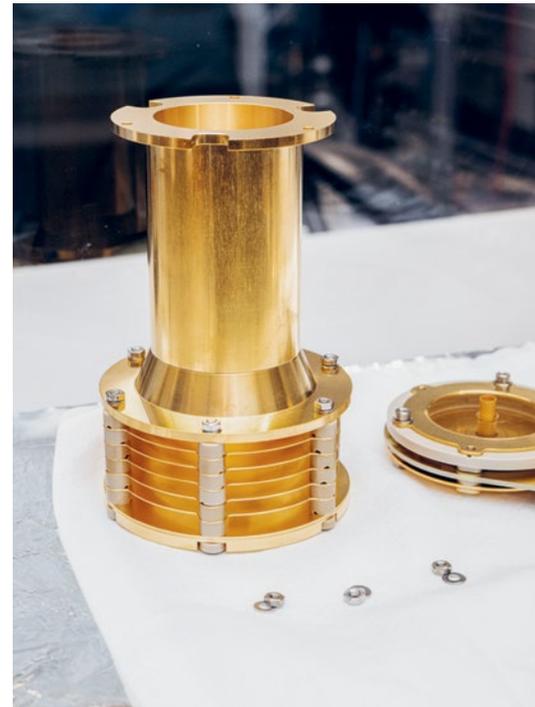
«Plus c'est grand, mieux c'est» est la devise sur Terre. Mais lors d'une mission spatiale, les règles sont différentes. «Selon la mission, chaque kilo peut coûter jusqu'à un million de francs uniquement pour pouvoir le transporter à destination», indique Andreas Riedo. C'est pourquoi chaque spectromètre de masse, après avoir passé la phase de développement en laboratoire, est «optimisé» pour le voyage. Souvent, cela signifie qu'il faut le construire sous forme réduite. C'est précisément ce à quoi travaille le doctorant Peter Keresztes Schmidt. L'objectif est plutôt sportif: l'instrument complet doit peser de 10 à 15 kilos et tenir dans un sac en papier.

Dans cette configuration, le laser n'est pas plus grand qu'un paquet de cartes à jouer. Le doctorant a déjà installé le mini-spectromètre dans une chambre à vide. «Je vérifie maintenant les réglages, les distances, mais également si la construction est suffisamment robuste.» Pour cela, il vient de déposer un peu de «poussière de lune analogue» sur la table d'essai de la chambre à vide: «Il s'agit de poussière lunaire artificielle produite sur Terre qui a à peu près les mêmes qualités que la vraie. En tout cas, cela suffit pour les tests.»

Pendant la phase de test, il collabore étroitement avec le département d'ingénierie, à quelques étages au-dessus de lui. Mais aussi avec la NASA qui fait construire l'atterrisseur aux Etats-Unis. «Actuellement, nous discutons pour savoir si la poussière lunaire doit être amenée dans le spectromètre via un tapis roulant ou si celui-ci sera fixé sur le bras d'un robot et guidé ensuite vers la poussière», explique le doctorant. Il a encore le temps avant l'envol du spectromètre made in Berne pour la Lune. Ce sera en 2026.

Atlant Bieri est journaliste scientifique indépendant à Pfäffikon (ZH).

6



11

«Selon la mission, chaque kilo peut coûter jusqu'à un million de francs pour son seul transport jusqu'à destination.»

Andreas Riedo

7



10

8



- 6 L'enveloppe couverte d'or protège le spectromètre de masse du rayonnement, de la corrosion et des particules.
- 7 Dans cette salle blanche, on assemble et teste le spectromètre de masse.
- 8 Salome Gruchola teste l'appareil de mesure spatial dans le cadre de son doctorat et le prépare à sa mission dans l'espace. De plus, elle entraîne une IA qui décidera plus tard de manière indépendante quelles données elle enverra sur Terre.
- 9 Avec le «shaker», on examine si les appareils résistent aux conditions d'un décollage de fusée.
- 10 Même les lunettes de protection contre le laser ne protégeraient pas totalement les yeux de Salome Gruchola. C'est pourquoi les outils du laboratoire laser sont peints en noir et les bijoux prohibés.
- 11 A l'abri du vide d'air, des échantillons attendent leur utilisation.



9

Les médias ont plus que jamais besoin d'abonnements

Pourquoi s'abonne-t-on à un journal? La question taraude actuellement la plupart des rédactions. Recettes publicitaires et nombre de clics sont devenus secondaires.

Texte Klara Soukup

«Cet article vous a-t-il plu?» Tout le monde connaît cette question – un appel typique au lectorat à donner son opinion. Des quotidiens tels 20 Minutes ou Le Matin mesurent par exemple le succès des articles publiés en ligne en offrant la possibilité de cliquer sur un pouce levé ou baissé, ou par la mise à disposition d'un champ de commentaire. «C'est un bon moyen de faire participer les lectrices. Cela fait appel aux émotions et renforce le sentiment d'appartenance», observe Tobias Keller de l'Institut de recherche en politique et communication GFS à Berne. «Bien qu'il s'agisse d'une méthode plutôt rudimentaire, elle permet à un média d'obtenir rapidement et simplement des informations très utiles.»

Les facteurs dont se servent les médias pour mesurer leur succès ont évolué au fil des ans. Auparavant, il fallait par exemple attirer les annonceurs, se souvient Nathalie Pignard-Cheynel de l'Université de Neuchâtel. «Avec la numérisation, tout n'a longtemps tourné qu'autour des clics. Aujourd'hui, ce sont plutôt des données différenciées comme la durée de lecture, la quantité de texte lu ou la fidélisation du lectorat qui jouent un rôle important.»

D'après la professeure en science des médias, l'échange direct avec le lectorat et l'idée de communauté gagnent aussi en importance lorsque les rédactions veulent évaluer l'impact de leurs articles. Car,

La belle époque du journalisme imprimé est révolue. Aujourd'hui, on prend le pouls des lecteurs en ligne. Photo: Photopress-Archiv / Keystone



selon la spécialiste, l'une des questions existentielles aujourd'hui serait: «Quels articles incitent les lectrices à s'abonner et pourquoi?»

Afin de comprendre cela, les médias doivent mieux connaître leur lectorat, par exemple au moyen de sondages. «La rédaction peut par exemple en apprendre sur les motivations de ses lecteurs, à savoir pourquoi quelque chose leur plaît, note Daniel Vogler, directeur de recherche et directeur adjoint du Fög, le Centre de recherche sur le public et la société de l'Université de Zurich. Ce sont des compléments précieux aux données dures telles que les clics et les likes.»

L'expertise scientifique est nécessairee

Afin que ces enquêtes livrent des résultats fiables, il faut tenir compte de deux éléments avant tout: une composition aussi équilibrée que possible des participants et la bonne méthode d'enquête. «Les lecteurs qui ont une attitude positive vis-à-vis du média ont tendance à participer à un sondage», fait aussi remarquer Tobias Keller du GFS. Les résultats peuvent s'en trouver faussés. Il est donc important de proposer le sondage sur différents canaux, par exemple par des invitations écrites aux personnes abonnées et en ligne, afin d'atteindre également le lectorat aléatoire. Des filtres permettent en outre d'inclure ou d'exclure des questions en fonction de la manière dont quelqu'un accède à l'enquête. Celle-ci peut aussi être raccourcie, pour les visiteuses aléatoires, afin d'éviter que les moins intéressées n'abandonnent le sondage avant la fin.

Lors de la préparation du sondage, il est important encore que le média ait une idée précise de ce qu'il cherche à savoir. Par exemple: quels sont les formats d'articles qui sont volontiers lus? «C'est un piège: le risque est de choisir une méthode qui ne corresponde pas du tout à la véritable question», remarque Daniel Vogler du Fög. Nathalie Pignard-Cheynel ajoute: «De nombreuses rédactions et maisons d'édition se rendent compte qu'elles ont besoin de spécialistes pour cela.» Alors qu'auparavant les entreprises de médias réalisaient souvent elles-mêmes des analyses, elles sont aujourd'hui toujours plus nombreuses à coopérer avec des instituts de recherche indépendants.

«Ce que les médias entendent par succès est très individuel et se définit selon des facteurs très divers», complète Marie-Ange Pittet de la REMP SA, l'institut de recherche et d'études des médias publicitaires. «Les chiffres concernant la taille du lectorat ou la portée des articles, qui sont souvent déterminés par des sondages à l'échelle nationale, permettent aux médias de savoir quel public ils atteignent par quels canaux et à quelle fréquence.» Quoi qu'il en soit, la chercheuse Nathalie Pignard-Cheynel est catégorique: «L'époque des monopoles est révolue. Les médias qui veulent exister à long terme doivent réfléchir à leur propre succès. Et pour cela, ils doivent écouter leurs lectrices.»

Klara Soukup est journaliste scientifique indépendante à Lausanne.

Participez à notre sondage!



Vous pouvez participer au sondage jusqu'au 30 juin.

*survey.js-studien-analysen.ch/
Survey2023?lang=fr*

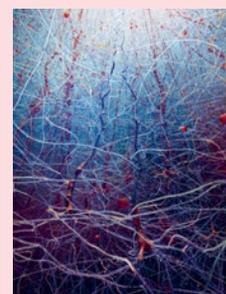
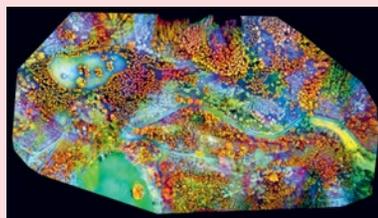
Votre avis sur Horizons compte.

Vos souhaits également.

Nous vous remercions d'ores et déjà pour votre participation!

Votre rédaction d'Horizons

Cinq des participantes et participants au sondage gagneront une image scientifique fascinante, au sujet à choix, imprimée en qualité professionnelle et prête à être accrochée.



Le sondage est réalisé par l'institut de recherche indépendant *js_studien+analysen*. Vos données seront exclusivement utilisées pour cette enquête et ne seront pas transmises à des tiers. En cas de question, veuillez vous adresser à *info@js-studien-analysen.ch*

Vous pouvez également répondre au sondage par écrit. Dans ce cas, veuillez commander le questionnaire par e-mail à *info@js-studien-analysen.ch* ou par courrier à: js studien, Laurenzgasse 5, 8006 Zurich



Même dans les vraies pilules, la substance active ne contribue qu'à une partie de l'effet global.

Photo: Little Plant / Unsplash

L'effet placebo des placebos

Les faux médicaments agissent même si les patientes et les patients savent qu'ils prennent un placebo. Ce constat transforme actuellement la compréhension de la maladie et de la guérison en médecine.

Texte Stéphane Praz

La pilule ne contient pas de principe actif et n'est composée que de sirop de glucose et d'amidon. Et pourtant, le nez coule moins, les yeux ne démangent plus autant et globalement les symptômes du rhume des foins s'atténuent sensiblement. On sait que les pseudo-médicaments sont efficaces. Mais il y a plus. Des études récentes ont démontré que l'effet placebo fonctionne même lorsque les patientes sont clairement informées que les comprimés prescrits ne contiennent pas de principe actif. Et cela, pas seulement en cas de rhume des foins.

La découverte remet en question l'explication du fonctionnement des placebos, axée sur la tromperie, valable jusqu'à présent: le patient prend quelque chose dont il pense qu'il contient une substance pharmacologiquement active. Et bien que ce ne soit pas le cas, son attente

entraîne une réduction de certains symptômes. Mais les études menées avec des placebos déclarés comme tels montrent que cette feinte n'est pas nécessaire: «C'est plutôt le contexte du traitement en lui-même qui est déterminant», note le psychologue clinicien Jens Gaab de l'Université de Bâle. «Si vous faites confiance au médecin et que vous sentez que quelqu'un s'occupe de vous, cela déclenche beaucoup de choses. Les placebos font effet parce que l'être humain est un être social.»

Même une pilule imaginaire fait effet

En 2017, Jens Gaab et une équipe internationale dirigée par sa collègue Cosima Locher ont comparé pour la première fois la distribution cachée et ouverte de placebos – en l'occurrence une pommade sans prin-

cipe actif. Les 160 participants à l'expérience se sont auto-infligé des douleurs à l'avant-bras avec de la chaleur. Qu'on leur ait dit qu'il s'agissait d'un analgésique ou qu'on leur ait expliqué le pouvoir du placebo n'a joué aucun rôle: les douleurs ont diminué dans une même mesure, ce qui n'a pas été le cas pour le troisième groupe-test, qui n'a pas reçu de traitement. Et les scientifiques bâlois sont allés encore plus loin. Une équipe dirigée par Jens Gaab et Dilan Sezer a réparti au hasard plus de 170 étudiantes et étudiants souffrant d'anxiété aux examens en trois groupes. L'un a pris deux fois par jour pendant trois semaines un placebo déclaré comme tel. L'autre n'a pas eu de traitement et le troisième groupe s'est contenté d'imaginer avaler un médicament destiné à les rassurer – une approche appelée «imaginary pills» (pilules imaginaires). Leurs résultats, publiés en février dernier, sont surprenants: la peur des examens s'est étiolée d'autant chez le groupe qui a pris des placebos déclarés que chez celui des pilules imaginaires, tandis qu'aucun changement n'est intervenu dans le groupe de contrôle.

Jusqu'à présent, il était mal vu d'utiliser des placebos dans la pratique médicale. Stefan Schmidt, psychologue clinicien à l'Université de Fribourg-en-Brisgau, tranche: «Les vrais placebos, soit ceux qui ne sont pas déclarés comme tels, trompent le patient. Ils enfreignent ainsi le principe du consentement éclairé.» Mais la situation pourrait changer grâce aux études telles que celles menées à Bâle. «Les placebos déclarés ne posent pas de problème éthique. Cela ouvre de toutes nouvelles possibilités», ajoute le chercheur.

Les placebos sont en effet jusqu'à présent presque exclusivement réservés aux études cliniques, où ils servent de valeur de comparaison avec une substance testée. Si celle-ci produit un meilleur effet que le médicament fictif, elle est considérée comme efficace. «Mais désormais, les placebos déclarés font eux-mêmes toujours plus l'objet principal de la recherche», note Stefan Schmidt. Dans une étude de revue systématique publiée en mars 2023, il a examiné ce que l'on sait des mécanismes d'action des placebos: «Pour les placebos cachés, nous savons qu'ils peuvent déclencher, en plus des symptômes que l'on perçoit soi-même, des processus biochimiques objectivement mesurables, tandis que pour les placebos déclarés, nous n'avons pas encore trouvé de tels indices.» Toutefois, les études sont encore rares et l'analyse actuelle ne porte que sur 17 travaux, note le chercheur. Mais déjà, il existe plusieurs nouvelles études, qu'il est en train d'évaluer pour une synthèse actualisée.

Des risques existent aussi

Concernant les placebos déclarés, les applications possibles sont majoritairement claires: «L'accent est mis sur les maladies dans lesquelles les facteurs physiques et psychiques interagissent fortement», dit Stefan Schmidt. Il s'agit par exemple des dépressions, des allergies, du syndrome du côlon irritable, des bouffées de chaleur de la ménopause ou des syndromes d'épuisement liés aux cancers. Et Jens Gaab de l'Université de Bâle est même convaincu que les placebos déclarés et les pilules imaginaires pourraient ici remplacer les traitements pharmacologiques actuels. «Pour de nombreuses thérapies à base de principes actifs, l'effet placebo participe finalement aussi en majeure partie à l'effet, constate-t-il. Mais c'est comme pour un iceberg: les études cliniques ne se focalisent que sur la petite zone hors de l'eau par laquelle un médicament pharmacologique surpasse un placebo.» Ce dernier est ainsi occulté, car il est présent dans les deux procédés. «Nous avons besoin d'études cliniques conçues pour mesurer la part de l'effet placebo dans le succès thérapeutique global», complète Jens Gaab. Le but ne serait alors pas de savoir dans quelle mesure une substance

«Dans la pratique, l'effet dépend du contexte concret, mais aussi des opinions dominantes sur la maladie et la guérison.»

Jens Gaab

active est meilleure, mais si le médicament factice est acceptablement moins bon. «Si la différence est faible, les placebos déclarés sont tout au plus la meilleure option. Cela vaut notamment pour les médicaments au profil défavorable en matière d'effets secondaires, comme certains psychotropes.»

Les placebos présentent toutefois aussi des risques, par exemple quand l'autoévaluation ne perçoit pas les processus physiologiques qui se déroulent réellement. Dans une étude menée à la Harvard Medical School de Boston en 2011, un spray contre l'asthme a par exemple été comparé à un spray inoffensif identique et à l'absence totale d'intervention. Sur la cinquantaine de personnes ayant participé à l'étude, presque toutes celles qui ont reçu un traitement, ou qui le croyaient, ont rapporté une atténuation de leurs symptômes respiratoires dans une mesure quasi identique. La méthode de mesure objective a cependant montré que le vrai spray contre l'asthme augmentait beaucoup plus le volume respiratoire que le placebo, dont l'effet était faible. «Des conditions d'admission bien définies sont donc aussi nécessaires pour les thérapies placebo, avertit Jens Gaab. Et nous devons être conscients que, dans la pratique, l'effet dépend des paramètres concrets, mais aussi des opinions prévalentes sur la maladie et la guérison.»

Croyance accrue dans le pouvoir de guérison

En 2015, aux Etats-Unis, une analyse systématique d'études cliniques sur les douleurs nerveuses a confirmé que l'effet placebo était une valeur modifiable. Forts du constat que, pris pendant des années, les mêmes antidouleurs semblaient perdre de leur efficacité, des scientifiques de l'Université McGill à Montréal ont découvert que ce n'était pas l'effet même des médicaments qui s'estompait, mais que de leur côté les personnes traitées aux placebos y réagissaient toujours plus fortement. Pour Jens Gaab, cela ne fait aucun doute: «Ces dernières décennies, les effets des placebos augmentent de manière générale. Cela devrait être particulièrement le cas pour le traitement des maladies psychiques, car aujourd'hui, beaucoup plus de gens les perçoivent vraiment comme des maladies que l'on peut traiter.»

Stefan Schmidt partage cet avis: «Que l'effet placebo lui-même soit devenu un phénomène très connu depuis le début du millénaire environ aide également la cause. C'est en quelque sorte l'effet placebo de l'effet placebo: si on a confiance dans son existence, il se produit aussi lorsque le placebo est administré ouvertement.» Cela pourrait bien sûr aussi partir dans une autre direction. Il est par exemple imaginable qu'une saturation ou une lassitude apparaissent à un moment donné si l'utilisation ouverte de placebos devenait très répandue. Mais au-delà de l'application immédiate, Stefan Schmidt souligne la grande importance de la recherche récente sur les placebos: «Elle change notre compréhension de la maladie et de la guérison en réunissant les processus biomédicaux et psychologiques dans une approche commune.»

Stéphane Praz est journaliste scientifique indépendant à Zurich.

La génération Instagram rend la recherche accessible

Ce sont les stars de la science: cinq scientifiques racontent comment ils et elles se sont fait connaître sur les réseaux sociaux.

Texte Katharina Rilling, Réane Ahmad | Photos Florian Spring

«Un chercheur sérieux ne fait pas 'ça'.»



Gino Caspari (36 ans), chercheur indépendant, Université de Berne
Lève le voile sur son travail sur **Instagram**,
@ginocaspari, 140 000 followers

«Avant, j'étais d'avis que les réseaux sociaux étaient une perte de temps. Aujourd'hui, je consacre une ou deux heures par jour à publier des photos, résumer des faits, monter des vidéos et répondre aux commentaires et aux messages privés. Tout a débuté autour d'un feu de camp, après une journée d'expédition dans la steppe sibérienne. Mes collègues me pressaient: 'Tu mènes une vie d'aventurier, cela intéresse les gens!' L'idée ne m'a plus quitté. En effet, ce qui m'a toujours irrité dans l'archéologie, c'est le décalage entre l'énorme intérêt du public pour les thèmes archéologiques et la communication minimale des scientifiques dans ce domaine. Raison pour laquelle j'ai voulu construire un canal de communication sérieux et compréhensible pour tout le monde. Comme dans notre discipline, on aborde souvent les identités et la question de savoir d'où nous venons, j'ai commencé en 2018 à montrer systématiquement des sites de fouilles et des découvertes: ossements, dents, poteries, jarres et pierres tombales, têtes de momies et images satellites. Les légendes des photos contiennent des faits, des aperçus des méthodes et des manières de travailler des archéologues. J'associe beaucoup de mes articles à mon expérience personnelle, à la tension qui règne avant une fouille, au travail d'équipe pour éviter que la tente ne s'envole lors d'une tempête sibérienne. Ce concept a rapidement suscité un vif intérêt.

Aux Etats-Unis, la communication scientifique est presque attendue. Ici, nous n'en sommes pas vraiment là: on m'a fait remarquer qu'un chercheur sérieux ne faisait pas 'ce genre de choses' ou que mes informations étaient lacunaires. Mais ce qui m'importe est ailleurs: l'expérience subjective peut aider à ouvrir une première porte sur les thèmes scientifiques. L'un de mes posts qui ont eu le plus de résonance était un direct sur la restauration de momies de sel d'Iran. Près d'un millier de personnes l'ont suivi depuis et la vidéo a été regardée près de 100 000 fois. Rien de comparable à mes conférences publiques du soir à l'université!» *Katharina Rilling*



«Cela me rappelle
les discussions
d'autrefois avec
mes colocataires.»

Dina D. Pomeranz (46 ans), professeure d'économie, Université de Zurich
Commente sa spécialité sur **Twitter**, @DinaPomeranz, 68 000 followers

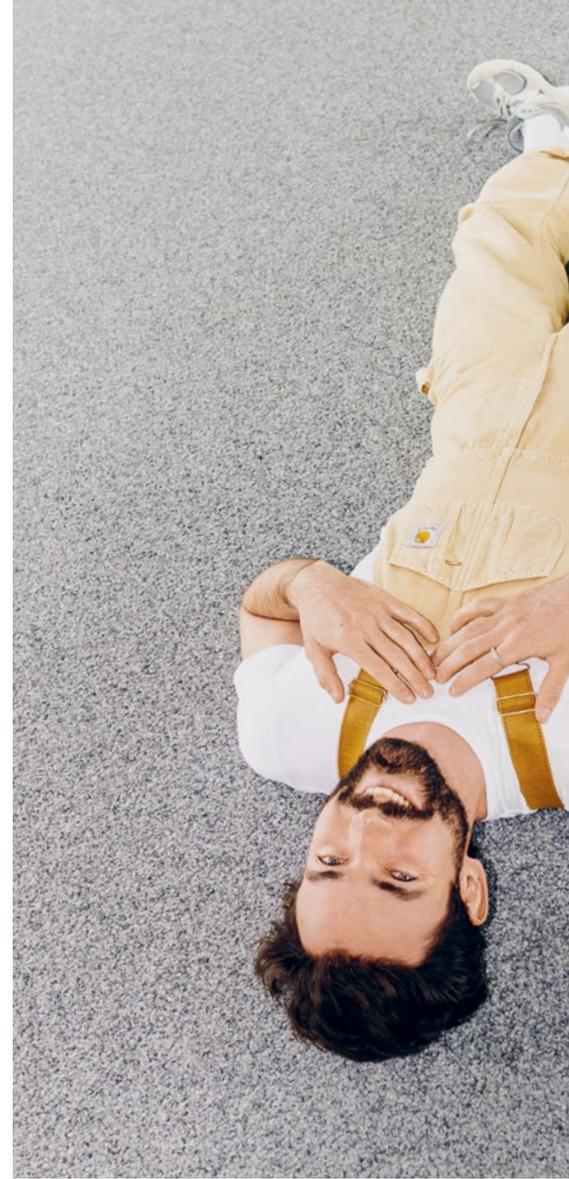
«Je suis probablement devenue chercheuse parce que le monde m'intéresse. J'aime Twitter pour la même raison. J'y apprend beaucoup de choses stimulantes et rencontre des gens que je n'aurais pas l'occasion de rencontrer dans le quotidien. Je suis souvent surprise de voir qu'autant de personnes s'intéressent à mes tweets. Même si cela me fait plaisir, je n'ai jamais eu pour but d'atteindre une large audience. Je tweete simplement ce qui me semble intéressant. De manière générale, j'aime jeter des ponts entre diverses communautés, partager des connaissances et en discuter avec un public plus large. Twitter offre de nombreuses opportunités à cet égard. Tout cela me rappelle les discussions que nous avions autrefois autour de la table de la cuisine de la colocation pendant nos études. On peut s'asseoir avec les autres, juste écouter ou participer à la discussion, et aussi partir à tout moment.

Il est important de garder à l'esprit que Twitter est facultatif, même lors de débats animés. Quand ils deviennent compliqués ou émotionnels, je trouve souvent utile de passer aux messages directs ou au téléphone pour trouver un terrain d'entente. A plusieurs reprises, lorsque la discussion était intense, j'ai ensuite rencontré les gens en personne. Cela a donné lieu à des échanges très constructifs et à des rencontres enrichissantes. C'est sur Twitter aussi que j'ai connu mon coauteur Constantine Manda, originaire de Tanzanie, avec qui je mène désormais des projets de recherche communs. Twitter m'aide donc à sortir de ma bulle locale et à obtenir plus de retours de gens en dehors de mon environnement géographique et professionnel.» *Katharina Rilling*

Kaan Mika (33 ans), postdoc en biologie moléculaire, ETH Zurich
Publie ses photos sur **Instagram**, @slice_of_science, 13 000 abonnés

«Un jour, j'ai posté sur Instagram un article amusant avec une photo d'animal que j'avais prise et j'ai reçu de nombreux commentaires positifs. Cela m'a motivé. Plus tard, j'ai créé le compte slice_of_science – mon compte favori, car je suis meilleur scientifique que photographe. Plus tard, j'en ai aussi ouvert une version turque. Depuis quatre ans, je suis influenceur scientifique à titre de loisir. Mon objectif est d'informer sur des thèmes tout en montrant que la science est amusante. Je fais principalement référence aux recherches d'autres personnes. Je n'aborde pas des sujets comme la politique. Mon groupe cible comprend les passionnés de photographie et de nature, le grand public et les chercheurs. Aujourd'hui, il y a déjà de jeunes professeurs sur Instagram. C'est d'ailleurs par Instagram que j'ai trouvé le laboratoire où je fais aujourd'hui des recherches sur la mémoire des moustiques.

J'ai d'abord dû apprendre à utiliser les outils des réseaux sociaux. J'ai suivi des cours sur la manière de résumer les contenus de manière compréhensible. En utilisant des métaphores plutôt que des termes techniques, il est facile de faire des erreurs. Il me faut deux heures pour rédiger un article de qualité, voire jusqu'à deux semaines si je présente un collègue. Je m'inspire des influenceurs scientifiques du monde entier, dont certains comptent plusieurs centaines de milliers d'abonnés. Nous avons créé le groupe avec le hashtag #scincerely, dans lequel nous nous soutenons mutuellement. Cela ne se voit peut-être pas tout de suite, mais les réseaux sociaux offrent un espace d'échange et de rencontre. C'est ce que j'aime particulièrement. » *Réane Ahmad*



Antoine Salaün (24 ans), étudiant en Master , science et ingénierie computationnelles, EPFL
Produit des vidéos professionnelles sur **YouTube**, @AntoinevsScience, 41 000 abonnés

«J'ai toujours hésité entre des études de cinéma et des études scientifiques. A côté de l'EPFL, j'ai repris à fond les vidéos de vulgarisation scientifique et j'ai commencé à en vivre à l'été 2020. Aujourd'hui, j'ai trois activités: la chaîne YouTube Antoine vs Science, la boîte de production de vidéos de vulgarisation scientifique Versus, dans laquelle nous sommes quatre personnes, et mes études de master. Les projets de Versus pour des marques permettent en partie de financer Antoine vs Science. En effet, chaque vidéo coûte au moins 3000 francs, demande du temps et l'implication de plusieurs personnes. Sur YouTube, j'ai une liberté immense. Au départ, je parlais des sujets qui me passionnaient, puis j'ai élargi les thèmes pour le grand public. Je m'adresse aux gens curieux de la science, avec du bon sens, mais pas lettrés scientifiquement. Les jeunes ont beaucoup perdu confiance en eux-mêmes



«Ma mentalité est de ne heurter personne.»



«Je rêve que tous les scientifiques parlent de leurs projets sur Instagram.»

sur les questions scientifiques. Il me semble intéressant de partager la méthode scientifique et de leur montrer les codes pour accéder à d'autres médias, d'autres sujets. J'ai une communauté cool et soudée que j'ai l'impression d'emmener. Avec le soutien financier du Centre national du cinéma et de l'image animée, en France, je réalise chaque mois un épisode d'Expé, la science mise à l'épreuve du terrain sous forme d'aventure scientifique. Pour les sujets que je connais mal, comme la biologie dont je parle beaucoup, je lis des papiers et je fais valider par des expertes. Ce qui marche le mieux, c'est la physique théorique, car il existe peu de bonne vulgarisation à ce sujet.

Une des activités de Versus consiste aussi à organiser des ateliers à l'Université de Lausanne pour apprendre aux doctorantes et doctorants et plus largement aux scientifiques à vulgariser leur travail en vidéo. Je suis convaincu que c'est à elles et eux de faire ce premier pas vers le public. Ce serait mon rêve que chaque scientifique de Suisse ait un compte Instagram pour raconter ses recherches.» Réane Ahmad

Leandra Bias (34 ans), postdoc en politologie, Université de Berne
Commente sur **Twitter**, @Openly_Biased, 4200 followers

«Pour moi, Twitter est une source d'inspiration, une fenêtre sur le monde, un ouvre-porte. Grâce à Twitter, je suis sortie de l'invisibilité. Je n'ai vraiment été happée par la plateforme que le jour où un écrivain connu a commenté l'un de mes tweets – en tant que parfaite inconnue avec seulement 100 followers, j'ai été totalement flashée. J'ai pensé: «Waouh, c'est possible! Je peux entrer en contact direct avec des idoles!» Grâce à Twitter, des professeurs m'ont invitée dans leur réseau de recherche, ou j'échange avec elles avant des manifestations sur place. Quand je rencontre effectivement des gens de Twitter, c'est aussi excitant qu'un blind date.

En Suisse alémanique, je suis désormais remarquée et j'ai ainsi pu placer mes messages dans tous les grands médias. Je me considère comme un pont vers l'Est. Lorsque Poutine prononce un discours, je suis en parallèle ce qui se passe à ce sujet sur mon fil Twitter; je retweete, j'analyse et je classe. Mais il est important de savoir que je n'interviens pas seulement en tant que scientifique, mais aussi en tant qu'activiste féministe et à titre privé. Je réfléchis bien à la discussion à laquelle je peux contribuer. J'évite les disputes sur Twitter. Mais il m'est déjà arrivé de réagir de manière impulsive et de m'excuser publiquement ensuite. J'ai un grand respect pour les shitstorms. Au cours des trois premiers mois qui ont suivi l'attaque russe en Ukraine, j'ai tous les jours eu peur d'ouvrir mon fil Twitter. Pour l'instant, les commentaires négatifs n'ont heureusement jamais pris des proportions menaçantes. Mais dans un tel cas, je me déconnecterais probablement et laisserais mes données d'accès à une personne de confiance, qui me transmettrait les messages après les avoir filtrés.» Katharina Rilling



«Quand je rencontre vraiment les gens de Twitter, c'est aussi excitant qu'un blind date.»

La résilience a aussi un prix

Il existe diverses voies pour gérer des expériences éprouvantes.
Mais, parfois, retrouver une vie normale demande un effort épuisant.
Sur les traces de l'essence de la résilience.

Texte Ümit Yoker

Comment retrouvons-nous la normalité après des expériences traumatisantes? Pourquoi certaines personnes parviennent-elles à s'épanouir en dépit d'un parcours pavé d'embûches? La résilience est aujourd'hui un thème omniprésent que le grand public résume volontiers par des maximes simplistes telles que «ce qui ne nous tue pas nous rend plus forts». Si les spécialistes en résilience ne savent que faire de cela, il n'existe pas encore de compréhension scientifique uniforme de ce qui détermine la résistance psychique. «Comme de nombreuses autres constructions psychologiques, la résilience échappe à une définition pratique», note Wassilis Kassis, professeur de psychologie pédagogique à la haute école pédagogique FHNW.

Après s'être intéressé en premier lieu aux causes de la violence, Wassilis Kassis cherche à savoir, depuis plus de vingt ans, pourquoi certains adolescents et adolescentes parviennent, malgré les maltraitances subies dans leur enfance, à mener une vie sans encombre, voire heureuse. Selon lui, «la résilience en soi n'existe pas». Ce qui est considéré comme un développement positif ne peut être déterminé qu'au regard des circonstances antérieures. L'expert en sciences de l'éducation se distancie donc résolument du dicton cité plus haut. «Ce genre de phrases est peut-être valable dans le sport.» L'idée que la violence parentale pourrait fortifier quelqu'un pour la vie est cynique, voire méprisante. «Il n'existe aucune étude au monde qui puisse démontrer, ne serait-ce qu'un peu, des effets positifs de l'usage de la violence.» Le mieux pour un enfant est toujours de ne pas être battu ou roué de coups de pied.

Le taux de violence est effroyablement stable

Les mauvais traitements au sein de la famille ne sont pas un problème marginal. Avec d'autres chercheuses, Wassilis Kassis mène régulièrement des études, appliquant diverses méthodes. Il travaille actuellement avec près de 2000 adolescentes et adolescents dans le nord-ouest de la Suisse. Avec toujours le même résultat: qu'il soit pauvre, riche ou de la classe moyenne, qu'il vive en Autriche, en Grèce, en Slovénie ou en Suisse, un enfant sur cinq subit une violence physique massive au sein de la famille. «Il est effarant de voir à quel point les chiffres sont stables.» Et il ne s'agit pas «que» de gifles. «Nous parlons ici de coups de bâton ou de ceinture, de coups de poing ou de pied.» Malgré cela, il n'est pas surpris de voir à quel point l'idée selon laquelle la violence se manifeste en premier lieu en marge de la société est tenace – dans des familles issues de la migration, peu scolarisées et à faible revenu. «C'est un sujet que nous préférons rejeter et attribuer à d'autres.»

De nombreuses personnes doivent donc développer la résilience à la violence. Longtemps, celle-ci a été comprise comme l'absence de symptômes tels que l'agressivité, la dépression ou les troubles anxieux. L'absence de symptômes ne signifie pourtant pas qu'une personne va effectivement bien, souligne le spécialiste. L'absence de guerre n'est pas non plus identique à la paix. Et pourtant, c'est déjà une victoire d'étape. «S'extraire du cercle vicieux de la violence est une énorme performance.»

La résilience n'est jamais gratuite. «Toute l'énergie qu'un enfant dépense à ne pas devenir comme ses parents lui manque ailleurs», note Wassilis Kassis. Dans une telle situation, il ne lui reste guère de forces pour envisager son avenir avec optimisme ou pour formuler des exigences envers sa propre vie qui vont au-delà de la survie et du fonctionnement immédiats. Dans une étude actuelle réalisée en Suisse avec des élèves du secondaire subissant des violences parentales, le scientifique et son équipe n'ont donc pas seulement analysé les caractéristiques des troubles psychiques tels que les comportements agressifs, la dépression ou la dissociation, mais aussi des indicateurs comme l'auto-efficacité, l'autodétermination ou le bien-être. «La résilience implique aussi de trouver un accès positif à soi-même et à l'environnement.» Les jeunes qui non seulement vivent sans symptômes, mais qui sont aussi heureuses, ont la particularité d'être bien intégrées dans leur environnement social. Elles ont des amis, mais avant tout des adultes de confiance sur lesquels elles peuvent compter, qu'il s'agisse de membres de la famille ou du corps enseignant. «Après la famille, l'école est le plus important champ de référence pour un enfant», explique Wassilis Kassis. En se montrant bienveillante et compréhensive, mais aussi encourageante et exigeante, une enseignante peut exercer une grande influence. Toutefois, même si la sensibilisation, la reconnaissance et les stratégies d'adaptation sont importantes à l'école, il regrette que l'institution ne s'attaque pas encore assez au vrai problème, à savoir que la violence se produit au cœur de notre société.

Une application pour la résistance mentale

Au début, les expériences de violence étaient aussi au centre des recherches de Birgit Kleim, comme le raconte la professeure de psychopathologie expérimentale et de psychothérapie à l'Université de Zurich. Elle s'est surtout penchée sur la question de savoir comment éviter le développement de troubles de stress post-traumatique ou de dépressions après une agression. Pour cela, il faudrait réagir plus tôt – déjà lorsque la personne se trouve dans



Une adolescente danse contre la violence et pour l'autodétermination. Les jeunes femmes qui subissent des violences à leur domicile peuvent se réfugier au Mädchenhaus de Zurich. Là, leur résilience est renforcée, par exemple par des projets créatifs comme le clip vidéo «Viele sind wir» (réd. «Beaucoup sont nous»), dont est issue cette image. Photo: Mädchenhaus Zürich

un service d'urgence ou auprès de la police. «De nombreuses personnes ne demandent de l'aide thérapeutique que quand leurs symptômes sont devenus chroniques.»

Pour combler cette lacune, elle s'est intéressée aussi aux personnes qui s'étaient particulièrement bien rétablies de tels événements. Ses conclusions ont aussi servi au développement d'une application qui permet de s'exercer à la résilience face à des facteurs de stress quotidiens ordinaires dans le but de pouvoir recourir à ces stratégies d'adaptation même en cas de stress majeur. L'idée centrale est, entre autres, le «reappraisal», soit la réappréciation: «Cette stratégie cognitive consiste à considérer les situations négatives sous un autre angle et donc à les interpréter et les évaluer de manière nouvelle et différente.» Mais cette approche a bien sûr aussi ses limites. S'il s'agit de stress graves et prolongés, comme la violence parentale étudiée par Wassilis Kassis, la psychothérapie est la méthode de choix en cas de symptômes psychiques persistants.

Gregor Hasler de l'Université de Fribourg aborde la résilience sous une autre perspective. Psychiatre, psychologue et neuroscientifique, il constate que les symptômes de stress ont sans cesse augmenté ces dernières décennies. Avant d'être un problème psychologique individuel, cette situation concerne la société dans son ensemble. «Nous avons perdu la totalité du sens, tout comme la cohésion sociale.» Avant, c'était d'abord la religion qui proposait un narratif commun, capable de situer dans un contexte plus large les coups du sort, même les plus éprouvants, telle la perte d'un enfant. Aujourd'hui, cette béquille

a disparu. «Désormais, le travail d'assimilation est individuel», déplore Gregor Hasler. Dès lors, la tâche est bien plus difficile. La résilience dépend en effet forcément de la capacité à donner un sens à sa vie. «La signification est certainement le facteur le plus important dans ce contexte.»

Taux de cortisol augmenté

Des chercheurs comme Gregor Hasler et Wassilis Kassis analysent également les processus neurobiologiques dans le cerveau qui pourraient être à l'origine de la résilience. Wassilis Kassis tente actuellement de savoir comment la violence vécue marque le corps sous forme de stress. «Les jeunes concernés ont souvent un taux de cortisol durablement élevé.» Au moment de répondre de manière adéquate à des situations difficiles, leur degré de liberté ne serait donc pas le même que celui des jeunes qui grandissent dans un cadre non violent.

«Ces enfants sont très vite stressés, plus que les autres», explique-t-il. Cette situation exige de considérer leur comportement et leur vécu sous un angle nouveau. «On ne demande pas non plus à une personne malvoyante ou malentendante de faire un effort supplémentaire.» Période de grande plasticité neuronale, l'adolescence est aussi un moment idéal pour poser de nouveaux jalons dans la vie, ajoute le spécialiste. En effet, «la résilience n'est pas juste une caractéristique de la personnalité, mais un état qui peut être modifié sans cesse», souligne Wassilis Kassis.

Ümit Yoker est journaliste indépendant à Lisbonne.

Les maisons de demain sont développées aujourd'hui en laboratoire

Un gel aéré pour une meilleure isolation, une nouvelle construction à partir d'anciens pylônes électriques et de l'air nocturne dans la climatisation: six nouvelles technologies rafraîchissantes pour des constructions écologiques.

Texte Lionel Pousaz Illustrations Elisa Debora Hofmann

Un nouveau bijou issu d'une construction ancienne

Objectif: Faciliter la construction à partir de matériaux recyclés

Etat des travaux: Logiciel open source Phoenix 3D de l'EPFL disponible.



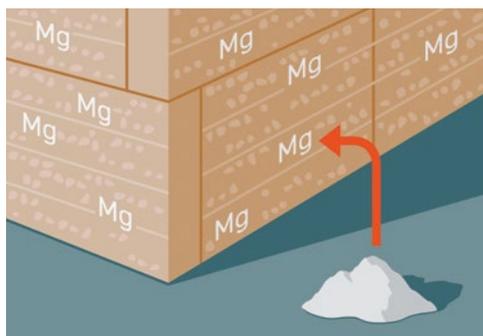
Par le passé, on réutilisait souvent les éléments des bâtiments anciens pour en construire de nouveaux. La pratique s'est perdue à mesure que la mécanisation facilitait la fabrication de matériaux neufs. À l'EPFL, Corentin Fivet veut remettre ce principe au goût du jour avec l'algorithme Phoenix 3D. À partir d'éléments récupérés sur d'autres constructions, le logiciel calcule automatiquement la structure constructible la plus écologique.

Disponible en open source, il a notamment servi au bureau Rapp Architects pour concevoir la façade du bâtiment Energie Kosmos, près de Bâle, avec de vieux pylônes électriques. «À l'avenir, notre algorithme ne donnera pas seulement la solution la plus efficace du point de vue environnemental, il permettra aussi de prendre en compte d'autres critères difficiles à mesurer, comme l'apparence ou les processus de mise en œuvre», explique Corentin Fivet. Son équipe travaille également au développement d'algorithmes visant à faciliter le réemploi de dalles en béton issues de bâtiments voués à la démolition.

Une argile stable grâce au ciment à la magnésie

Objectif: Développer un nouvel additif pour améliorer le bilan CO2 de la terre crue

Etat des travaux: Construction de prototypes et tests en laboratoire à l'Empa.



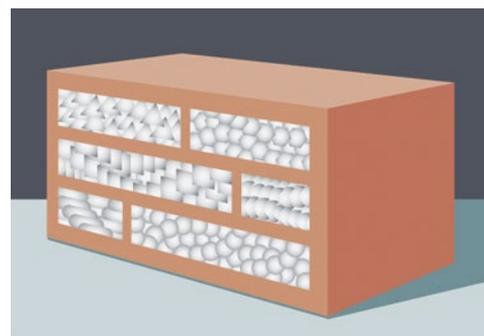
L'une des meilleures alternatives au béton se trouve juste sous nos pieds: la terre. Chaque année en Suisse, le secteur de la construction en excave environ 100 millions de mètres cubes, l'équivalent de 25 pyramides de Chéops. La terre crue – par opposition à la terre cuite, qui désigne les briques – présente un bilan CO2 bien plus avantageux que le béton. Elle peut remplacer ce dernier, parfois même pour les murs porteurs des bâtiments, comme c'est le cas pour le Ricola Kräuterzentrum – une maison des plantes – à Laufen, le plus grand bâtiment en pisé d'Europe.

Le problème: il faut souvent la renforcer avec de grosses quantités de ciment et de chaux, ce qui réduit son efficacité carbone. À l'Empa, Ellina Bernard développe un ciment à base de magnésie pour consolider la terre crue. Cet additif émet peu de carbone, et certains procédés de fabrication peuvent même en séquestrer. «À terme, les ciments magnésiens permettront peut-être à la terre crue stabilisée d'atteindre un bilan CO2 neutre, voire négatif», explique-t-elle.

Le gel rempli de gaz isole parfaitement

Objectif: Optimiser la conception et la fabrication des isolants à base d'aérogels

Etat des travaux: De premiers modèles informatiques ont été développés par l'Empa.



Imaginez un gel dont les liquides sont remplacés par des gaz. C'est un aérogel: un matériau ultraléger, composé à plus de 99% d'air. Piégé dans des pores de très petite taille, l'air joue le rôle de super-isolant thermique. De quoi permettre la construction de bâtiments ultra-efficaces du point de vue énergétique. Cependant, les aérogels sont de conception et de fabrication délicates. Leur structure à l'échelle nanométrique est difficile à observer et à analyser.

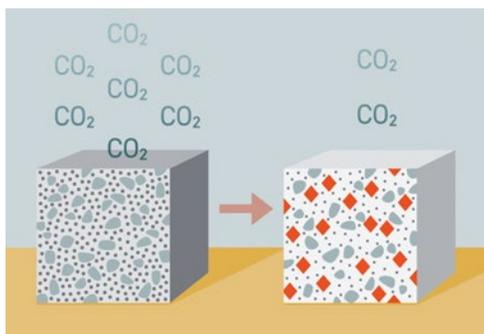
À l'Empa, Sandra Galmarini et ses collègues créent des modèles informatiques pour optimiser le développement de ces matériaux. Il s'agit de comprendre et, surtout, de prévoir comment les paramètres de fabrication déterminent la structure nanométrique des aérogels.

Plutôt que de procéder par tâtonnement, comme aujourd'hui, scientifiques et industriels disposeront d'un outil permettant d'aboutir plus directement aux propriétés souhaitées.

De l'argile dans le ciment rend le béton plus vert

Objectif: Réduire les émissions carbone du béton

Etat des travaux: Construction de prototypes et tests en laboratoire à l'ETH Zurich.



Le béton représente à lui seul environ 8% des émissions mondiales de CO₂. Un bilan peu reluisant que Franco Zunino, ingénieur en science des matériaux à l'ETH Zurich, compte améliorer. Le chercheur combine deux approches: utiliser un ciment à basses émissions et, surtout, en utiliser moins. Comme une colle, le ciment assure la cohésion des agrégats dans le béton. Celui que développe Franco Zunino présente de très basses émissions, notamment grâce à l'intégration d'argiles.

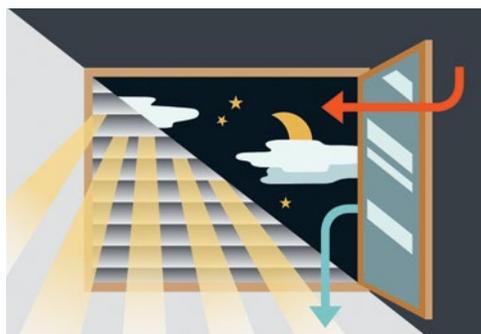
Pour en utiliser moins, le chercheur limite l'espace vide entre les agrégats en jouant sur leur taille et leur forme. «Cette double stratégie permet d'obtenir un béton qui émet 75% de CO₂ en moins par rapport aux matériaux traditionnels, tout en présentant des caractéristiques mécaniques et de durabilité similaires», explique-t-il.

Pour l'instant, son béton ultra-vert est moins fluide et plus difficile à travailler. Pour résoudre ce problème, Franco Zunino teste de nouvelles formulations d'adjuvants chimiques.

Exploiter le potentiel de l'ombre et de l'air frais nocturne

Objectif: Limiter l'usage futur de la climatisation dans les constructions en Suisse

Etat des travaux: Une simulation informatique détaillée à l'Empa calcule l'effet d'économies.



En Suisse, la plupart des immeubles résidentiels sont dépourvus de climatisation. La situation est appelée à évoluer avec le changement climatique et les canicules estivales toujours plus fréquentes, longues et intenses.

Une équipe de l'Empa a déterminé qu'en 2050 les besoins en climatisation des Suisses pourraient représenter un peu plus de 10 térawattheures, soit environ 4% de la demande nationale annuelle en électricité.

Une importante facture que deux mesures relativement simples pourraient réduire de 84%: des fenêtres ombrées pour atténuer l'effet de serre en journée et des systèmes laissant circuler l'air au plus frais de la nuit.

Pour parvenir à ces résultats, les scientifiques ont simulé non seulement la demande future en climatisation, mais aussi le parc immobilier suisse et ses caractéristiques physiques, les diverses météo locales, la configuration urbaine et les comportements de la population.

Plantes et cellules solaires: au-delà de la simple façade

Objectif: Exploiter les façades pour atténuer les effets du réchauffement

Etat des travaux: Quatre façades expérimentales sur le campus de la HE de Lucerne.



Les surfaces verticales des bâtiments offrent un potentiel inexploité. Habillées de panneaux solaires ou de verdure, elles permettent aux îlots urbains de mieux affronter les canicules en alimentant les climatisations ou en rafraîchissant l'atmosphère par évaporation.

Des panneaux ou des plantes, quelle est la solution la plus pertinente? Une équipe lucernoise veut y répondre et a déployé sur le campus quatre façades vertes, végétalisées ou couvertes de panneaux. «S'il faut chiffrer les résultats, le photovoltaïque l'emporte toujours sur la végétation en termes purement énergétiques», note Silvia Domingo, chercheuse au sein du projet. Mais les façades plantées présentent des avantages plus intangibles et difficiles à évaluer. «Elles améliorent la qualité de l'air, rafraîchissent le climat urbain, contribuent à la biodiversité et sont un argument marketing pour les promoteurs car les gens les apprécient.» Le groupe lucernois penche pour des façades mixtes parées de plantes aux étages inférieurs, pour rafraîchir et embellir les rues, et de panneaux solaires plus haut.

Lionel Pousaz est journaliste scientifique et vit à Boston.



Nationale, mondiale, infatigable

Après Washington, Shanghai et Paris, la spécialiste de la santé publique et **ancienne vice-directrice de l'OFSP Flavia Schlegel** (62 ans) travaille aujourd'hui comme conseillère indépendante. En 2019 et 2020, elle est la **première envoyée spéciale pour la science active à l'échelle politique mondiale**. Dans ce rôle, elle renforce la visibilité de la communauté scientifique internationale au sein de l'ONU et d'autres forums politiques mondiaux, tel le G20. Elle travaille actuellement avec l'Université de Pretoria, avec l'Office fédéral de la santé publique et au sein du Digital Transformation of Health Lab à Genève. Flavia Schlegel vit à Berne avec son mari.

Globe-trotteuse au nom de la science

Enfant, elle voulait devenir Alberta Schweitzer. Elle est devenue médecin et s'est d'abord engagée au chevet des malades. Mais très vite, Flavia Schlegel s'est intéressée aux grandes relations sociales et c'est ainsi qu'elle est finalement devenue diplomate scientifique internationale.

Texte Astrid Tomczak-Plewka Photo Beat Schweizer

Flavia Schlegel a parcouru à vélo le trajet entre son appartement à l'est de Berne et le cœur de la capitale. Elle raconte pourquoi elle préfère se déplacer sur deux roues – même en vacances, par exemple lors du tour de Berne à Marseille: «Le rythme est bon, ni trop rapide, ni trop lent. Et les sens sont ouverts à de nombreuses perceptions, aux bruits, à la température, aux ambiances météorologiques.» Peut-être que ce mode de déplacement constant, ni trop vite, ni trop lentement, est le symbole de la vie de Flavia Schlegel: «Je ne suis pas quelqu'un qui planifie à tout va. Je n'ai pas non plus planifié ma carrière.» Elle a simplement saisi les opportunités qui se présentaient – avec succès, comme le montre sa carrière de diplomate scientifique.

Flavia Schlegel a grandi à Sargans, dans un «ménage CFF orienté vers la socio-démocratie et le syndicalisme». Enfant, elle était souvent malade, souffrait d'asthme et était heureuse de trouver un médecin qui pouvait l'aider. Cela a influencé ses choix professionnels. «Je rêvais de devenir une 'Alberta Schweitzer' en Afrique», dit-elle en riant. Elle a donc étudié la médecine, puis travaillé à Zurich, au premier hospice accueillant les malades du sida en fin de vie. «C'est là qu'en tant que jeune médecin, j'ai vu les limites de l'acte médical. Des personnes jeunes mouraient parce qu'elles n'avaient pas de seringues stériles ou parce que leur vie sexuelle ne correspondait pas à la norme», dit-elle avec une gravité qui laisse encore transparaître son bouleversement, même quarante ans après. A ce moment, Flavia Schlegel a compris qu'elle voulait traiter les questions de santé publique plutôt que des destins individuels. Et qu'elle préférerait s'intéresser au rapport entre l'Etat et l'individu, au rôle de la science dans le système de santé, aux questions de justice et d'injustice dans l'accès aux soins.

Ces questionnements l'ont menée à l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), où elle a entre autres dirigé la campagne Stop Sida. Après quelques années à l'OFSP, en 2002, elle a changé de continent et travaillé pendant trois ans comme conseillère scientifique à l'ambassade de Suisse à Washington afin de promouvoir la place scientifique helvétique. C'était la période après les attentats du 11 septembre 2001. Tout tournait alors autour de leurs conséquences sur la politique de recherche et d'éducation américaine, dont notamment les restrictions d'entrée sur le territoire américain. Mais elle organisait aussi des visites de délégations scientifiques américaines en Suisse. Elle a par ailleurs établi la collaboration avec différentes organisations scientifiques.

Inébranlable contre vents et marées

En 2005, Flavia Schlegel est de retour en Suisse en tant que vice-directrice de l'OFSP, à nouveau au milieu d'une crise: la grippe aviaire commençait alors à esquisser comment le monde allait être bouleversé seize ans plus tard par une pandémie. «La pression politique et médiatique était déjà très forte», raconte-t-elle. Après avoir participé à l'émission alémanique «Arena», le 14 octobre 2005, elle est violemment prise à partie par les médias. Le SonntagsBlick l'accuse de vouloir devenir «Madame grippe aviaire», mais de ne pas parvenir à faire passer son message. Dans l'émission, elle garde pourtant son calme et l'OFSP la soutient. A la question de savoir si elle a besoin de la crise pour avancer, elle réfléchit avant de répondre: «J'ai toujours besoin de changement et de nouvelles tâches. J'aime construire et transformer. Le statu quo, ce n'est pas mon truc.» En 2008, l'heure est de nouveau au changement: Flavia Schlegel prend la direction du nouveau centre Swissnex à Shanghai, une représentation du monde économique et scientifique

suisse à l'étranger. La crise est une fois de plus au rendez-vous: la faille de Lehman Brothers secoue le monde de la finance. «Swissnex était financée à hauteur de deux tiers par des fonds étrangers, nous sommes devenus nerveux», se souvient la Saint-Galloise. Heureusement, les craintes n'étaient pas fondées. De nombreux investisseurs voulaient miser sur la Chine, ce nouvel acteur mondial en train de s'ouvrir lentement au reste du monde. Flavia Schlegel a profité de cette ouverture, organisant des manifestations mariant science et culture, comme des «Barbecue Lectures» dans un musée, une série d'événements avec des artistes et des scientifiques chinois et suisses. Ici aussi, elle s'est démenée pour promouvoir la Suisse et a fait progresser la collaboration entre la Chine et la Suisse en matière de recherche et d'innovation. Toutefois, sans avoir étudié la sinologie, il était difficile de toujours se faire comprendre: «Nous nous sommes sans cesse retrouvés dans des situations inconnues mais passionnantes, notamment en raison de malentendus linguistiques.» La suite s'est révélée moins compliquée sur ce plan.

Après cinq ans à Shanghai, Flavia Schlegel s'installe à Paris comme sous-directrice générale pour les sciences exactes et naturelles de l'Unesco, un poste décroché avec l'aide de la Suisse officielle. Sur le plan du contenu, elle accède à une dimension inédite: elle ne représente plus seulement les intérêts de la Suisse, mais se retrouve au service de tous

les pays membres de l'Unesco. «J'avais le monde entier sur mon bureau», dit-elle. L'agenda de développement fait surgir des thèmes tels que la biodiversité, l'eau, le climat et la transformation numérique. Durant son séjour à Paris, la situation géopolitique se complique: Donald Trump devient président des Etats-Unis, la Chine s'élève en puissance mondiale, la Russie prend un ton plus autoritaire. «En 2014, nos séances étaient encore constructives, se rappelle Flavia Schlegel. A partir de 2018, les fronts se sont durcis.» Elle observe une

désolidarisation et une polarisation accrues. Flavia Schlegel est rentrée au pays en 2019 et travaille depuis comme conseillère indépendante pour des universités, des autorités et des ONG. «Après dix ans à l'étranger, je suis devenue un peu étrangère», constate-t-elle. Fille d'une Italienne, elle se sent avant tout Suisse: «Je me vois en premier lieu comme une citoyenne, plutôt européenne. J'ai été marquée par la musique et la littérature européennes.» Elle ajoute apprécier vivre dans un pays où la démocratie fonctionne «plus ou moins». «Je suis heureuse de m'être trouvée en Suisse pendant la pandémie, affirme-t-elle. J'étais reconnaissante de pouvoir continuer à faire du jogging.»

L'immobilisme n'est pas une option: «Ce qui me motive, c'est l'intérêt pour les nouvelles connaissances, pour une conception de la vie qui porte haut la justice et l'égalité et ne mise pas que sur des solutions technologiques», explique Flavia Schlegel, qui se décrit comme une «lectrice en parallèle». En effet, plusieurs livres reposent sur sa table de chevet: «La Nature contre le capital», le manifeste écologique et communiste de l'auteur à succès japonais Kohei Saito, «Why fish don't exist» de Lulu Miller – mélange d'(auto)biographie, de philosophie et de psychologie, ou, selon ses propres termes: «De la littérature qui traite de la vie et de la connaissance scientifique.» Même dans la pittoresque ville de Berne, où la vue porte jusqu'aux montagnes qu'elle aime tant, les défis la tentent toujours. «J'apprends à jouer du hackbrett, dont le son et l'histoire me fascinent», dit-elle, avant d'évoquer le nombre de cultures où l'instrument est présent. «C'est une expérience esthétique.»

Astrid Tomczak-Plewka est rédactrice à Horizons

«J'avais le monde entier sur mon bureau.»

Flavia Schlegel



Derrière des portes closes: la Suisse n'a pas d'instance de contrôle indépendante pour la recherche. Photo: Westend61/Getty Images

Le fédéralisme favorise les fraudes dans la recherche

Plagiat, fausses déclarations d'auteurs, harcèlement moral: une science crédible nécessite la détection systématique des cas de fraude, tout comme des enquêtes impartiales et des sanctions appropriées. Cela fonctionne-t-il en Suisse? Un état des lieux.

Texte Daniel Saraga

Du plagiat aux données manipulées, en passant par des listes de publications retouchées: le Code d'intégrité scientifique, publié en 2021 par les Académies suisses des sciences et leurs partenaires dans le domaine de la recherche, a aidé à rendre la fraude scientifique plus visible et établi une référence commune.

Mais évaluer l'étendue du problème reste difficile. «Nous ne savons pas si le système actuellement en place fonctionne vraiment car nous manquons de visibilité sur le phénomène», opine Nadja Capus, professeure de droit pénal

à l'Université de Neuchâtel et présidente de la Commission pour l'intégrité scientifique du Fonds national suisse (FNS). La Suisse ne dispose pas d'un système de détection systématique des cas problématiques.»

A chaque institut son propre surveillant

On trouve ainsi des chiffres épars. Le FNS a par exemple analysé 89 soupçons de plagiat en 2021, détectant onze cas d'erreurs mineures et deux situations plus graves ayant abouti à des réprimandes officielles. L'ETH Zurich in-

dique avoir mené trois enquêtes depuis 2015. Le rapport annuel de l'Université de Genève mentionne sept sanctions prises en lien avec des conflits de travail et de harcèlement, mais pas les cas de méconduite scientifique. «Il faudrait mettre en commun les chiffres pour disposer d'une vue d'ensemble», note Nadja Capus. Ils pourraient inclure les enquêtes et sanctions internes ainsi que les articles rétractés à la suite des discussions entre spécialistes.»

Les hautes écoles ont commencé à thématiser les questions d'intégrité, publient des

guidelines et offrent des formations. Néanmoins, les institutions suisses qui encouragent et conduisent la recherche restent discrètes sur les cas qui les concernent.

La détection des cas se fait grâce à des alertes directes ou à des contrôles aléatoires, comme au FNS en ce qui concerne le plagiat. Elle s'appuie aussi largement sur le travail des éditeurs de journaux scientifiques et de sites tels que PubPeer et Retraction Watch, selon Brigitte Galliot, vice-rectrice de l'Université de Genève chargée de la recherche et de l'éthique.

C'est avant tout à l'employeur, donc à l'institution de recherche, qu'incombe de gérer les soupçons. Le FNS base le plus souvent ses éventuelles sanctions sur les investigations réalisées ou commandées par l'institution, sans forcément enquêter de son côté. Cette décentralisation se poursuit au sein des hautes écoles: à Genève, chaque faculté a sa propre commission de l'intégrité; certaines rendent obligatoire une formation sur ces questions, d'autres non.

Pourquoi ne pas uniformiser les standards et centraliser la gestion des cas? «Les différentes disciplines ne font pas face aux mêmes problèmes, par exemple en ce qui concerne la manipulation des données, répond la vice-rectrice Brigitte Galliot. Et les sciences sociales ont une autre perception des normes que les sciences expérimentales.» La gestion de l'intégrité scientifique se décline ainsi entre les acteurs nationaux et les hautes écoles, entre les lois fédérales et cantonales ainsi qu'entre les disciplines.

Plateforme planifiée – et remise en question

Pour uniformiser le processus, l'idée d'instaurer une plateforme nationale dédiée aux questions d'intégrité est actuellement discutée par les grands acteurs de la politique scientifique suisse. Ils devraient remettre leurs conclusions d'ici à la fin de 2023. «Nous recommandons que son mandat soit de conseiller les scientifiques ainsi que les institutions, et non de mener des investigations ou de prendre des sanctions, note Christina Baumann du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI), qui dirige le groupe de travail. Les hautes écoles resteraient responsables des enquêtes et des mesures disciplinaires.» La plateforme pourrait faciliter l'accès à des spécialistes ayant l'expérience de telles enquêtes, établir des statistiques ou encore assurer un contrôle qualité sur la manière dont les cas sont gérés par les institutions, ajoute Martina Weiss, secrétaire générale de swiss-

L'exemple de la Suède, des Etats-Unis et du Royaume-Uni

La Suède a donné de larges compétences à son Conseil pour l'évaluation de la mauvaise conduite dans la recherche, qui mène les enquêtes et **prend des sanctions**. Aux Etats-Unis, l'Office of Research Integrity s'occupe depuis 1992 des questions d'intégrité pour les projets financés par le Service de santé publique. Il soutient la formation, notamment à l'aide d'études de cas, **supervise les enquêtes menées par les employeurs**, formule des sanctions additionnelles et les communique publiquement. Le UK Research Integrity Office conseille les institutions et les scientifiques sans s'impliquer dans les investigations.

universities. Elle ne serait pas chargée de récolter les soupçons mais renverrait les personnes vers leur institution. Ce modèle serait similaire à celui du Royaume-Uni (voir encadré).

«Cela va dans le bon sens, mais je pense qu'on pourrait aller plus loin, indique – à titre personnel – Nadja Capus. Partager des soupçons d'un comportement incorrect est particulièrement difficile en début de carrière, lorsqu'on dépend de ses collègues, de leur recommandation et de leur réseau. Une centrale d'annonce nationale et anonyme pourrait baisser cette barrière.» Une enquête commanditée à l'extérieur de l'institution protégerait mieux la réputation des institutions en levant davantage les doutes que si c'est un employeur qui blanchit son personnel, selon la chercheuse. De plus, «les institutions de petite taille ne disposent pas toutes de l'expertise nécessaire pour enquêter sur un cas de méconduite» et elles ne peuvent pas accumuler d'expériences avec seulement une poignée de cas par an.

Prouver le préjudice personnel

La législation actuelle n'offre pas une grande marge de manœuvre. Ce sont les cantons qui déterminent quand sanctionner le personnel de leurs universités. Et transmettre des informations sur des soupçons de mauvaise conduite peut se heurter à une législation cantonale, poursuit la juriste. Mais les choses évoluent: la loi sur l'université du canton de Berne détaille désormais des questions d'intégrité comme l'échange d'informations avec des partenaires de recherche ou de financement ou des aspects disciplinaires incluant l'amende.

On peut se demander si les sanctions sont suffisamment dissuasives. En Suisse, un scientifique dont un tiers des publications contenaient des erreurs en sa faveur sur la liste des auteurs et autrices a reçu une réprimande en 2021. Aux Etats-Unis, la manipulation de

24 images publiées dans sept articles, une thèse et des demandes de financement a engendré une simple supervision des recherches pendant quatre ans. Des sanctions plus dures passent souvent par la justice. Cela crée une barrière financière, car le ou la plaignante doit assumer les frais de procédure en cas d'échec. Pour faire recours contre une décision d'une haute école ayant blanchi un ou une employée, il faut démontrer avoir été personnellement lésé par la fraude supposée, selon un jugement du Tribunal cantonal du canton de Vaud datant du mois de mai 2021 – plutôt difficile dans le cas de recherches scientifiques.

Il est intéressant de comparer la manière dont les professions médicales gèrent les cas de méconduite. Ici aussi, les cantons et la justice jouent un rôle central. La Fédération des médecins suisses (FMH) peut adresser un blâme ou prononcer l'exclusion d'un membre, une situation désagréable mais qui, en elle-même, n'empêche aucunement de pratiquer. Et une exclusion n'est prononcée que pour des cas graves, pour lesquels une administration cantonale aura déjà retiré l'autorisation de pratiquer la médecine, explique Yvonne Gilli, présidente de la FMH. Un tel retrait n'est pas communiqué directement par le canton, et ne se produit en pratique qu'après une plainte d'un ou d'une patiente.

Daniel Saraga est journaliste scientifique à Bâle.

Comment la prise de décision politique fondée sur la science peut réussir

Le dialogue entre science et politique souffre d'un paradoxe: les actrices du monde politique ont besoin de connaissances sûres pour leur mandat. Tandis que la science questionne toujours socra- tiquement

ses propres acquis. Cela devient problématique pour des thématiques complexes tel le changement climatique. Pour rendre les recommandations scientifiques plus efficaces, elles doivent être intégrées au système politique. Les personnes qui génèrent des connaissances et celles qui les appliquent devraient se faire confiance. Pour de meilleures collaborations futures, nous souhaitons promouvoir trois principes:



Laura Bernardi est vice-présidente du Conseil national de la recherche du Fonds national suisse.

1. Nous avons besoin de formations qui relient les domaines entre eux: les scientifiques à tous niveaux de leur carrière devraient échanger des informations avec les autorités au niveau local, cantonal et national, avec les politiques et la société civile. Ainsi, tous peuvent acquérir une com-

préhension commune et apprendre à apprécier les perspectives des uns et des autres. La transdisciplinarité est à entraîner.

2. La co-crédation est importante aussi: responsables politiques, scientifiques, praticiennes et communautés doivent agir ensemble à tous les niveaux où se posent des problèmes. Ils doivent élaborer ensemble des questions et des réponses, s'améliorer sans cesse, veiller à ce que les résultats scientifiques soient pertinents pour la société et pris en compte par les responsables politiques. C'est complexe, car la co-crédation se développe de bas en haut et des groupes très divers sont impliqués. De tels systèmes sont certes difficiles à piloter d'en haut, mais ils se ré- vèlent robustes en périodes de crise.

3. Les rôles doivent rester séparés: les chercheurs actifs ne devraient pas s'immiscer dans les décisions politiques, mais les laisser au proces- sus démocratique. Les conseillères scientifiques, par exemple, pour- raient identifier les meilleures preuves, les contextualiser, servir de médiatrices et soutenir les interactions entre la politique et la science.

Les organisations d'encouragement tel le FNS ont un rôle important dans la mise en œuvre de ces trois principes. Elles soutiennent la for- mation, la co-crédation et la séparation des rôles. Le FNS propose ainsi des cours de politique aux scientifiques et finance des programmes tels que «Solution-oriented Research for Development», dans lesquels le savoir est partagé avec la politique et la société. Les organismes d'en- couragement peuvent aussi rendre les groupes d'intérêt et les expertes plus visibles et aider à classifier les conflits d'intérêts. Enfin, ils peuvent accorder plus de crédit aux chercheurs qui travaillent dans le domaine du conseil politique lors de l'évaluation des carrières.

La beauté cachée de la science en images



Photo: Francesca Angiolini-Larrea

Le ventre transparent d'une grenouille, le geste tendre d'une vétérinaire, la création de tur- bulences autour d'une aile d'avion: la science a montré ses multiples visages dans le cadre du Concours FNS d'images scientifiques 2023. En plus des trois images et de la vidéo lauréates, 15 œuvres ont été primées – un record. Et la diversité de la science ne s'illustre pas seule- ment dans la sélection présentée. «Parmi les personnes primées, certaines sont des jeunes faisant un doctorat, d'autres des femmes et d'autres encore sont venues en Suisse de l'étranger», note Matthias Egger, président du Conseil national de la recherche. Vous pouvez découvrir les images soumises lors de cette 7e édition sur [flickr.com](https://www.flickr.com/photos/snsf-science-competition/), sous «SNSF Scientific Image Competition».

Aide d'urgence à la Terre: idées bienvenues



Photo: Joedison Alves/Keystone

Relever les défis mondiaux causés par le changement climatique: c'est l'objectif d'une initiative internationale, dirigée par le Canada et que la Suisse a rejointe. Des bailleurs de fonds d'Afrique du Sud, d'Allemagne, du Brésil, de Norvège, du Royaume-Uni et des USA en font aussi partie. Un appel a d'ailleurs été lancé afin de soutenir des recherches centrées sur l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets. Celles-ci doivent porter sur au moins deux des huit risques clés identifiés dans le dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) des Nations unies.

Première: prix aux données ouvertes

Le premier prix national Open Research Data (ORD) sera décerné le 6 décembre prochain dans les locaux de la Grande Société à Berne. L'événement est organisé par le service ORD des Académies suisses des sciences, qui met en œuvre le plan d'action sur le traitement des données de la recherche depuis septembre 2022, en coopération avec swissuniversities, le FNS et le domaine des EPF. Le jury est composé de 16 expertes et experts ORD de disciplines variées et de divers niveaux de carrière. ord.akademien-schweiz.ch/fr

Risques et opportunités du big data



Soins médicaux, mobilité, fourniture d'informations: le big data peut améliorer notre quotidien. Toutefois, l'utilisation de mégadonnées représente aussi des défis lorsqu'il s'agit de garantir l'égalité de traitement ou le droit à l'anonymat dans l'espace public. Le Programme national de recherche «Big Data» (PNR 75) s'est penché sur ces aspects de 2015 à 2022. Parmi les 37 projets de recherche, certains ont examiné des techniques pour réduire les quantités de données requises. D'autres travaux ont généré de nouvelles applications, tels des prototypes pour détecter automatiquement les inondations. D'autres encore ont apporté de nouvelles connaissances sur les questions juridiques, éthiques et sociales complexes liées au big data.

Partenariat avec le Canada

Le FNS renforce la collaboration internationale. Exemple le plus récent: avec l'organisation de promotion canadienne Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC), il offre des possibilités de financement pour des projets en sciences naturelles et en ingénierie. Les chercheurs utilisent pour cela les instruments de soutien dans leur pays respectif. Ils peuvent également obtenir un soutien pour les échanges scientifiques et les séjours dans le pays partenaire.

Licence pour articles à usage illimité

Les articles scientifiques sont en premier lieu publiés et lus sous forme numérique. Une diffusion aussi large et une utilisation aussi variée que possible des connaissances sont dans l'intérêt des scientifiques et du FNS. Désormais, les articles présentant des résultats de travaux financés par le FNS doivent donc être soumis à une licence Creative Commons (CC-BY, avec indication du nom). Cela signifie qu'ils peuvent en principe être employés sans restriction – de la rediffusion à l'évaluation automatisée. Bien entendu, les chercheuses et chercheurs doivent être cités en tant qu'auteurs et la modification des contenus doit être reconnaissable.

Changement d'instruments du FNS

Dès 2025, le FNS se concentrera davantage sur l'encouragement des projets de recherche et les carrières au niveau postdoctoral. En raison notamment de perspectives financières incertaines, il renoncera à certains instruments actuels, dont Doc.CH, MD-PhD, Practice-to-Science et R'Equip. Ces mesures concernent tous les domaines de recherche. Les économies réalisées, plus de 100 millions de francs, serviront à améliorer la situation des personnes soutenues par le FNS et à augmenter les salaires des doctorantes et des doctorants participant aux projets. Cette somme pourra aussi financer d'excellents projets qui, sinon, n'auraient pas pu l'être, vu la forte demande de moyens, en hausse de 5% par an.

173 millions pour des mesures transitoires

En 2022, le FNS a investi 910 millions de francs dans de nouveaux projets, des bourses et des publications de ses instruments d'encouragement réguliers. Et il a consacré 173 millions aux mesures transitoires qui profitent à la relève et aux scientifiques établis en Suisse, exclus du programme-cadre Horizon Europe. A fin 2022, pas moins de 5500 projets soutenus par le FNS étaient en cours, avec plus de 20 000 chercheuses et chercheurs des hautes écoles et d'autres institutions. La plupart des projets durent plusieurs années. Vous trouverez d'autres chiffres clés sur le portail de données du FNS: data.snf.ch

Partenariat avec AcademiaNet



Dès cette année, les Académies suisses des sciences sont partenaires d'AcademiaNet, une base de données internationale contenant les profils de scientifiques de premier plan. En leur qualité d'organisation partenaire, les Académies nomment pour cela les membres féminins de la Jeune Académie Suisse (JAS) ainsi que les lauréates du prix Stern-Gattiker et du prix Robert-Bing des Académies suisses des sciences médicales (ASSM). AcademiaNet est soutenue par des organisations renommées de toute l'Europe. L'objectif est d'établir un réseau de scientifiques et d'accroître leur visibilité. Depuis 2020, AcademiaNet est rattachée au FNS. www.academia-net.org

Planification anticipée de la santé



La pandémie a poussé les gens à penser aux traitements de médecine intensive et à considérer leurs souhaits y relatifs. La votation sur le principe du consentement explicite a aussi été l'occasion de réfléchir à titre personnel au don d'organe. Ces thèmes font partie du projet de soins anticipés (ProSA), comme la question de savoir comment et où une personne souhaite être soignée et prise en charge après un accident grave, une attaque cérébrale, une infirmité ou une démence. Les ProSA sont facultatifs, mais doivent être accessibles et compréhensibles pour tous. Ici existe un potentiel d'amélioration. Un groupe de travail dirigé par les Académies suisses des sciences médicales (ASSM) et l'Office fédéral de la santé publique a donc formulé douze recommandations afin d'établir le ProSA dans le quotidien. samw.ch/gvp

Horizons 136, dossier
«Recherche aux confins
du cerveau»

Un petit jeu de mots

Le dossier est passionnant, au point qu'on risque de se laisser prendre à une sorte de cerveau-centrisme. C'est pourquoi je me suis amusé à un exercice critique en inversant les mots de la première phrase du titre donné à ce dossier. La phrase devient alors: «Le cerveau se joue dans tout l'être», au lieu de «Tout l'être se joue dans le cerveau». Vieux débat, encore d'actualité?

Jean Brun, Chêne-Bougeries

Horizons 136, p. 51,
«Faut-il stopper la croissance
de la population?»

**De nouvelles approches
sont nécessaires**

L'un des moyens de limiter la croissance démographique est de trouver de nouvelles méthodes contraceptives. La recherche sur la contraception masculine réversible mérite de faire un come-back. La Suisse, siège de l'OMS, pourrait par exemple organiser une conférence sur l'état de la recherche et les perspectives. D'un autre côté, la médecine pourrait passer d'une approche principalement axée sur la longévité à un principe d'accompagnement de la vieillesse. Des jeux de données tels que ceux

des assurances maladie, jusqu'ici peu utilisés, pourraient livrer des informations sur les processus décisionnels qui ont déjà eu lieu – bien entendu avec la protection des données correspondante. Ce que nous avons fait jusqu'à présent a atteint ses limites. Nous le constatons par exemple actuellement en nous promenant le long du lit de gravier émergé du Rhin ou de la Reuss.

Signid Eckardstein, Kilchberg, gynécologue et andrologue retraitée

Prosperité sans croissance

Votre intéressant débat sur la surpopulation pourrait être complété par la question de la surconsommation. En effet, il existe de très grandes inégalités entre les pays: leur impact écologique (bien que souvent délocalisé) augmente fortement avec leur richesse. Ainsi, ce sont d'abord les flux de matière et d'énergie qui devraient être contrôlés. Il serait utile de produire davantage de recherches sur les manières de parvenir à un

équilibre (économie, population, ressources, etc.) qui permettrait de répondre aux besoins humains fondamentaux sans outrepasser les limites planétaires.

Luc Lebon, Lausanne, biologiste

Faites-nous part de votre avis!

Vous souhaitez réagir à un article? Nous nous réjouissons de votre commentaire par courriel à redaction@revue-horizons.ch ou sur Twitter [@horizons_fr](https://twitter.com/horizons_fr).
Courrier des lecteurs à envoyer jusqu'au 30 juin 2023 au plus tard.

**La science donne
des arguments
Recommandez Horizons!**

**Horizons rend compte du paysage de la recherche
suisse quatre fois par an. Abonnez-vous gratuitement
ou offrez un abonnement à vos amies et amis.**

Avez-vous une nouvelle adresse ou des questions au sujet de votre abonnement? Dès lors, veuillez vous adresser à abo@revue-horizons.ch



**Vous pouvez vous
abonner à l'édition
papier ici:**

revue-horizons.ch/abo



Horizons
Le magazine suisse de la recherche paraît quatre fois par an en français et en allemand. La version en ligne paraît également en anglais.
36e année, no 137, Juin 2023.

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

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

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

Rédaction
Florian Fisch (ff), codirection
Judith Hochstrasser (jho), codirection
Astrid Tomczak-Plewka (ato)
Elise Frioud (ef)
Yvonne Vahlensieck (yv)
Ellen Weigand (ew, édition française)

Graphisme, rédaction photo
Bodara GmbH,
Büro für Gebrauchsgrafik
13 Photo AG

Traduction
Olivier Huether
Magali Zublin

Correction
Samira Payot

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 de la recherche scientifique encourage sur mandat de la Confédération la recherche dans toutes les disciplines scientifiques. Il investit chaque année environ 1 milliard de francs. Actuellement, plus de 5600 projets sont en cours, avec la participation de près de 20 000 scientifiques. Le FNS est ainsi le principal promoteur de la recherche en Suisse.

Les Académies suisses des sciences s'engagent sur mandat de la Confédération en faveur d'un dialogue équitable

entre la science et la société. Elles représentent la science de manière interinstitutionnelle et interdisciplinaire. Elles ont accès à l'expertise de quelque 100 000 scientifiques.

Impression, lithographie et gestion des adresses
Stämpfli SA, Berne et Zurich

Impression climatique-ment neutre,
myclimate.org

Papier: Lesbebo Rough White, Magno Star

Typographie: Caslon Doric, Sole Serif

Tirage
14 000 français
30 000 allemand

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

Les articles ne reflètent pas forcément les points de vue des éditeurs.

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

Les gouvernements devraient-ils avoir leur mot à dire dans la nomination des rectorats?

OUI Les universités ne doivent pas être déconnectées de leur autorité de tutelle politique et cela ne représente pas une entrave à leur liberté académique.

C'est une évidence que de l'énoncer, les universités et écoles polytechniques sont essentielles à la formation, à la diffusion du savoir et au rayonnement de notre pays. En plus d'être des institutions fondamentales pour notre cohésion et notre prospérité, elles pointent en tête dans les classements académiques internationaux, en particulier dans les domaines scientifiques, chacune cultivant ses spécificités. Avec la croissance du nombre d'étudiantes et étudiants, les universités suisses constituent désormais de véritables communautés. A titre d'exemple, à l'Université de Genève, 25 000 personnes travaillent,

enseignent ou étudient, ce qui exige une organisation et une gestion diligentes de l'institution pour prévenir les problèmes financiers, de ressources humaines, de communication ou encore pour accompagner les vifs débats de société qui animent régulièrement la vie de la haute école.

Le respect absolu de la liberté académique est intrinsèque à nos universités. Ainsi, acquérir, développer et transmettre le savoir par la recherche, l'enseignement, l'étude, le débat, la production, la création ou les publications sont les missions du monde académique. Cette liberté doit impliquer l'autonomie des hautes écoles. Or, cette autonomie n'est pas synonyme d'indépendance. L'université s'inscrit dans une réalité géographique, administrative et politique. A ce titre, l'autorité de tutelle politique doit pouvoir définir le cadre de cette autonomie, par une loi ou des statuts. Cette surveillance poli-

tique se matérialise de fait aussi dans l'approbation des états financiers et des rapports de gestion. Si le choix d'un recteur est par principe laissé aux organes dirigeants de l'université, il est important que le gouvernement cantonal puisse intervenir en invalidant un choix qu'il jugerait contraire aux intérêts de l'université. Le Conseil d'Etat a la responsabilité d'assurer la surveillance de toutes les entités qui dépendent de l'Etat et celle-ci doit pouvoir être exercée, à titre exceptionnel, aussi dans le cadre de la nomination d'un recteur.

NON Une intervention externe dans la nomination de la direction d'une université est une conception dépassée des mécanismes de la responsabilité. Les responsabilités des universités face aux pouvoirs publics et à la société prennent des formes toujours plus variées, notamment parce que leurs missions s'accroissent.

En Europe, les universités choisissent leurs rectrices de diverses façons, par voie d'élection ou de nomination, mais toujours via une procédure interne. Parfois, une autorité externe valide le choix. Mais cette procédure est surtout formelle et les refus des ministères sont l'exception. A noter que les changements des dernières années vont dans le sens d'une moindre implication des pouvoirs publics, voire de leur exclusion de la sélection, leur implication étant considérée comme de l'interventionnisme. La relation entre universités et gouvernements en tant que régulateurs et sources de financement de l'enseignement supérieur public est cruciale et multiforme. L'importance de la contribution des universités à la concrétisation des objectifs politiques et au progrès sociétal et économique est toujours mieux reconnue. D'un côté, les pouvoirs publics peuvent recourir à une large palette d'instruments pour orienter ce secteur vers la réalisation de ces objectifs. De l'autre, c'est la communauté universitaire et son choix qui doivent conférer sa légitimité à la responsable exécutive. Ce choix s'inscrit dans un ensemble plus large de paramètres permettant aux universités d'agir comme acteurs stratégiques plutôt que comme instruments politiques. Dès lors, il est essentiel d'avoir une réflexion approfondie sur les modèles de gouvernance pour s'assurer que leur configuration réponde aux intérêts et facettes de la communauté universitaire et de son écosystème. En Europe, il est courant que les pouvoirs publics y jouent un rôle en proposant ou en nommant certains membres des organes dirigeants. On peut le considérer comme une implication légitime. Mais le choix de la rectrice est l'affaire de l'université; toute autre solution serait une forme obsolète de paternalisme gouvernemental.



Photo: maïd

«La nomination par la communauté garantit que les universités ne sont pas seulement un vecteur de la politique.»

Enora Bennetot Pruvot, directrice adjointe de l'Association des universités européennes (EUA), est responsable de la mise en œuvre de la politique de l'EUA en matière de gouvernance et de financement des universités.



Photo: maïd

«La participation à la politique n'entrave pas la liberté académique.»

Alexandre de Senarclens est avocat associé d'une étude à Genève. Il est député PLR au Grand Conseil de Genève depuis 2015.

«Contrairement aux êtres humains, les ordinateurs ont besoin d'énormément de données. A un enfant, je montre une seule fois une poussette de poupée et, dès lors, il la reconnaît.»