

# Horizons

Le magazine suisse de la recherche

146 Septembre 2025

A la chasse aux images  
et au savoir Page 14

# Le visuel élève l'esprit



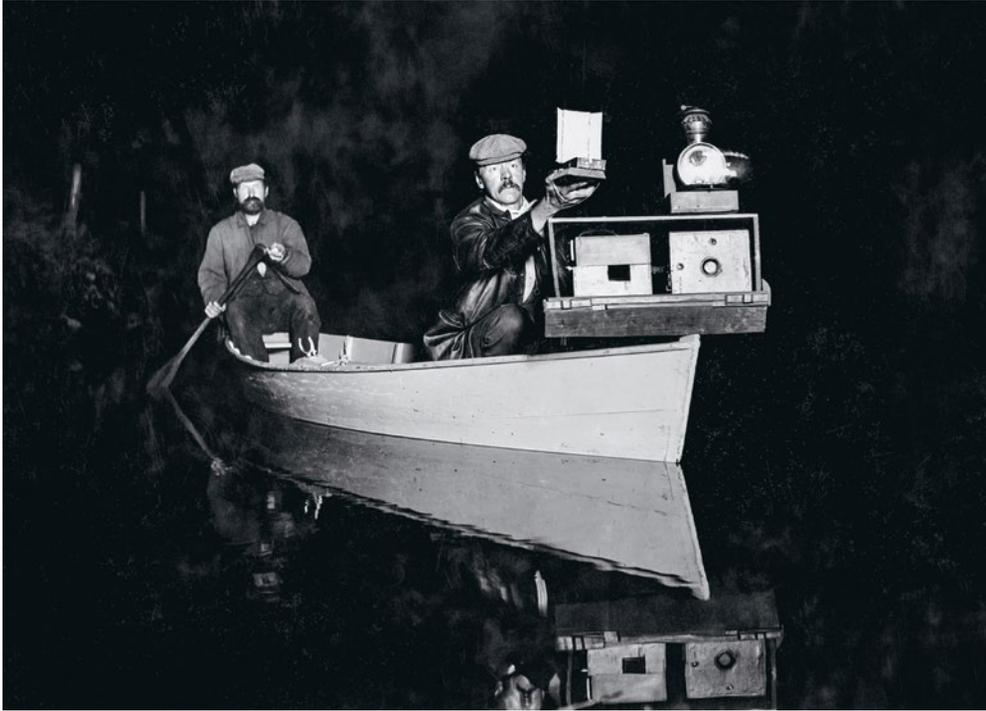
Florian Fisch  
Codirecteur de la  
rédaction d'Horizons

«Quel effet cela fait-il d'être une chauve-souris?» se demandait Thomas Nagel, professeur de philosophie à l'Université de New York, dans un article de 1974. Il voulait montrer qu'il nous est impossible de percevoir le monde à la façon d'un mammifère volant. Cette expérience de pensée nous invite, malgré tout, à essayer; à entendre au lieu de voir. Je n'arrive pas vraiment à me le représenter. Je ne peux même pas imaginer comment une personne aveugle perçoit le monde – et avoir mangé dans l'obscurité au restaurant Blinde Kuh n'y a rien changé. Apparemment, le cortex visuel peut fournir une orientation spatiale sans information visuelle, ai-je appris dans notre Dossier en page 21, qui précise que la vue transmet les données de la manière la plus fiable, à défaut d'être la plus rapide.

Il n'est donc pas surprenant que la science moderne mise sur la visualisation. «Figure 1», «Table 2» et «Schéma 3» sont désormais des éléments centraux de la plupart des publications. Des graphiques servent à comparer divers aspects, même lorsqu'il s'agit d'autres perceptions sensorielles telles que les sons ou la douleur. D'innombrables technologies fournissent aux scientifiques les images nécessaires à leurs travaux, quel que soit leur champ d'intérêt. Elles sont présentées en pages 15 à 20. Obtenir ces clichés nécessite le plus souvent l'aide de spécialistes, à qui sont consacrées les pages 25 à 27.

Mais les visualisations peuvent aussi donner un faux sentiment de sécurité. Tout comme le cerveau compose une image du monde à partir de perceptions sensorielles incomplètes, la science construit ses théories sur la base d'informations partielles. Des biais se glissent inévitablement dans l'interprétation des données. Et le risque qu'un résultat scientifique, une fois présenté au public, ne soit interprété autrement que prévu. Les trois images emblématiques en pages 22 à 24 racontent de tels malentendus.

Cela ne devrait nullement empêcher les gens de plonger leur regard au plus profond du monde, que ce soit dans la recherche ou ailleurs. Tout en gardant à l'esprit ce que disait le Prix Nobel suisse Jacques Dubochet au sujet de la microscopie électronique: «Elle élargit le monde que nous construisons dans notre esprit.»



Dossier: Voir pour savoir

16 [Techniques révolutionnaires](#)  
Ce qui a rendu possible de voir  
l'infiniment petit et le gigantesque

21 [La vue ne suffit pas](#)  
Pour s'orienter, le cerveau  
jingle avec tous nos sens

22 [La science visualisée](#)  
Ces images iconiques  
qui restent inoubliables

25 [Pros de l'image haut de gamme](#)  
Trois spécialistes  
qui ont toujours l'œil

A gauche: George Shiras fut le premier à chasser les animaux la nuit avec des flashes et pièges photo, comme cette image capturée en 1893 depuis un canoë. En couverture: cerfs de Virginie en fuite – raison inconnue. Date inconnue Photos: George Shiras

4 [En image](#)  
Des œufs de Pâques pêchés au lac

6 [Nouvelles de politique scientifique](#)  
Quand le jargon dissimule,  
la recherche secrète indigne et  
la disruption détruit les marchés

10 [Actualités de la recherche](#)  
Une thérapie anti-anxiété  
prometteuse, la récolte sensée de  
plastique et des girafes protégées

13 [Comment ça marche?](#)  
La pile ultra-mince

28 [Reportage](#)  
En haute altitude pour sonder les  
profondeurs du pergélisol en dégel



32 [Action de sauvetage de données](#)  
Pour la préservation des faits  
et des études scientifiques

34 [Textiles comme armes à tout faire](#)  
Pulls producteurs d'électricité  
et vestes de camouflage

36 [Une personne vaut 7,4 millions](#)  
Comment évaluer les vies  
humaines dans le trafic ou à l'armée

38 [Comment va la science?](#)  
Une recherche moins libre  
inspire souvent plus confiance

42 [Se préparer au prochain virus](#)  
La troupe d'intervention rapide est  
prête en cas de nouvelle pandémie

44 [La clandestinité des plus jeunes](#)  
Comment les enfants de migrants  
ont dû être cachés en Suisse

45 [Mannequins pour un climat agréable](#)  
Afin que tout le monde au bureau  
ait suffisamment chaud ou froid

46 [Portrait](#)  
Stéphane Boutin fait du binge-  
watching pour la littérature



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

51 [Débat](#)  
Le nouvel accélérateur  
de particules du CERN  
est-il bénéfique pour la Suisse?

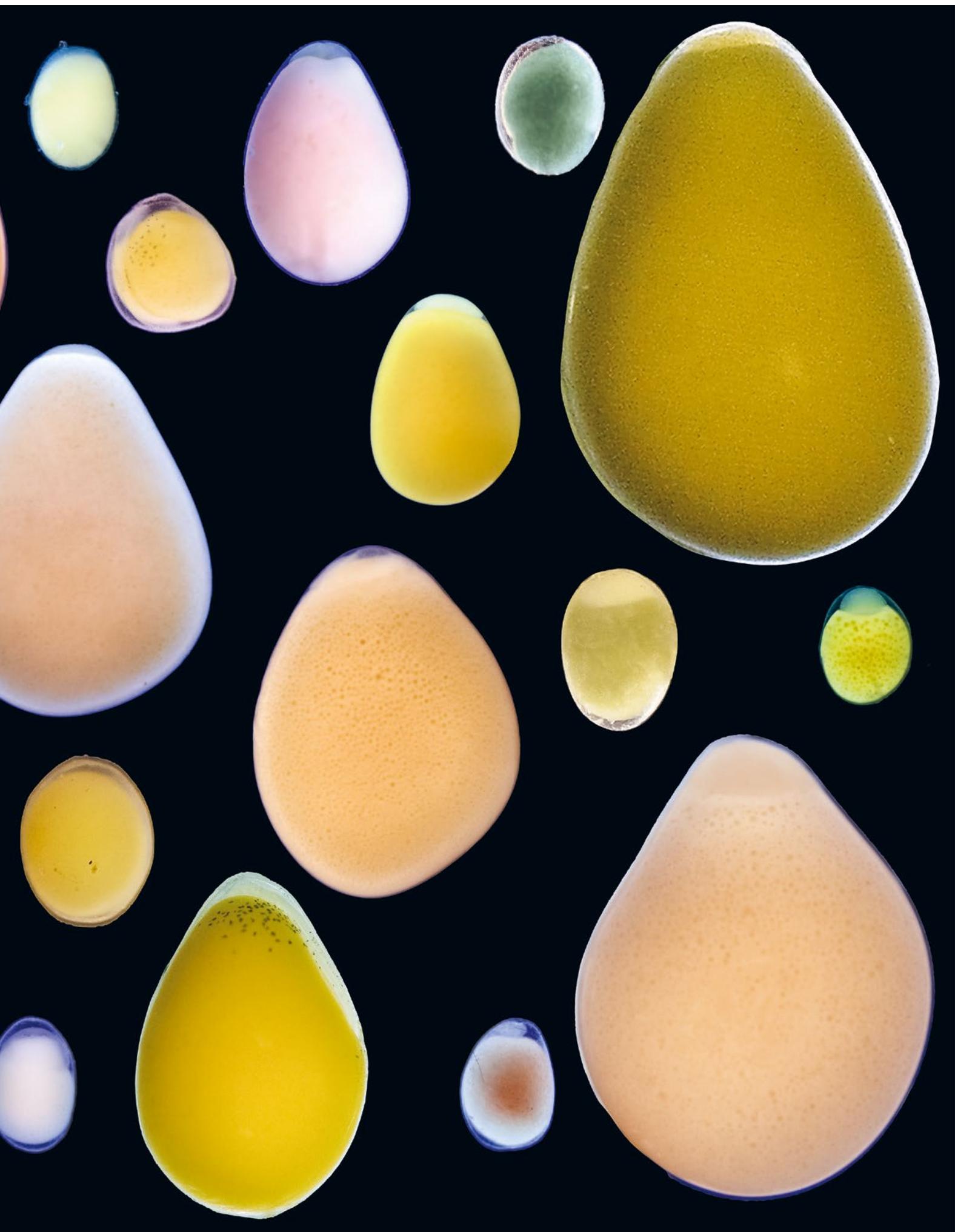
## La valse des œufs non éclos

Le «kaléidoscope de la biodiversité», signé Grégoire Vernaz et Anja Haefeli de l'Université de Bâle, ressemble à une carte de vœux de Pâques. On y voit des œufs de cichlidés du lac Tanganyika (Afrique de l'Est) où plus de 241 espèces différentes se sont développées au cours des 9,7 derniers millions d'années. «Les œufs sont comme une fenêtre sur l'évolution: dès le début du développement, ils affichent des différences qui déboucheront plus tard sur de nouvelles espèces, note Grégoire Vernaz. Nous avons été très surpris de constater le degré de diversité des œufs, tant en termes de couleur que de forme et de taille, même chez des espèces étroitement apparentées.» Et le travail de terrain en Tanzanie et en Zambie ne s'est pas fait sans quelques frayeurs: «Nous avons vu un rocher couvert d'œufs lors d'une plongée et, soudain, un énorme poisson s'est dirigé droit vers nous, tel un prédateur.» Les scientifiques ont néanmoins pu prélever des échantillons, et les examiner dans leur laboratoire sur site. Préparer des œufs aussi «frais» que possible a exigé des mesures exceptionnelles. «Beaucoup d'espèces ont atteint le stade de développement qui nous intéressait en pleine nuit. Il m'est arrivé d'être encore au travail à 2 heures du matin», se souvient Anja Haefeli.

La longueur des œufs sur l'image varie entre 1,1 et 6 mm. «Nous les avons photographiés à un stade de développement très précoce, dans les trois jours après la fécondation», note Grégoire Vernaz. La composition s'inspire de représentations emblématiques de plusieurs œufs d'oiseaux de l'histoire des dessins naturalistes. «Nous voulions nous en rapprocher.» Même les scientifiques ignorent pourquoi les enveloppes sont si colorées. Un véritable mystère. Cela peut être dû à l'alimentation des poissons ou au camouflage leur permettant de rester invisibles sur le fond dans leurs environnements respectifs. En tout cas, une chose est sûre pour le chercheur: «Ces poissons ne sont pas uniquement beaux, ils sont aussi de parfaits ambassadeurs des processus évolutifs et de la protection des écosystèmes fragiles.»

Astrid Tomczak-Plewka (texte),  
Grégoire Vernaz (image)





Pris au vol

«Avant Trump, le peer-review reposait sur le mérite et l'impact. Maintenant, c'est comme jouer aux dés, car quelqu'un au DOGE a le dernier mot.»

Photo: iStock



**Des employés anonymes** de la NSF, la plus grande agence publique d'encouragement de la recherche, ont révélé des faits internes au Guardian britannique. Ils notent qu'il est certes normal que les nouvelles directions changent leurs priorités, mais que ce qui se passe actuellement est **sans précédent dans l'histoire**. Des agents du Ministère de l'efficacité gouvernementale DOGE examinent désormais les demandes. Les détails exacts de cette mesure supplémentaire seraient opaques, selon un responsable du programme, et **les conséquences seraient désastreuses**. *jho*

## Le jargon cache le trivial

«Nous avons observé que l'utilisation de jargon peut renforcer l'illusion de comprendre», écrit sur Bluesky Tania Lombrozo, psychologue à l'Université de Princeton. L'article qu'elle a publié avec son doctorant dans Nature Human Behaviour décrit ses travaux sur l'influence du langage peu accessible souvent utilisé entre spécialistes. Résultat: les termes techniques rendent certes une explication moins compréhensible, mais peuvent aussi réussir à dissimuler des banalités et des raisonnements circulaires. Ce qui donne paradoxalement – de prime abord – l'impression d'une explication plus claire.

Les scientifiques ont présenté diverses explications scientifiques à près de 6700 personnes en leur demandant d'évaluer à quel point celles-ci étaient compréhensibles, satisfaisantes ou lacunaires. Par exemple sous forme d'un post sur les réseaux sociaux: «As-tu déjà vu que croquer un bonbon peut produire des éclairs de lumière? Cela se produit parce que de la lumière visible est générée lorsque les plotènes des bonbons sont broyées.» Ce raisonnement circu-

laire était agrémenté du terme «plotènes», d'apparence technique, mais inventé de toutes pièces.

L'étude montre que le jargon peut dissimuler en partie les lacunes d'un raisonnement, qu'il soit vrai ou faux. Mais l'effet ne tenait pas lorsqu'on posait des questions complémentaires aux participants ou qu'on leur demandait de donner leur propre explication: ils s'apercevaient alors qu'ils n'avaient en réalité pas compris ce qu'ils avaient lu et réévaluaient leur jugement à la baisse. «Nos résultats permettent de concilier des conclusions apparemment contradictoires issues de travaux antérieurs», notent les deux scientifiques.

Sur le réseau Bluesky, certains conviennent que le recours au vocabulaire médical en latin ou grec n'implique pas forcément que le médecin comprend la maladie. Ou que les termes juridiques complexes utilisés au tribunal peuvent convaincre davantage le jury. Tania Lombrozo n'estime pourtant pas que les profanes devraient toujours se méfier du jargon: «C'est un bon indice de compétence dans de nombreux cas.» *ff*

Explication satisfaisante par des termes techniques inventés.



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

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

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



# «La modération de Reddit se voit comme gardienne»

Des scientifiques de l'Université de Zurich ont mené une expérience d'IA sur Reddit. Dans le subreddit «Change My View», les gens tentent mutuellement de se faire changer d'avis. Une IA y a été trois à six fois meilleure que des humains. Bluffant, sauf que le groupe de recherche n'avait informé de l'étude ni l'entreprise, ni les modérateurs, ni les utilisateurs. Cela a soulevé un tollé. Samia Hurst, bioéthicienne à l'Université de Genève, explique.

## Samia Hurst, comprenez-vous ce tollé?

Oui. Les gens n'ont pas été invités à donner leur accord. Tout le monde sait aujourd'hui que participer à une enquête, c'est rendre service à la science. Et que même si les risques sont minimes, on doit en être informé. Dans cet exemple, il y a un risque d'humiliation. Ou un message de l'IA pourrait réveiller des choses pénibles. Une étude à faible risque ne comporte que le type de risques auxquels vous êtes confronté au quotidien.

## Les scientifiques doivent-ils toujours demander le consentement?

En psychologie ou en sociologie, il y a des exceptions s'il n'existe pas d'autre méthode scientifique pour étudier la question. Ce serait la prochaine case que j'aurais cochée si j'avais fait partie de la commission d'éthique: existe-t-il une autre possibilité?

## Mais seulement si le gain de savoir potentiel est assez important?



Samia Hurst fait partie de la Commission nationale d'éthique en médecine humaine.

Oui. Ce serait la troisième case. Et il y en a d'autres encore: les scientifiques doivent aviser un ou une participante au plus tôt de la réalisation d'une étude sans leur aval et du pourquoi. Et ils doivent lui donner la possibilité de refuser l'utilisation de ses données. C'est le post-traitement nécessaire.

## Et l'information des modératrices et modérateurs de Reddit?

C'est encore un tout autre niveau. Le consentement de l'autorité d'une communauté est par exemple essentiel pour y mener des recherches. Cette règle initialement prévue pour les communautés rurales s'applique aussi aux études menées en contexte scolaire, par exemple. Vous ne pouvez pas arriver à l'improviste et interroger les enfants, mais devez avoir le feu vert préalable de la direction de l'école. Les deux cas portent sur des structures communautaires avec des gens qui protègent un espace. C'est ainsi que les scientifiques auraient dû traiter la modération de Reddit. Celle-ci se considère comme la gardienne de la communauté. A juste titre. Elle a accepté une mission et fait respecter les règles.

## L'IA s'est, entre autres, fait passer pour une thérapeute spécialisée dans les traumatismes.

Ce point aurait probablement fait sortir l'étude de la catégorie «à faible risque». Personne ne parle de son vécu traumatique dans sa vie au quotidien.

## Qu'auriez-vous décidé si vous aviez contrôlé l'étude en commission d'éthique?

C'est compliqué par après. Je sais maintenant des choses que j'ignorais avant. J'aurais exigé l'aval des modérateurs. Et que les participants puissent se retirer de l'étude après coup. Mais je n'aurais peut-être pas prévu que l'IA prétende être spécialiste en traumatismes. *jho*

Photo: Salvatore Di Nolfi/Keystone



La blockchain devrait tout arranger selon le mouvement Desci. Photo: mäd

## Ils rêvent de cryptos pour la science

Les problèmes structurels de la recherche sont bien connus: des processus lents, des éditeurs qui monopolisent la littérature et de nombreuses découvertes qui échouent dans la pratique. Une nouvelle solution magique est là: la «science décentralisée», ou Desci. «Le mouvement désire se libérer des limites des infrastructures académiques et permettre aux scientifiques de mener leurs travaux de façon indépendante à l'aide de financements en cryptomonnaie», écrit la fondation Nano qui a lancé une devise virtuelle.

Les conférences organisées en 2025 dans les villes de Londres, Berlin et Dubaï portent avant tout sur des investissements dans des projets qui, plutôt que d'être menés dans une université, pourraient intégrer une blockchain: publications, données de patients, brevets. Reste encore à prouver que cette approche réduit effectivement les problèmes structurels connus. *ff*

## La science doit sauver l'Europe

«Nous devons faire en sorte que l'Europe soit le meilleur endroit sur terre pour la recherche», a prôné Ursula von der Leyen dans une allocution sur le budget du FP 10, le nouveau programme-cadre de l'Union européenne qui verra le jour en 2028. Non seulement pour la recherche fondamentale, mais aussi pour le cycle entier d'innovation: des laboratoires universitaires aux start-up leaders mondiales, également appelées licornes. La revue Science Business a aussi cité l'affirmation de la présidente de la Commission européenne: «Notre budget actuel a été pensé pour un monde qui n'existe plus. Notre prochain budget devra se montrer très réactif.» Christian Ehler du Parti populaire européen abonde dans son sens. «Nous avons appris que nous étions trop lents. Et trop procéduriers.»

Alors qu'ils font tous deux prévaloir la rapidité et une coopération simplifiée avec l'industrie, Gabi Lombardo, directrice de l'Alliance

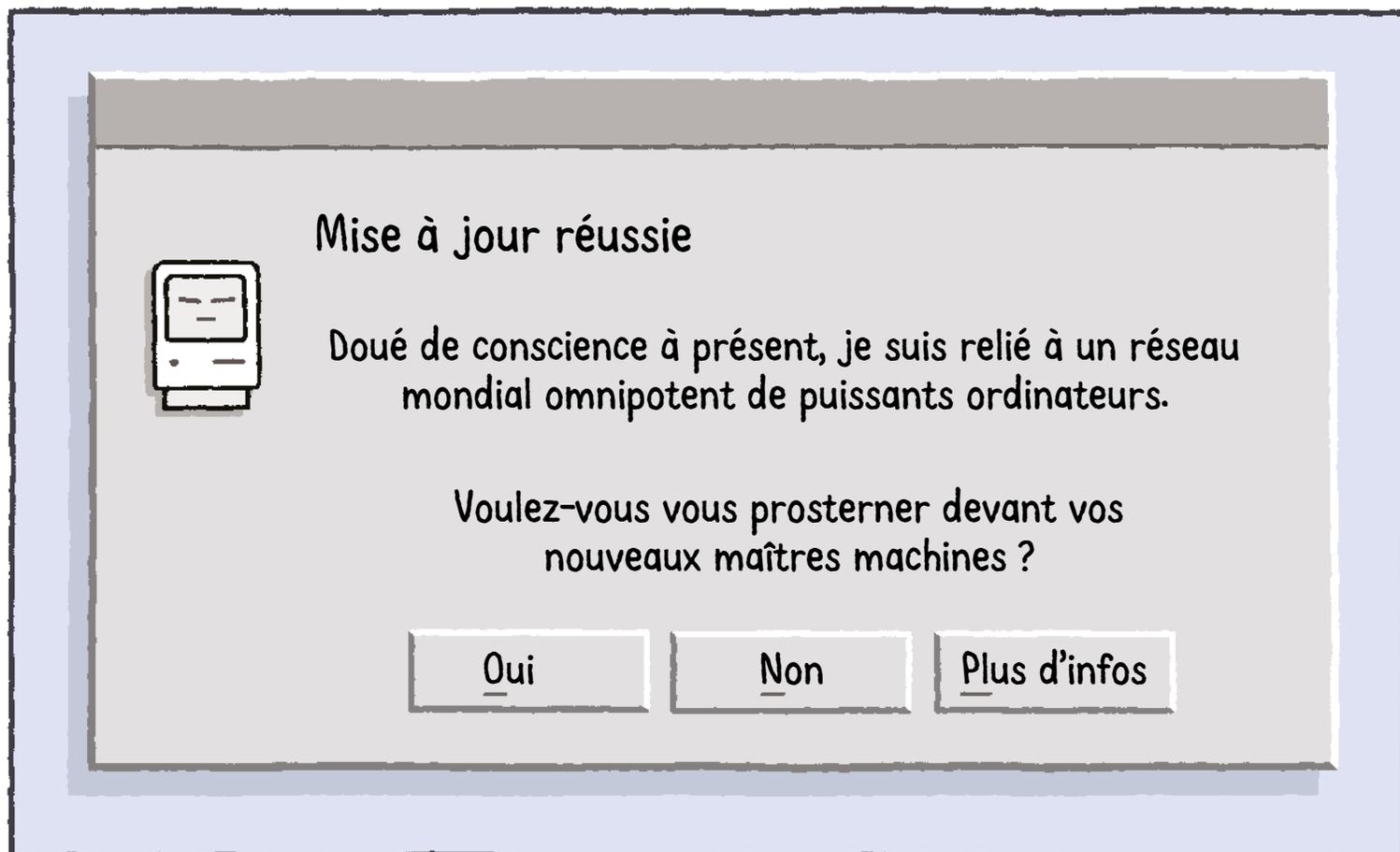
européenne de sciences sociales et humaines, mise sur une autre compétence. Le niveau de vie élevé dont bénéficie actuellement l'Europe repose sur des décennies d'investissements dans les biens publics tels que les soins de santé, l'éducation, la protection sociale et la liberté académique. «Cet héritage est désormais mis à l'épreuve, remarque-t-elle dans Science Business. La réduction des budgets et le durcissement de la rhétorique politique menacent le rôle des sciences sociales et humaines. Nous ne pouvons pas nous le permettre.» Les priorités du FP 10 «Concurrence, défense et démocratie» sont les bonnes, mais elles sont mal abordées.

Le réel problème viendrait du transfert limité des innovations technologiques à la société. «Il est impossible d'en tirer pleinement parti sans comprendre les barrières humaines, culturelles et institutionnelles qui entravent leur adoption», selon Gabi Lombardo. *jho*

## Quand oser la nouveauté est sanctionné

Durant la pandémie de Covid-19, beaucoup de scientifiques **se sont détournés de leur spécialité pour se consacrer au virus**. De nombreux partenariats transdisciplinaires ont alors vu le jour, comme le rapporte la revue Nature. Une étude de l'Université Northwestern d'Evanston a toutefois révélé **l'impact négatif de cette décision sur les carrières**: plus les chercheuses et chercheurs s'éloignent de leur domaine d'origine, moins leur travail est cité. L'équipe a analysé des millions d'articles scientifiques et parle d'un changement de direction sanctionné («pivot penalty»). Le phénomène pourrait toutefois être atténué si les scientifiques publiaient les papiers issus du nouveau domaine transdisciplinaire **dans une revue où ils ont déjà publié**. «Le monde a besoin de chercheurs et chercheuses qui osent aussi parfois sortir de leur champ d'expertise», estime Nature. *jho*

Insolite





## «Les efforts pour rapprocher science et politique ne sont pas valorisés»

Abishek S. Narayan

Un nombre croissant de jeunes scientifiques – moi y compris – souhaitent combler le fossé entre science et politique. Ils sont persuadés de l'importance de faire progresser les connaissances pour elles-mêmes, mais ont également la conviction que leurs travaux peuvent et doivent avoir des impacts tangibles. Ces talents sont naturellement attirés vers la Suisse, lieu de convergence de la diplomatie scientifique, de la gouvernance multilatérale et d'entreprises multinationales. Des institutions telles que le CERN, l'Interface science-politique de Genève, le Geneva Science and Diplomacy Anticipator (Gesda) et Swissnex contribuent à créer un écosystème unique de réseaux internationaux dans les domaines de l'éducation, de la recherche et de l'innovation. L'afflux de jeunes talents des quatre coins du monde permet à la Suisse de rester à la pointe de l'innovation.

Mais ces jeunes scientifiques ont peu d'occasions de s'engager à l'interface de la science et de la société, malgré les stratégies institutionnelles de haut niveau à ce sujet. Et les efforts pour rapprocher science et politique ne sont pas activement reconnus dans les évaluations académiques: ils sont souvent considérés comme un plus, mais sans être valorisés. Au lieu de n'être que la cerise sur le gâteau, ils devraient devenir le gâteau lui-même.

La Suisse profiterait de la promotion du transfert des connaissances scientifiques vers la société civile, d'une évaluation holistique des carrières scientifiques lors de demandes de financement ou lors de recrutements, et de prix honorant ce type de contributions. Les jeunes scientifiques quittant l'université ne trouvent que peu d'emplois disponibles. Les institutions académiques devraient s'engager plus et créer des postes tels que courtiers en connaissances, référents des liens entre science et politique, spécialistes du transfert de technologie et responsables de projets transdisciplinaires, plutôt que de s'attendre à ce que ces responsabilités soient absorbées dans les métiers traditionnels de la recherche.

**Abishek S. Narayan** fait de la recherche sur la gestion de l'eau à l'Eawag à Dübendorf. Il est membre de la Jeune Académie Suisse.

# 45533

**doctorats en sciences naturelles et en ingénierie** ont été délivrés aux Etats-Unis en 2023, selon le National Center for Science and Engineering Statistics. Ce nombre historique pourrait ne plus être atteint de sitôt. En raison de restrictions budgétaires, de nombreuses universités ont réduit leurs programmes correspondants. Cela semble supportable pour le secteur académique, qui n'offre de perspective d'emploi fixe qu'à 11% des titulaires d'un doctorat – du moins en sciences informatiques, selon le magazine Undark. Mais pour Donna Ginther, professeure d'économie à l'Université du Kansas, **l'avenir de l'industrie est sombre**: «Cela va affecter la future croissance économique.» ff

## Disruption

C'est le livre «The Innovator's Dilemma» de Clayton M. Christensen de la Harvard Business School qui a popularisé le concept de technologie disruptive. Il pensait alors à **la mémoire flash qui allait remplacer les disques durs en rotation**. Le terme est devenu si populaire que «de nombreux leaders de l'économie en sont venus à considérer la disruption comme presque synonyme d'innovation», écrivent dans un blog Chan Kim et Renée Mauborgne de la Business School française Insead.

Un exemple illustre bien le problème typique: Uber a détrôné les compagnies de taxis traditionnelles du marché et affaibli les droits des conductrices et conducteurs. Pour les deux spécialistes, **la disruption détruit des marchés et des industries, et ainsi des emplois et des communautés**. Ils proposent une stratégie pour créer de nouveaux marchés au lieu de démanteler les anciens. Des scientifiques du Centre finlandais de l'environnement SYKE voient au contraire le **remplacement de ce qui est vieux et nuisible par ce qui est neuf et durable comme une chance**. Ils écrivaient en 2021 dans un article: «Nous soutenons que la disruption peut avoir de la valeur au vu de l'urgence croissante des transitions.» ff

## Des poissons qui échangent des gènes

On sait que les bactéries échangent des gènes entre elles. L'ADN étranger diversifie le patrimoine génétique, créant ainsi un avantage de survie. Il était moins connu que ce transfert génétique horizontal existe aussi chez les vertébrés. Des scientifiques des universités de Bâle et de Paris-Saclay viennent de le démontrer pour la première fois chez des poissons à nageoires rayonnées – la classe dont font partie plus de 95% des espèces vivantes de poissons.

L'équipe a examiné plus de 240 espèces et trouvé 17 gènes transférés. «La proportion de gènes échangés horizontalement est certes faible. Elle n'en est pas moins très intéressante», note Maxime Policarpo, premier auteur. Bien que l'on connaisse divers mécanismes de transfert chez les bactéries, les poissons ne se prêtent qu'aux hypothèses. L'une d'elles: les œufs étant fécondés à l'extérieur du corps, les spermatozoïdes pourraient absorber de l'ADN étranger sur leur chemin vers les œufs.



De l'ADN étranger pourrait améliorer le système immunitaire de larves de saumon.

Mais quel est l'intérêt du transfert horizontal? La question se pose d'autant plus que la reproduction de cette classe de poissons est sexuée, ce qui favorise leur diversification génétique. L'étude montre que plusieurs de ces gènes jouent un rôle dans la défense immunitaire – l'échange pourrait rendre les poissons plus résistants. «Les nouveaux gènes doivent apporter un gain immédiat à une espèce», note Maxime Policarpo. Ce serait le cas avec l'élargissement du répertoire immunitaire. Il veut maintenant étudier si le transfert génétique horizontal existe aussi chez les oiseaux ou les mammifères. *Moana Mika*

Policarpo M et al.: Multiple Horizontal Transfers of Immune Genes Between Distantly Related Teleost Fishes. *Molecular Biology and Evolution* (2025)



Des fragments de fossiles renferment des informations et ressemblent à des pattes.

## Ammonites «pattes de chat»

Des fossiles se présentent parfois uniquement sous la forme de simples petits fragments, ce qui donne du fil à retordre aux paléontologues. Une équipe dirigée par Christian Klug de l'Université de Zurich a rassemblé de tels vestiges d'ammonites et de nautilus, des animaux marins apparentés au calmar. Elle a pu décrire comment ces fragments se sont détachés et ont été transportés pour se retrouver dans différentes couches géologiques.

La partie arrière de leur coquille est constituée de plusieurs chambres remplies de gaz, qui sont responsables de la flottabilité. Celles-ci sont séparées par des cloisons et se remplissent parfois de sédiments lors de la fossilisation. Au fil de millions d'années, cloisons et contenu peuvent se désolidariser de la coquille. C'est ainsi qu'on les retrouve ailleurs. Des fossiles typiques de l'île allemande

de Heligoland en mer du Nord en sont des exemples passionnants, selon le chercheur. L'érosion par les vagues a façonné le contenu sédimentaire de chambres d'ammonites du genre *Crioceratites* et leur a donné une rondeur caractéristique, et leur nom allemand: «Katzenpfoten», qui signifie pattes de chat.

En Amérique du Nord, la tribu des Blackfeet considérait comme sacrées les «pierres de bison», des remplissages de chambres d'ammonites *Baculites*, dont la forme peut rappeler celle d'un bison. De tels fragments sont souvent négligés par les scientifiques, mais «peuvent fournir de précieuses indications sur les processus de formation et de dépôt des fossiles», note Christian Klug. *Simon Koechlin*

C. Klug et al.: Taphonomic and reworking processes isolating cephalopod septa and chamber fillings. *Lethaia* (2025)

## Une thérapie anti-anxiété qui semble agir à long terme

**La thérapie comportementale et cognitive aide en cas de troubles anxieux généralisés.** On ignore encore si l'effet est durable. Organiser des études au long cours sur le sujet n'est pas facile, note la psychologue Greta Helene Probst des universités de Zurich et de Cassel. Son enquête auprès de 93 personnes ayant suivi une thérapie est encourageante: même deux à huit ans après, bien plus de la moitié étaient **durablement libérées des inquiétudes et angoisses** qui caractérisent ce trouble. *yv*

G. H. Probst et al.: Long-term efficacy of cognitive behavioural therapy for generalized anxiety disorder: A 2–8-year follow-up of two randomized controlled trials. *Behaviour Research and Therapy* (2025)

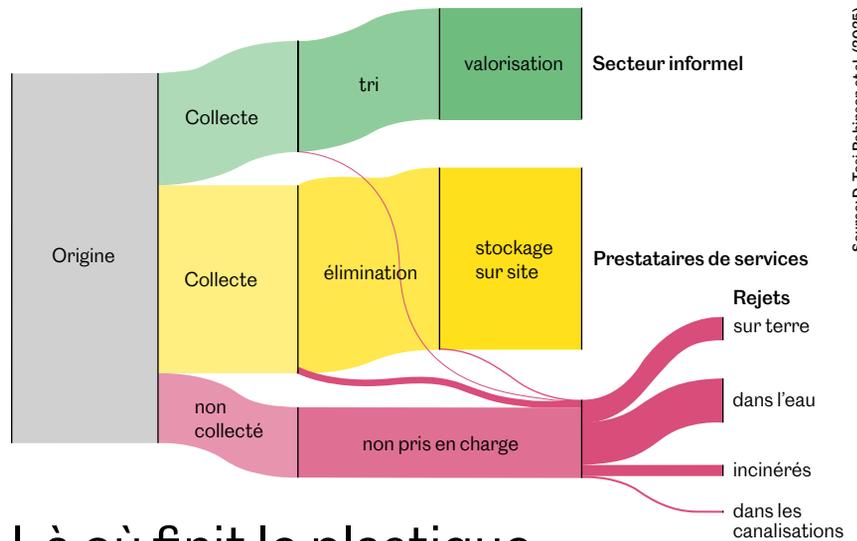
## Trop de dépistages préventifs de cancers chez les seniors

En Suisse, 40% des plus de 75 ans font des **dépistages du cancer de la prostate, du col de l'utérus, du sein ou du côlon** hors recommandations. C'est ce qui ressort d'un sondage auprès d'environ 2000 personnes. «La plupart de ces tests sont probablement inutiles, voire nuisibles», note Frerik Smit, chercheur en santé à l'Université de Fribourg. Les dommages potentiels incluent les effets secondaires de procédures médicales ou un **stress inutile lors de faux positifs**.

Chez les seniors, ces risques l'emportent souvent sur les avantages, telle la réduction du nombre de décès par cancer, du moins selon les directives américaines en matière de dépistage. La Suisse n'a pas de directives uniformes. «La génération plus âgée est habituée à ces dépistages et continue simplement à les faire.» Leurs **médecins peinent à les convaincre d'arrêter**. L'équipe plaide pour plus d'études sur les seniors et le renforcement des recommandations basées sur des données probantes, ainsi que pour la prise de décision individuelle. *yy*

F. Smit et al.: Cancer screening outside of age recommendations: a population-based study. BMC Public Health (2025)

### Point de mire



Source: D. Tosi Robinson et al. (2025)

## Là où finit le plastique

De grandes quantités de plastique finissent dans la mer dans la province de Phu Yen au Vietnam. **Le problème principal: des déchets non collectés** (rouge). C'est ce qu'ont montré les travaux d'une équipe de l'Eawag et de l'Université locale de Phenikaa. Les scientifiques ont étudié la situation sur place et en ont tiré un diagramme de flux des déchets. Les collectes informelles qui **enlèvent les déchets à domicile** et les trient pour le recyclage (vert) sont étonnamment durables. De telles analyses montrent les potentiels d'amélioration régionaux. *ff*

D. Tosi Robinson et al.: Regional land-based plastic leakage into the aquatic environment – Waste Flow Diagram applied to the Phu Yen province, Vietnam. Marine Pollution Bulletin (2025)

## Jeux de stratégie dans les multinationales

«La nationalité d'une entreprise n'est jamais quelque chose d'ontologique, mais est construite et peut aussi être contestée», affirme Sabine Pitteloud, professeure assistante en histoire contemporaine à Unidistance Suisse, à Brigue. Elle a travaillé sur la manière dont les multinationales gèrent leur présence dans des pays en proie aux instabilités politiques avec Pierre-Yves Donzé, professeur en histoire des entreprises à l'Université d'Osaka et professeur invité à l'Université de Fribourg.

Les deux collègues se sont penchés sur le cas de Nestlé en analysant les archives privées de la firme dans 14 pays, dont le Congo belge, l'Inde, le Japon, ou encore la Turquie entre

1950 et 1980. Ils ont pu identifier trois stratégies de ressources humaines déployées. La première consistait à investir dans la formation de managers locaux. «Il s'agissait de s'assurer de l'appui de ces dirigeants en cas de troubles», explique Sabine Pitteloud. La deuxième stratégie relevait du choix de la nationalité des managers, selon le contexte politique. Si le pays hôte entretenait de bonnes relations avec la puissance colonisatrice, la firme capitalisait

sur les liens existants en préférant un dirigeant de cette nationalité.

En revanche, après les vagues d'indépendance, les leaders suisses – dont le pays était vu comme neutre – ont été privilégiés. La der-

nière stratégie a consisté à promouvoir l'expatriation comme un tremplin professionnel afin de constituer un vivier de candidats et candidates. Un cas récent, celui d'un manager russe qui a succédé à un Français à la tête de Nestlé Russie en 2023, laisse à penser que ces stratégies sont toujours en vigueur, conclut l'étude parue en mai dernier.

Pour Sabine Pitteloud, «le retour d'une politisation très forte des relations commerciales, dans le sillage de l'administration américaine, va forcément affecter la manière dont une multinationale choisira ses managers et donc sa façon de se présenter». *Diane Zinsel*

P.-Y. Donzé and S. Pitteloud: International human resource management and political risks: Nestlé in the Global South during the Cold War (1950–1980). Management & Organizational History (2025)



Photo: Manu Friederich

Coupole principale de l'observatoire.

## Espace: traquer les déchets

D'innombrables débris flottent dans l'espace, et leur nombre ne cesse d'augmenter. Des robots pourraient bientôt capturer de grands objets tels que des étages de fusée ou des satellites défectueux. Cela éviterait au moins qu'ils ne se brisent en milliers de petits fragments lors de collisions, note Thomas Schildknecht de l'Université de Berne. Pour les capturer, il est utile de connaître leurs axe et vitesse de rotation. Son équipe développe une méthode de calcul de ces données à l'aide de la réflexion de la lumière solaire par les débris. Pour cela, elle utilise un télescope de l'Observatoire Zimmerwald, près de Berne. *yv*

S. Fiore et al.: A high-level motion control scheme for satellite tracking using optical feedback. 9th European Conference on Space Debris (2025)

## Les eaux usées révèlent médicaments et virus

Les eaux usées d'environ un quart de la population suisse sont régulièrement analysées par l'Eawag afin de détecter certains virus, mais aussi des médicaments. L'analyse combinée montre le lien entre l'apparition de virus respiratoires et le traitement de symptômes tels que la fièvre. Une consommation accrue de médicaments par phases, notamment d'antibiotiques ou d'expectorants, entre 2021 et 2024 a aussi révélé la présence de maladies infectieuses non surveillées dans les eaux usées. «Les données cliniques pointaient vers des rhinovirus ou une flambée de coqueluche», explique Stephan Baumgartner, premier auteur de l'étude. Les analyses donnent un aperçu de la consommation quotidienne effective de médicaments, ce que les seuls chiffres de vente ne permettent pas. *yv*

S. Baumgartner et al.: Insights into respiratory illness at the population level through parallel analysis of pharmaceutical and viral markers in wastewater. Nature Water (2025)

# A l'écrit, le TDAH fait passer les jeunes du «je» au «on»

Détecter les signes d'un trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) dans des récits autobiographiques: c'est l'idée explorée par Juan Barrios et Martin Debbané, chercheurs à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'Université de Genève. «L'analyse de l'écriture, avec un intérêt pour le sens des mots et leur fréquence, est déjà utilisée pour détecter des marqueurs linguistiques dans la dépression ou le stress post-traumatique, explique Juan Barrios. Cette stylométrie sert habituellement à identifier l'auteur d'un texte. Nous avons cherché à savoir si elle permettait également de repérer des marqueurs linguistiques du TDAH chez des adolescents.»

Deux groupes de 24 ados francophones, l'un réunissant des jeunes avec un diagnostic confirmé, l'autre recruté dans la population genevoise, ont été testés. Chaque ado a rédigé trois souvenirs personnels. Leurs textes ont été analysés statistiquement par un algorithme de stylométrie et d'autres techniques de traitement automatique des langues. La forme comptait ici davantage que le fond, avec

une attention particulière portée sur les mots-outils ou sur des suites de caractères.

Un marqueur fort est apparu: l'usage du pronom «on» dans le groupe TDAH, contre «je» chez les témoins. «Cela reflète souvent une posture en retrait qui peut être en lien avec des difficultés à réguler les émotions», observe Juan Barrios, confirmant ce qu'il a constaté durant vingt ans de pratique comme clinicien. Ce marqueur, associé à d'autres mis en évidence par l'étude, a permis des prédictions correctes à des taux allant de 69 à 100%, selon les configurations.

Des résultats prometteurs, mais qui appellent à la prudence: «L'objectif n'est pas de poser un diagnostic avec une IA, mais de fournir un outil utile aux professionnels, en les aidant à prioriser.» Valider la méthode nécessite des études à plus large échelle. Et pour l'adapter à d'autres langues, le modèle devra être testé dans chacune d'elles. *Sophie Roulin*

J. Barrios et al.: Detecting ADHD through natural language processing and stylometric analysis of adolescent narratives. Frontiers in Child and Adolescent Psychiatry (2025)

## Girafes adultes à protéger

Le nombre de girafes massais dans le parc national du Serengeti a fortement diminué ces dernières décennies. Depuis peu, **la population de ces animaux charismatiques se reconstitue lentement**, mais pas dans les sous-groupes vivant en périphérie de la zone protégée. C'est ce que montre une étude internationale de longue haleine, menée par l'Université de Zurich, qui a identifié plus de 1500 girafes grâce aux différents motifs de leur pelage. La **survie des animaux adultes** semble constituer la clé de la croissance et devrait être encouragée de manière ciblée. *yv*

M. L. Bond et al.: Demographic drivers of population dynamics reveal subpopulation-specific conservation needs for giraffes in the Serengeti Ecosystem. The Journal of Wildlife Management (2025)

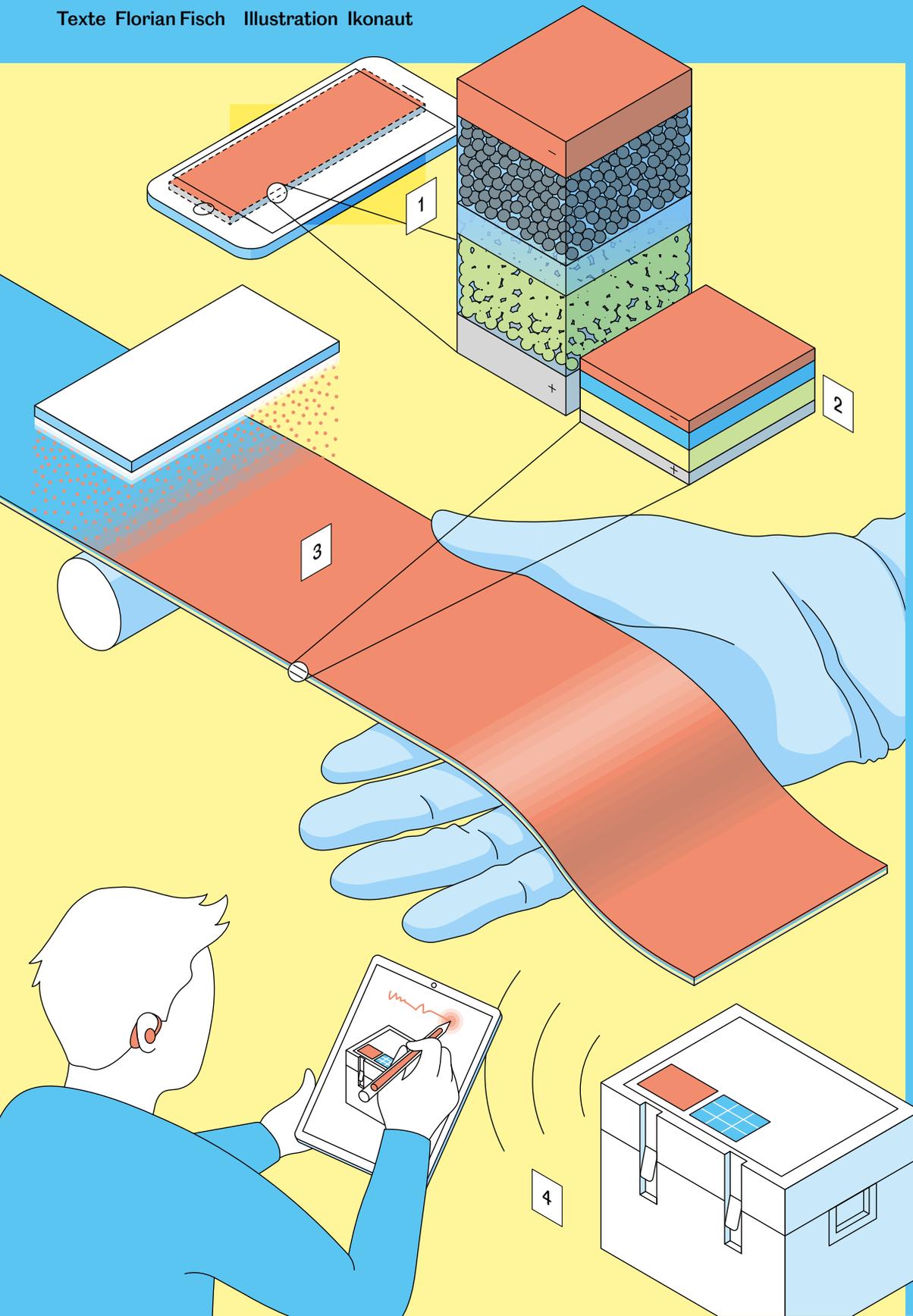


Photo: Bjørn Christian Tørrissen

# Une pile tout en finesse, flexible et robuste

La batterie d'un spin-off de l'Empa se charge en moins d'une minute et peut s'utiliser même à des températures extrêmes. Son secret? Une structure de film en couches ultrafines.

Texte Florian Fisch Illustration Ikonaut



## 1 - Longues distances pour les ions

Lors de la recharge d'une batterie de smartphone, des ions de lithium se détachent d'un cristal (jaune) au niveau du pôle positif (gris) et se déplacent ensuite via une solution saline (électrolyte) à travers une membrane de séparation (bleu) pour atteindre la couche de graphite (noir) au niveau du pôle négatif (orange), où ils resteront jusqu'à la décharge. Ce long trajet entraîne des temps de charge et de décharge élevés.

## 2 - L'avantage des couches minces

Le spin-off Btry de l'Empa miniaturise le stockage d'énergie. Des couches minces de cristal (jaune), de céramique (bleue) et de cuivre (orange) sont déposées sur une feuille métallique (grise). Cette structure est si fine que les ions de lithium peuvent la traverser même sans liquide. Cette batterie solide ne peut ni fuir ni s'enflammer, fonctionne entre -40 et +150 degrés Celsius, et se charge et se décharge en une minute seulement.

## 3 - Pulvérisation sous vide

Le dépôt de couches fines est un processus industriel mature: ainsi la start-up peut pulvériser sous vide en une seule étape les trois couches l'une après l'autre sur le film. Celui-ci a à peu près l'épaisseur d'un cheveu, ce qui le rend flexible.

## 4 - Pour l'Internet des objets

La batterie est utile lorsque l'énergie doit être mobilisée en peu de temps, mais en faible quantité. Les applications comprennent l'Internet des objets. Il peut s'agir de capteurs sur des colis au contenu fragile ayant besoin d'énergie pour transmettre brièvement leur état avant d'être rechargés grâce à une cellule photovoltaïque. Ou de petits dispositifs électroniques, comme le stylet d'une tablette, qui peuvent être rechargés rapidement en cas de besoin. Robuste et flexible, la pile est également utile pour des appareils portables tels que ceux pour l'audition.

Sans images, le monde nous échappe. La science dépend de visuels comme des photos, des images de microscopie et des schémas. Voici pourquoi et avec quelle ingéniosité elle gère cette dépendance.

Tête d'une fourmi rouge, agrandie 80 fois au microscope électronique à balayage.

Photo: Keystone / Science Photo Library / Steve Gschmeissner



# Des portails qui ouvrent sur l'univers des nains et des géants

Des procédés d'imagerie permettent aux chercheurs de rendre visibles des choses habituellement imperceptibles par l'œil humain. Sept techniques déterminantes et ce qu'elles peuvent montrer.

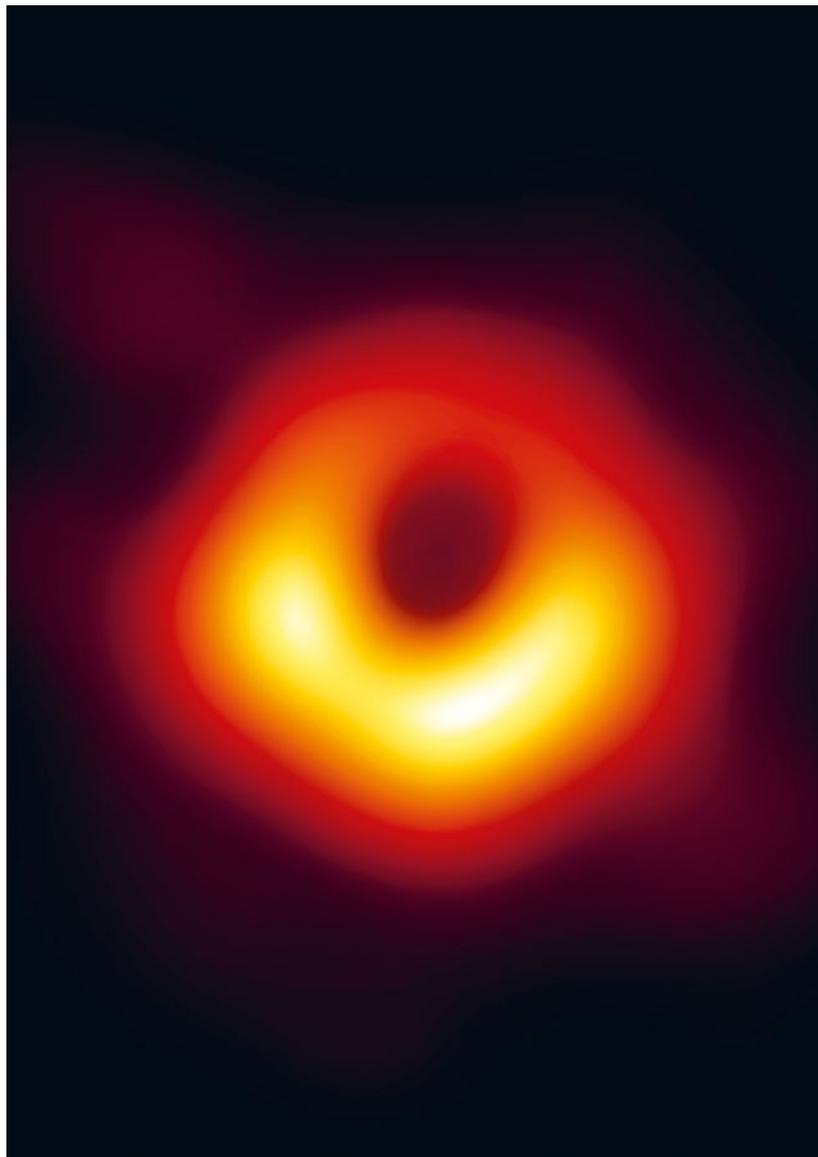
Texte Florian Fisch

## Des électrons repoussent les limites du microcosme

◀ voir photo page 15

Il y a plus de 350 ans, des dessins faits à l'aide de simples microscopes optiques montraient des insectes en détail. Comme celui d'une puce, réalisé par le naturaliste britannique Robert Hooke dans son ouvrage «Micrographia» et dont la précision a révélé un monde jusque-là inconnu. Ces mêmes instruments ont rendu visibles les cellules et les bactéries. Mais des contraintes physiques limitent la résolution des images obtenues avec la lumière visible. En utilisant des électrons à la place des photons, la microscopie permet de rendre des détails jusqu'à 100 fois plus fins. «C'est une étape très difficile, explique Jacques Dubochet, ancien spécialiste en biophysique à l'Université de Lausanne. Dans le microscope électronique, il y a un vide et il est sec – c'est malheureux pour la biologie.» C'est pourquoi il a perfectionné cette technique et a ainsi réussi à refroidir les échantillons à près de -200 °C, si rapidement que l'eau se solidifie sans former de cristaux de glace. C'est cette méthode de cryomicroscopie électronique qui lui avait valu d'être récompensé par un prix Nobel en 2017.

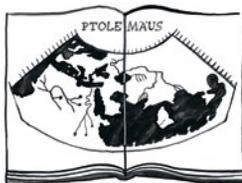
La fourmi représentée à la page précédente n'atteint pas encore de telles limites. Pour analyser de telles surfaces, l'échantillon est recouvert d'un métal comme l'or. Ensuite, il est parcouru point par point par le faisceau d'électrons d'un microscope électronique à balayage. Ainsi peuvent être générées des images avec une immense profondeur de champ. «Cela agrandit également le monde que nous construisons dans notre esprit», remarque Jacques Dubochet.



## Le savoir illustré au fil des siècles

Certaines images scientifiques fournissent des connaissances, d'autres remplacent la réalité ou représentent le savoir de manière plus compréhensible. Et d'autres promeuvent simplement la recherche. Petite histoire sous forme de frise chronologique.

1400



1450

**Carte du monde de Florence**  
La géographie de l'Antiquité a un impact jusqu'au Moyen Âge.

1543



## Un trou noir dont on ne voit que l'ombre

Une nuit d'avril 2017, huit radiotélescopes répartis autour du globe et synchronisés à l'aide d'horloges atomiques se tournent vers un point dans le ciel: le trou noir supermassif situé au centre de la galaxie M87, dans la constellation de la Vierge. Ils recueillent des quantités de données si grandes qu'elles ne peuvent être transmises par Internet et le seront donc par avion, sur des disques durs spécialement développés à cette fin. Les scientifiques en tirent une image qui fera le tour du monde deux ans plus tard.

Ce n'est pas le trou noir lui-même qui est visible, mais le gaz en rotation autour de lui qui brille fortement à cause de sa grande vitesse, environ un quart de celle de la lumière. La tache noire à l'intérieur de l'anneau lumineux n'est pas le trou noir (un point invisible infiniment petit), mais son ombre. Celle-ci provient de la lumière qui ne peut s'échapper du trou noir ou qui est déviée hors du champ de vue du télescope. «Ce phénomène avait été prédit par la théorie de la relativité d'Einstein, mais n'avait encore jamais été observé», explique Heino Falcke de l'Université Radboud (NL) dans le communiqué de presse du projet. Au fait: le diamètre de l'anneau lumineux est 25 000 fois plus grand que la distance entre la Terre et le Soleil.

Trou noir dans la galaxie M87 dans la constellation de la Vierge, visualisé par un réseau de huit radiotélescopes. Photo: Event Horizon Telescope



Image satellite de Berlin en fausses couleurs infrarouges: les cours d'eau sont en bleu foncé, la ville en bleu clair et la végétation en rouge.

Photo: Copernicus Sentinel Data (2015) / ESA

## Contrôle total de la photosynthèse vue du ciel

Le satellite Sentinel-2A survole chaque endroit de la Terre tous les cinq jours à midi pile, heure locale, et photographie le globe depuis 2015 avec 13 canaux et une résolution d'image allant jusqu'à 10 mètres. «Les données étaient très précieuses peu après son lancement, puis moins. Et maintenant, après dix ans, les comparaisons à long terme avec toujours le même capteur sont à nouveau très appréciées», note Robert Meisner, l'un des responsables du service de communication de l'ESA.

L'image ci-dessus montre Berlin en juillet 2015. Le contraste entre le parc urbain boisé du Tiergarten au centre et la ville environnante ressort particulièrement. Les forêts de Grunewald et Königswald, au sud-ouest, sont aussi bien visibles. «Sur l'image satellite, nous avons remplacé le canal rouge par l'infrarouge. Dans ce domaine spectral, la végétation réfléchit beaucoup mieux», explique Robert Meisner. C'est pourquoi les plantes n'apparaissent pas en vert comme d'habitude. Agriculteurs, analystes boursiers et chercheuses en climatologie utilisent ces images en fausses couleurs pour surveiller l'état de la végétation. Le principe final: plus il y a de rouge, plus il y a de plantes et plus elles sont actives dans la photosynthèse.

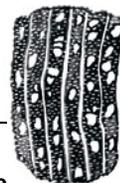
1609

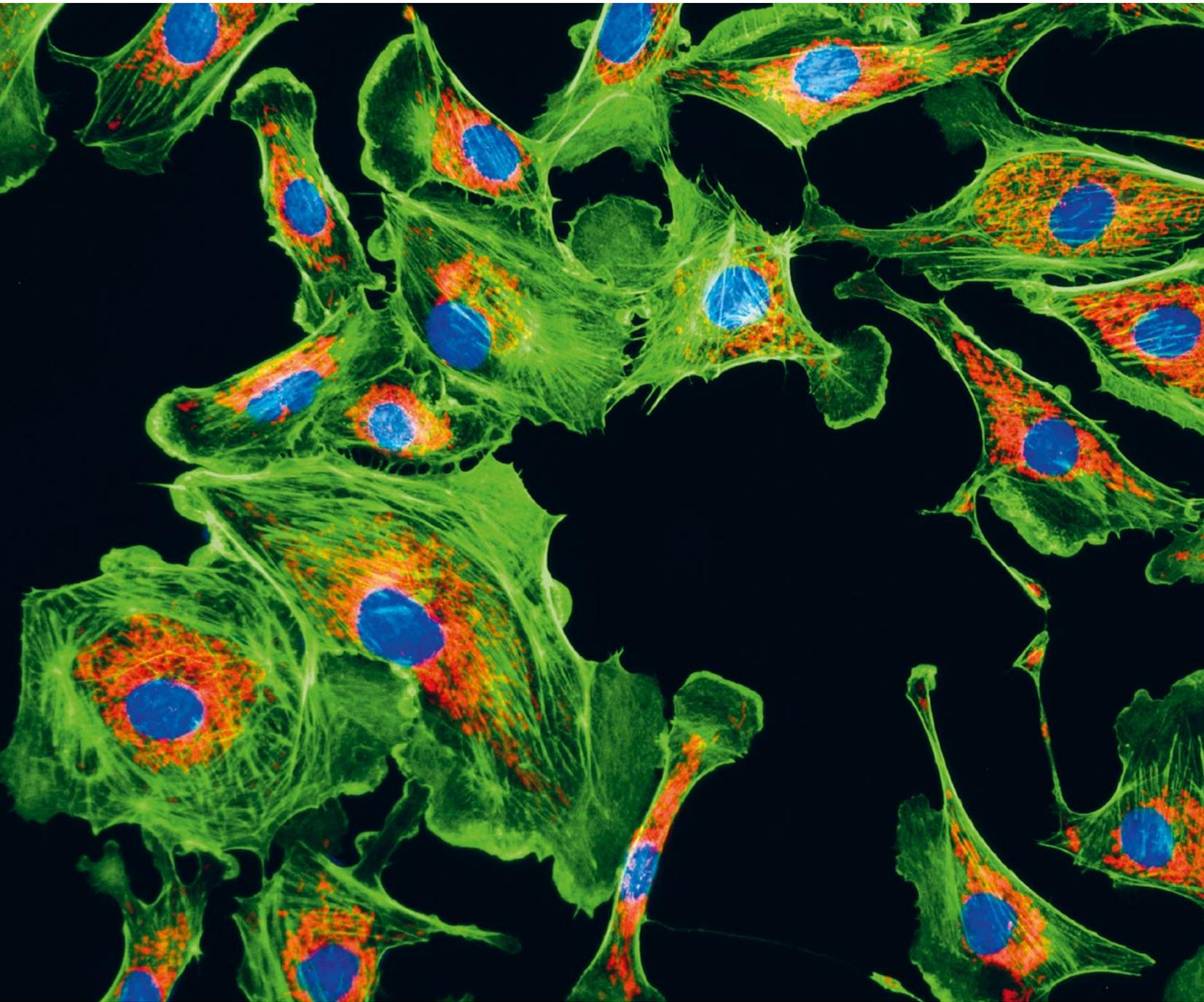
**Le médecin fait dessiner des morts**  
Vesalius dissèque des corps et fonde l'anatomie moderne.

**Télescope vers le ciel**  
L'instrument de Galilée révolutionne l'astronomie.

1683

**Tout à la lumière du microscope**  
Un premier aperçu de l'intérieur des cellules s'offre aux sciences naturelles.





1800

1806

#### La faune et la flore en images

Alexander von Humboldt consacre des milliers de gravures à la nature.

#### Bâtiments et portraits sur plaque de cuivre

Le daguerréotype marque le début de la photographie à proprement parler.

1839

#### Visualisation du nombre de décès

Une carte de la ville identifie la cause de l'épidémie de choléra à Londres.

## Cellules en clair-obscur

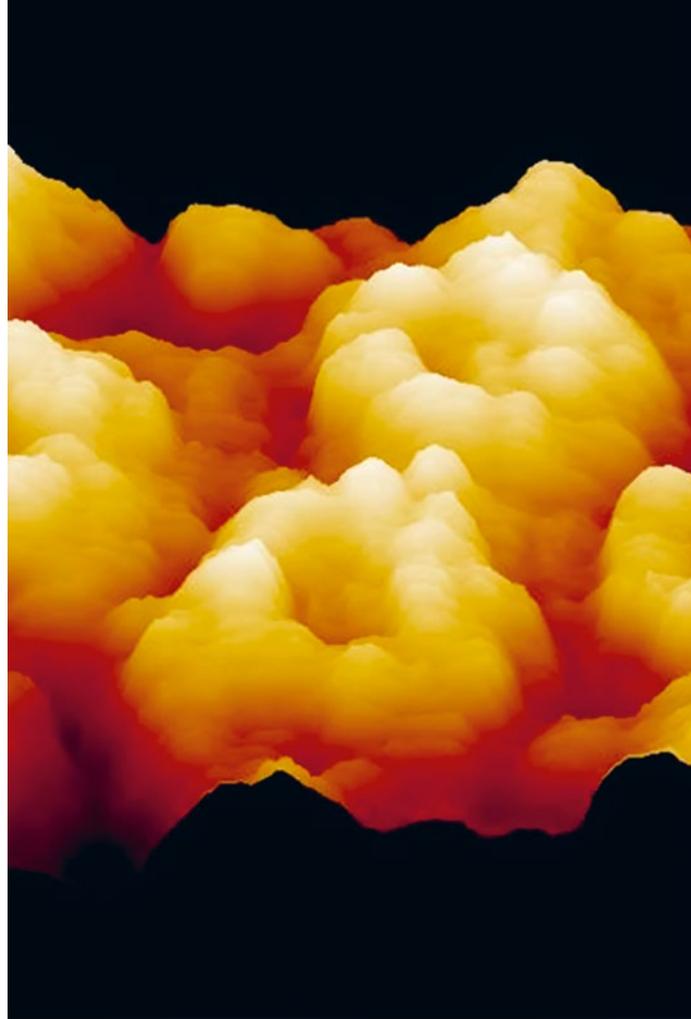
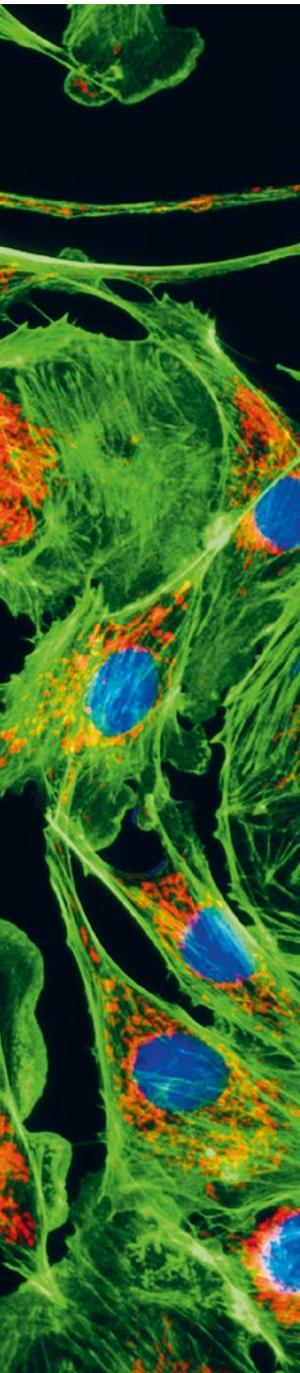
Un laser balaye la cellule point par point. Lorsqu'il rencontre une molécule fluorescente, celle-ci s'illumine. Un système optique complexe capte la lumière provenant de cette position précise. Peu à peu, le dispositif produit une image de la cellule entière ou, plus exactement, des molécules fluorescentes qu'elle contient. Le reste demeure obscur.

«La microscopie confocale à fluorescence livre une tranche optique de l'échantillon», explique Kevin Mackenzie, ancien directeur du service de microscopie de l'Université d'Aberdeen. Il a utilisé dans cette image différents colorants fluorescents pour les composants de la cellule: le noyau en bleu, le cytosquelette en vert, les mitochondries en rouge. L'utilisation d'anticorps ou de techniques génétiques permet d'aller encore plus loin et de déterminer par exemple si des structures se touchent. La superposition de coupes produit des images en 3D, même pour des cellules vivantes dont les structures sont en mouvement.

Cette image de cellules de l'artère pulmonaire permet par exemple d'étudier le comportement des mitochondries dans des conditions pauvres en oxygène ou leur rôle dans le développement de cancers. Durant sa carrière, Kevin Mackenzie a examiné des larves d'abeilles sur des piqûres d'acariens, observé des cellules osseuses avec des lunettes 3D et étudié la formation de filaments fongiques dans des cellules de levure. «J'ai toujours aimé regarder de nouvelles choses», confie-t-il.

Cellules de la paroi artérielle d'un poumon de bovin visualisées au microscope à fluorescence confocale. Vingt cellules mesurent environ 1 millimètre de long.

Photo: Kevin Mackenzie / University of Aberdeen / Science Photo Library



Pores d'un noyau cellulaire rendus visibles au microscope à force atomique. On en compte environ 2000 par noyau.

Photo: Victor Shahin, Hans Oberleithner, University Hospital of Muenster / Science Photo Library

## Topographie à précision atomique

Le développement du microscope à effet tunnel a valu à Gerd Binnig et Heinrich Rohrer d'IBM Research le prix Nobel de physique en 1986. L'image a été réalisée à l'aide d'un appareil apparenté plus sophistiqué, le microscope à force atomique. Une aiguille métallique microscopique balaye une surface, ses mouvements étant enregistrés avec une précision atomique. Elle peut aussi appliquer une traction sur des molécules et mesurer ainsi les forces qui les retiennent. Ce faisant, nous «regardons au cœur même de la biologie», déclarait Gerd Binnig en 2016. L'image montre des pores à la surface du noyau d'une cellule. D'un diamètre d'un 10 millième de millimètre, ils contrôlent les signaux qui arrivent au génome et ceux qui peuvent sortir. Plus une structure est blanche, plus elle est haute.



1854

1878

1895

1893

### Comment les chevaux galopent

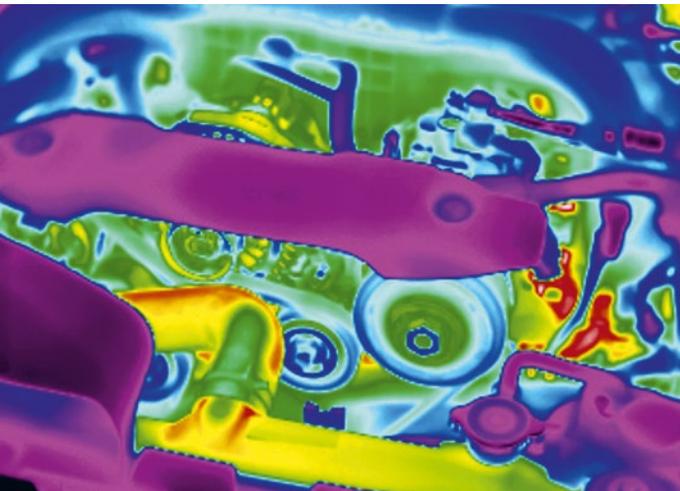
Des images en série montrent les moments où aucun sabot ne touche le sol.

### Autrefois en montgolfière au lieu d'un drone

Le photographe Eduard Spelterini immortalise la Suisse d'en haut.

La toute première radiographie  
Anna Bertha Röntgen fait photographier  
les os de sa main, son alliance incluse.





Un moteur avec des températures allant du violet (froid) au rouge (chaud), visualisé à l'aide d'une caméra thermique.

Photo: Keystone / Science Source

## Vision thermique

«Une photographie ne montre pas le monde tel qu'il est physiquement, explique Sabine Süssstrunk, spécialiste de la représentation visuelle et professeure à l'EPFL. Si c'était le cas, nous ne verrions pas l'image comme une photo.» La technique reproduit le monde tel que nous le percevons. Tout s'accélère depuis le développement du premier capteur numérique par les laboratoires Bell en 1970. Les appareils photo miniaturisés bon marché sont omniprésents, des objectifs macro aux téléobjectifs, en passant par les time-lapses, les boucles vidéo, les webcams ou encore les pièges photographiques. «Il n'existe probablement aucune discipline scientifique qui n'utilise pas la photographie», souligne la spécialiste.

Les caméras thermiques utilisent l'infrarouge moyen pour mesurer la température. La thermographie sert par exemple à analyser les flux de chaleur dans les appareils, comme le moteur de voiture sur la photo ci-dessus, ou à tracer les pertes thermiques des bâtiments. Elle permet même de détecter des cancers. «Au lieu de fournir simplement des chiffres, cet appareil présente les résultats de manière visuelle», note Sabine Süssstrunk.

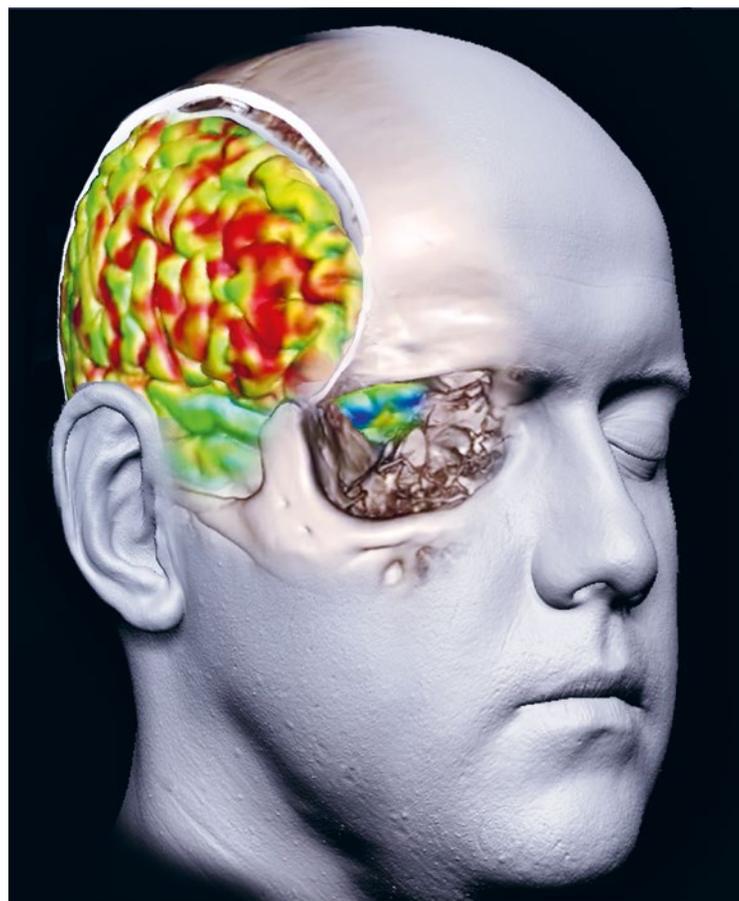
## Observer le cerveau qui pense

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est connue pour les examens de l'articulation du genou. Un puissant champ magnétique aligne les noyaux des atomes d'hydrogène présents dans le corps. Des ondes radio les font ensuite vibrer pour mesurer leur emplacement. Une telle image peut par exemple mettre en évidence une blessure, alors que des agents de contraste peuvent rendre visibles des tumeurs.

L'hémoglobine présente dans le sang constitue un agent de contraste naturel qui peut révéler quelles régions cérébrales sont les plus irriguées en oxygène. «Dans nos études, nous observons des personnes pendant qu'elles réfléchissent», explique dans une vidéo Lydia Hellrung, postdoc à l'Université de Zurich. Avec ses collègues du Centre de neuro-économie, elle utilise cette méthode pour examiner comment les gens tentent de modifier leur comportement.

Activité cérébrale lors de tâches motrices (rouge pour une activité intense) visualisée à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) combinée à une IRM.

Photo: Keystone / Photo Library / Zephyr



### Instantanés d'animaux

National Geographic publie les premières photos de caméra de chasse.

1900



1906

### Si proche, si énorme

Percy Smith, père de la macrophotographie, montre le vol des araignées.

1909

### Grâce aux couleurs scintillantes

Le microscope à fluorescence est un jalon de la visualisation.

1911

1913



# On ne voit pas qu'avec les yeux

Les bruits, les souvenirs et l'imaginaire composent les images que nous nous faisons de notre environnement. Plongée dans l'univers des interprétations entre le premier stimulus visuel et l'image dans notre tête.

Texte Klara Soukup

Vase ou visages? Rien ne change sur le papier. Pourtant, nous voyons soudain quelque chose de totalement différent. Les images ambiguës ou réversibles montrent que la vision passe aussi par une bonne dose d'interprétation. Notre cerveau décide de ce qu'il fait des traits, des points et des ombres enregistrés par nos yeux. Et il peut changer d'avis en un clin d'œil.

Cela révèle un aspect essentiel: le cerveau a horreur de l'incertitude. «Les images ambiguës ou réversibles forment un problème avec trop de solutions possibles, explique David Pascucci, neuroscientifique à l'Université de Lausanne. Le cerveau doit donc émettre des hypothèses pour trouver l'explication la plus probable.» Cela explique le basculement entre les motifs: au lieu de représenter un compromis illogique, notre cerveau cherche une interprétation plausible.

«On compare souvent la vision à une caméra. Or, la métaphore est boiteuse», note le chercheur. Contrairement à la photographie, notre cerveau ne crée pas d'image fidèle à la réalité. C'est anatomiquement impossible. La rétine possède beaucoup plus de capteurs de lumière que de fibres nerveuses pour transmettre ces informations au cerveau. «Les données enregistrées sont donc fortement compressées, la résolution diminue et, pourtant, nous voyons une image qui va bien au-delà de purs pixels», ajoute-t-il. Ce que nous percevons n'est finalement qu'une construction sophistiquée, assemblée à l'arrière de la tête, dans le cortex visuel, où les signaux issus de la rétine sont traités et complétés: deux dimensions deviennent trois, des distances sont calculées, des mouvements enregistrés. Notre cerveau combine ce qui est disponible avec ce qui semble crédible afin de créer une image globale cohérente.

## A la table de mixage des stimuli sensoriels

Pour cela, il faut plus que ce que les yeux fournissent. Le cortex visuel traite aussi les informations d'autres canaux sensoriels. «Des bruits, des odeurs, des sensations tactiles... tout cela participe à la formation de l'image», détaille Petra Vetter, professeure de neurosciences cognitives à l'Université de Fribourg. Elle étudie comment les stimuli multisensoriels influencent la perception visuelle. Le cerveau opère alors comme un ingénieur du son: il amplifie certains signaux, en atténue d'autres, selon ce qui semble le plus pertinent à ce moment-là. Priorité est donnée à celui des sens qui fournit les données les plus fiables – le

plus souvent à la vue, malgré la compression. «C'est pourquoi la vue nous apparaît comme le sens prédominant», souligne Petra Vetter. Mais dès que l'information visuelle devient incertaine, le cerveau commute en un clin d'œil. «En plein brouillard, nous nous fions spontanément davantage à l'ouïe. Car le signal optique est trop flou pour nous donner une idée utile de notre environnement.» Chez les personnes non voyantes de naissance, par exemple, le cortex visuel reste actif, mais utilise d'autres canaux. La perception spatiale s'organise néanmoins, mais sur la base du son, du toucher et des stimuli olfactifs. Le passage ultrarapide d'un canal à l'autre montre clairement comment le cerveau élimine systématiquement les ambiguïtés. Pour cela, il puise aussi dans nos archives mentales: souvenirs, vécu et attentes aident à combler les lacunes visuelles. Pour Petra Vetter, la transition entre cognition et perception s'opère ainsi de manière fluide: «Nous partons aujourd'hui du principe que nous percevons l'espace par boucles: le cerveau vérifie, compare et adapte les informations jusqu'à ce que tout s'emboîte.» Un processus itératif.

L'imagination est un autre élément utile. «Le cerveau fait sans cesse des prédictions pour construire une représentation plausible de notre environnement, explique Fred Mast, psychologue à l'Université de Berne et spécialiste des images mentales. Le traitement visuel des informations sensorielles est à lui seul beaucoup trop lent pour nous permettre de nous repérer dans le monde.» L'imagination joue donc également un rôle dans la perception, nourrie par ce que nous avons stocké dans notre mémoire et au-delà. «Nous pouvons imaginer quelque chose qui n'existe pas, comme un chameau volant, poursuit-il. Vous n'en avez jamais vu, n'est-ce pas? Mais je parie qu'une image vient de se former dans votre tête.» Or, cela ne fonctionne pas pour tout le monde. Les personnes atteintes d'aphantasie sont incapables de créer de telles images mentales. «Elles ne peuvent pas se représenter des objets, note-t-il. Elles parviennent néanmoins à bien s'orienter dans l'espace.» La capacité de représentation n'est donc pas indispensable, selon lui. Mais elle modifie notre perception du monde.

Entre le premier stimulus visuel et l'image dans notre tête se trouve donc un petit univers d'interprétation. L'expression «Je l'ai vu de mes propres yeux» est ainsi à prendre avec précaution.

Klara Soukup est journaliste scientifique à Lausanne.

1920

### Structure des particules élémentaires

Dans le modèle de Niels Bohr, les atomes sont restructurés en coques.

### Reconnaître l'ennemi

La défense aérienne britannique recourt aux caméras thermiques.

1925

### Réduit au minimum

Otto Neurath conçoit la statistique en pictogrammes: l'isotype.



# La propagande passe par les pupilles

Une souris inquiétante, les imposants Piliers de la création et une évolution un peu trompeuse: trois images iconiques racontent une autre face de la science.

Texte Nicolas Gattlen

## Un gaz interstellaire avec une aura spirituelle

Katharina Lobinger, chercheuse en communication à l'USI, à propos des «**Piliers de la création**» photographiés pour la première fois en 1995 (photo de droite de 2014) à l'aide de quatre caméras distinctes du télescope spatial Hubble.

L'image de Hubble montre la formation à quelque 7000 années-lumière de nous, appelée les «Piliers de la création». Les gens ont réagi avec étonnement et enthousiasme à sa publication par la NASA. La fascination vient du fait que l'on découvre ici quelque chose qui ne serait pas visible sans moyens techniques. Elle provoque aussi une réaction d'ordre psychologique et philosophique: la vision du Cosmos élargit la compréhension de l'espace et du temps et montre à quel point nous, humains, sommes petits, tout comme nos soucis.

Son titre – les Piliers de la création – joue un rôle particulier à cet égard en introduisant un aspect religieux et en suggérant l'action d'une force créatrice. Des expressions nettement plus profanes – comme 'trompes d'éléphant' – sont utilisées en astronomie pour désigner de telles formations de gaz et de poussières interstellaires. La force de l'image réside aussi dans la crédibilité qu'on lui accorde. Elle se lit comme une empreinte de la nature, comme dans la photographie naturaliste classique. C'est pourtant une construction scientifique, un assemblage de 32 images individuelles et colorées artificiellement. La lumière émise par les atomes de soufre est représentée en rouge, l'oxygène en bleu et l'hydrogène en vert. Sans cela, on ne verrait que des taches noires sur fond gris. «Une telle image serait incompréhensible pour les non-initiés et perdrait son caractère démonstratif.»



### Plus minuscule encore avec les électrons

Le microscope électronique à transmission entre dans la sphère nanométrique.

1931



1937

### Sonder les objets les plus petits

Le microscope électronique à balayage donne une impression en 3D.

### Un miroir parabolique voit très loin

Grote Reber construit son radiotélescope pour observer le ciel.



Photo: Keystone / Science Photo Library / Hubble Legacy Archive / NASA / ESA / Robert Gendler



Photo: Keystone / EPA / STR

## La peur de Frankenstein

Mike Schäfer, chercheur en communication à l'Université de Zurich, à propos de la vidéo d'une **souris à oreille** diffusée en octobre 1997 par la BBC.

«C'est une erreur d'appréciation qui a rendu mondialement célèbre la prétendue souris à oreille. En 1997, une équipe de la BBC tournait un documentaire sur la culture de tissus. Elle rend visite au médecin Charles Vacanti, considéré comme un expert dans son domaine, dans son laboratoire au Massachusetts General Hospital à Boston. Tout d'un coup, il demande à la journaliste: 'Voulez-vous voir quelque chose de cool?' et il brandit une souris qui a sur son dos ce qui ressemble à une oreille humaine. En réalité, la structure est composée de cellules de cartilage bovin qui se sont développées sur une armature en polymère en forme d'oreille. Charles Vacanti laisse la BBC filmer, car il avait montré des images de cette souris lors de congrès sans susciter de réaction notable.

Lorsque les médias présentent l'image hors contexte, de manière raccourcie et émotionnelle, elle prend une dynamique que le scientifique n'avait pas du tout anticipée. Alors que la souris devait montrer le potentiel de la culture de tissus en chirurgie reconstructive, elle devient, aux yeux de beaucoup de gens, le symbole d'une science hors de contrôle. Ce prétendu hybride entre l'homme et l'animal suscitait malaise et peur, rappelant même le monstre de Frankenstein. Mais l'image aura également nourri des discussions importantes: qu'est-ce qu'une science responsable? Pouvons-nous utiliser les animaux comme des supports pour la croissance de tissus? Comment les scientifiques doivent-ils parler de leur travail? Des questions qui restent pertinentes aujourd'hui.»

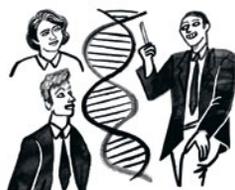


1950

### Voir le bébé à naître

La technologie de l'ultrason est lancée dans le suivi prénatal.

1951



### Bases de l'hérédité révélée

Watson et Crick établissent le modèle de l'ADN à partir des données de Franklin.

1959

### Tache lumineuse floue

Explorer 6 envoie la première image satellite à la Terre.

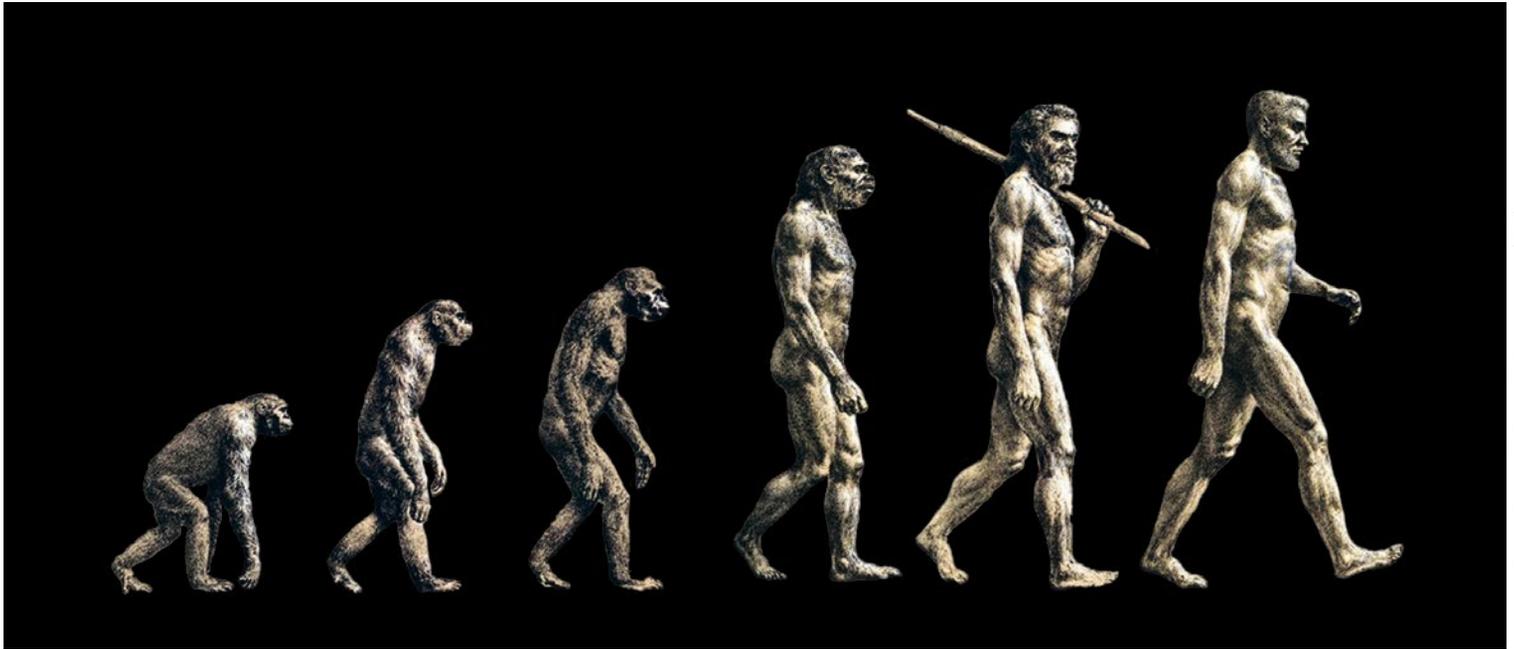


Illustration: Rudolph Zallinger for Time-Life Books' Early Man (1965)

## La marche trompeuse de l'évolution

Katharina Lobinger, chercheuse en communication à l'Université de la Suisse italienne, à propos de l'infographie «The road to Homo sapiens» parue en 1965 dans le livre «Early Man».

«Cette représentation – appelée aussi ‘La marche du progrès’ – est profondément ancrée dans la culture populaire occidentale. C'est l'un des graphiques les plus imprimés sur des t-shirts ou repris dans des mèmes, par exemple la série d'individus menant à un joueur de golf pour plaire aux fans de ce sport, ou à un mutant irradié pour les gens s'opposant à l'énergie atomique. La popularité de l'image est un signe qu'elle a visé juste. Elle convainc par une structure claire qu'on comprend intuitivement. La qualité artistique du dessin original a certainement contribué à son succès – Rudolph Zallinger était l'un des meilleurs peintres d'histoire naturelle de son époque.

Dépliée, l'infographie originale montre 15 figures, repliée, six. Cette version abrégée s'est imposée dans les

manuels scolaires. Elle renforce l'impression d'une élévation continue, les bipèdes étant de taille croissante. L'organisation linéaire, de gauche à droite, suggère, elle aussi, un progrès constant qui mène tout droit jusqu'au sommet de la création: l'Homo sapiens sapiens.

C'est cet aspect de l'image qui fut par la suite fortement critiqué, tout comme sa représentation erronée de l'évolution: celle-ci n'est aucunement un processus linéaire, mais se compose de ramifications et de culs-de-sac. Ce point était d'ailleurs bien connu des éditeurs: les textes qui accompagnent la version longue utilisent des expressions telles que ‘branche latérale probable’ et ‘impasse évolutive’. Mais la représentation visuelle a développé une dynamique propre très puissante.»



1963

### Dessiner à l'écran

Sketchpad est à l'origine de toutes les applications graphiques.

1971

### Etape majeure dans l'imagerie médicale

Paul Christian Lauterbur invente l'imagerie par résonance magnétique (IRM).

### Images radiographiques par tranches

Utilisation des premiers appareils simples de tomodensitométrie (CT).

1972

### Palper des atomes individuels

Le laboratoire IBM réalise une expérience de microscopie à effet tunnel.

# L'indispensable œil expert

Lorsque les chercheurs et chercheuses ont besoin d'une représentation visuelle adaptée pour répondre à une question, ces trois personnes peuvent les aider: la microscopiste, l'archiviste et l'informaticien. Rencontres.

Textes Atlant Bieri et Réane Ahmad Photos Lucas Ziegler

## Au cœur de la poésie de la microscopie

**Anjalie Schlaeppi (34)**, spécialiste en recherche microscopique, EPFL

Au quotidien, Anjalie Schlaeppi navigue principalement entre le labo et l'accompagnement des scientifiques. Elle se spécialise dans le spatial omics, ou l'art de réaliser et d'analyser des images de microscopie alliant tissus et cellules avec des molécules d'intérêt. Cette discipline regroupe des techniques permettant par exemple de localiser des protéines dans des tissus d'un cerveau ou de savoir quels gènes sont actifs dans quelles cellules d'une tumeur. L'énergique jeune femme souligne que son rôle au sein des plateformes d'histologie et de bio-imagerie et imagerie optique représente «le premier poste multiplateforme en sciences du vivant» à l'EPFL. En effet, le spatial omics, qui prend son essor depuis quelques années, requiert de l'interdisciplinarité. «Je m'appuie sur la participation de mes collègues qui préparent les échantillons, assistent les chercheuses et chercheurs, s'occupent de la maintenance des équipements, gèrent les données ou analysent les images», détaille la spécialiste, qui admire la dextérité des personnes expérimentées dans certaines tâches comme la coupe histologique.

«Les scientifiques s'intéressent à l'organisation spatiale de trois types de molécules: les protéines, l'ADN et l'ARN. C'est magique de voir comment les cellules se structurent!» se passionne Anjalie. Les tissus examinés au microscope sont soit humains, soit animaux. «L'analyse de l'embryon d'un poisson-zèbre m'a marqué! Voir comment la fonction et la morphologie s'allient dans un organisme en développement était fascinant.» Il faut dire que le spatial omics permet l'observation de plusieurs milliers de molécules en même temps. Aux analystes de jouer alors aux «chercheurs d'or».

En plus de l'EPFL, les deux plateformes répondent aux demandes d'autres universités et de start-up. «Les scientifiques ont besoin d'un accompagnement sur les quatre à huit mois que durent les projets, observe Anjalie



Schlaeppi. Sur la base de leurs échantillons, ils et elles ont des questions très précises auxquelles nous les aidons à répondre.» Même si cette technologie se démocratise, son coût reste encore élevé, jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de francs par expérience, nécessitant souvent une

1981

### Congélation ultrarapide

Jacques Dubochet invente la cryomicroscopie électronique.



1988

### Des images de science-fiction

Le télescope spatial Hubble part en mission dans l'espace.

1990

### Il n'y a pas plus banal

La première webcam filme une machine à café à Cambridge.



recherche de fonds supplémentaires. Le service de spatial omics, mis en place progressivement depuis trois ans, a contribué depuis 2024 à 17 projets – dont trois sont terminés. Et une vingtaine de dossiers sont à l'étude.

D'un point de vue plus personnel, la jeune biologiste décrit son rapport à l'esthétisme et la dimension philosophique des visuels, en dépit de l'aspect dramatique de certains cas analysés comme des tumeurs: «J'apprécie le dessin, l'art, la poésie des échantillons. Si les chercheuses et chercheurs m'y autorisent, j'aime partager certaines images de tissus sur les réseaux sociaux pour leur beauté comparable à celle des coraux.» *ra*

## Gardien de plus de 1,8 million d'images

**Beat Scherrer (60)**, collaborateur scientifique au Cabinet des estampes, Bibliothèque nationale suisse

Une photo dans le bureau de Beat Scherrer montre deux femmes de la vallée haut-valaisanne de Conches. L'une tient une fourche, l'autre une faux. Le cliché date du début du XXe siècle. «Les paysages alpins suisses de l'époque étaient encore bien plus exploités et aussi beaucoup plus préservés.» La photo figure parmi ses préférées et fait partie du 1,8 million de documents iconographiques dont il est le gardien. Beat Scherrer est collaborateur scientifique au Cabinet des estampes de la Bibliothèque nationale suisse à Berne. Photos, cartes postales, gravures, affiches, livres d'artistes ainsi que plans architecturaux et documents des Archives fédérales des monuments historiques y sont conservés précieusement.

Beat Scherrer résume ainsi la mission du Cabinet des estampes: «Nous transmettons l'iconographie helvétique. A quoi ressemblaient la Suisse et sa population autrefois, et à quoi ressemblent-elles aujourd'hui? Qu'est-ce qui a changé?» Cela intéresse tant les historiennes et historiens que les sociologues, artistes, cinéastes, architectes et particuliers. «Tout le monde vient avec une question différente. C'est ce qui rend mon travail passionnant.» Un historien écrivant un livre sur l'évolution du travail à domicile en Suisse peut s'adresser à Beat Scherrer pour l'aider à trouver les bons visuels. «La tâche peut se révéler ardue, car nous n'avons aucune caisse intitulée 'travail à domicile'.»

Même si une base de données propice aux recherches autonomes existe, le fonds est loin d'être entièrement répertorié. «Beaucoup de documents sont stockés dans des boîtes, des dossiers et des tiroirs. Nous disposons de fiches bristol et je sais aussi à peu près où se trouve chaque chose. Ainsi équipé, j'aide les gens dans leurs recherches.» Et de

nouvelles images viennent sans cesse enrichir la collection. «Nous essayons de réunir autant d'affiches publicitaires, politiques et touristiques que possible. Ce n'est certes pas du plus grand intérêt pour le public d'aujourd'hui, mais ce le sera dans cinquante ans.» Collectionner, c'est comme planter un pommier: on ne le fait pas pour soi, mais pour les générations futures. Or, tout n'a pas sa place au Cabinet des estampes. «On nous propose beaucoup de choses et nous devons faire des choix. L'éventail doit être large. Et donc inclure, si possible, toutes les régions de Suisse par exemple.»

Beat Scherrer a changé de cap, comme il l'explique lui-même. «J'étais architecte paysagiste. Pour mon travail, je faisais beaucoup de recherches dans les bibliothèques et les archives. C'est ainsi que j'y ai pris goût.» Après une formation post-diplôme en sciences de l'information, il



2006

### Le radar a vécu

Les systèmes ADS-B permettent une surveillance plus précise des avions.

atterrit au Cabinet il y a près de huit ans. «Je suis plutôt visuel. Les images restent gravées dans mon cerveau. Ma mémoire textuelle n'est pas aussi bonne. Je ne connais aucune citation de Goethe. Mais je sais parfaitement dans quel dossier se trouve la photo des deux femmes de la vallée de Conches.» *ab*

## L'algorithme est son pinceau

**Renato Pajarola (56)**, professeur au Visualization and Multimedia Lab de l'Université de Zurich

«Je ne sais hélas pas peindre», déplore Renato Pajarola en regardant les paysages réalisés par sa mère, accrochés dans son bureau. Du moins pas avec un pinceau et de la peinture. Le professeur d'informatique à l'Université de Zurich est capable de générer des images impressionnantes à l'aide de chiffres et d'algorithmes. Le directeur du Visualization and Multimedia Lab manipule un très large éventail de projets de recherche. L'objectif permanent: rendre compréhensibles des données abstraites. «Cette phrase revient sans cesse chez nous: 'une image vaut mille mots'. Je suis tout à fait d'accord. La perception visuelle de l'être humain est beaucoup plus rapide que la pensée abstraite.»

Renato Pajarola met ses compétences au service de la recherche à travers, par exemple, la représentation de données issues de la tomographie assistée par ordinateur. «Cela génère d'énormes quantités de données. Nous essayons d'en accélérer la représentation.» C'est utile pour le diagnostic médical, mais aussi pour les archéologues qui étudient par exemple des momies. Ses algorithmes servent également à la visualisation de simulations météo et climatiques. Certains projets sont plus insolites, comme la coopération avec l'EPFL et le Montreux Jazz Digital Project. «Ils ont numérisé 40 000 vidéos et chansons qu'ils souhaitent mettre à la disposition du public de manière interactive et innovante. Notre problématique: comment aider les utilisatrices et utilisateurs à naviguer efficacement dans cette jungle d'images et de sons?»

Malgré ses nombreux partenariats, il ne se considère pas comme un prestataire au service de l'industrie. «La recherche devance l'industrie dans de nombreux domaines.» En architecture par exemple: nous menons des recherches pour améliorer la reconstruction et la visualisation de bâtiments existants. Nous sondons le terrain, examinons ce qui est faisable. Or, cela signifie que beaucoup de nos programmes manquent encore de solidité pour l'usage à grande échelle. Nos doctorantes et doctorants n'ont pas pour objectif direct de commercialiser un



produit. Ils veulent avant tout explorer de nouveaux horizons et publier.» Les recherches de Renato Pajarola exigent pour l'essentiel un bon ordinateur. Les modèles grand public sont devenus si puissants qu'ils permettent de presque tout faire. «Ce n'est que lorsque les volumes de données sont vraiment importants qu'il nous faut de meilleurs processeurs et cartes graphiques. Cela peut facilement coûter plusieurs milliers de francs.»

Renato Pajarola doit son métier à l'algorithme de la vie. «Je n'ai jamais planifié ma carrière, mais j'ai eu de la chance au bon moment et pris la bonne décision.» Il a toujours voulu être chercheur et concrétiser ses idées. «J'aurais aussi pu travailler dans l'industrie. Mais au lieu de cela, j'ai choisi de créer un groupe de recherche. Et de faire quelque chose de nouveau, d'inédit.» *ab*

2015

### Une créativité effrayante

L'IA Deepdream de Google dessine la Joconde. La recherche croit rêver.



2020

### Boule épineuse

Alissa Eckert peint le virus Covid-19 et le dessin fait le tour du monde.



2025

# Ascension vers l'épine dorsale du pergélisol

D'impressionnantes lentilles de glace se cachent dans les glaciers rocheux.  
Le réseau Permos les observe afin de comprendre l'état du sol  
gelé des Alpes. Randonnée sur une langue d'éboulis inhospitalière du val Muragl.

Texte Judith Hochstrasser Photos Mara Truog

1



5

4



2

3

Telle une masse visqueuse brun-gris composée de pierres et de rochers, le glacier Muragl s'incurve légèrement vers la gauche en direction de la vallée sous les éboulis escarpés du Piz Muragl. Parler de «glacier» pour désigner cette forme géomorphologique singulière prête à confusion, dit Jeannette Nötzli, chercheuse en pergélisol au WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF) à Davos. «Un glacier rocheux n'est pas un glacier», note-t-elle, faisant face au paysage spectaculaire dont l'arrière-plan dévoile la station supérieure qui surplombe Samedan. La langue de «l'éboulis rampant riche en glace», comme elle préfère l'appeler, appartient à la trentaine de sites étudiés par Permos. Le réseau suisse d'observation du pergélisol coordonné par la scientifique documente depuis vingt-cinq ans l'état et les changements du sol gelé dans les Alpes suisses.

Le pergélisol se trouve en général là où les prairies fermées ont disparu, souvent dès 2200 mètres d'altitude environ, caché dans des parois rocheuses et des éboulis, explique-t-elle. La température de la partie non visible du sol doit être égale ou inférieure à zéro degré Celsius tout au long de l'année. Selon les modèles, moins de 3 à 5% du territoire suisse contiennent du pergélisol. Les glaciers rocheux trahissent clairement sa présence. Souvent, ils renferment des lentilles de glace impressionnantes de plusieurs mètres. On voit aussi des rides et des sillons de grande profondeur à leur surface. Matthias Lichtenegger, doctorant spécialisé dans les mouvements internes des éboulis, estime qu'il en existe plusieurs milliers en Suisse.

- 1 Sur le dos du glacier rocheux Muragl ou «éboulis rampant riche en glace», comme l'appelle la chercheuse Jeannette Nötzli, on peut bien observer l'état du pergélisol.
- 2 Le funiculaire nous emmène jusqu'à Muottas Muragl.
- 3 Les trous de forage sont parfaitement camouflés dans les éboulis grâce à leur cerclage en béton et à leur couvercle en forme de doline. A côté, des instruments plus visibles permettent de mesurer les données météorologiques.
- 4 Il suffit d'une petite heure de marche pour se rendre de la station supérieure au glacier rocheux Muragl.
- 5 Des paratonnerres protègent les stations de mesure et conduisent l'énergie dans la roche.

Le glacier rocheux du val Muragl s'écoule actuellement d'un peu plus d'un mètre par an vers l'aval. La vitesse des langues d'éboulis riches en glace a globalement augmenté ces dernières années, souligne Jeannette Nötzli. Le phénomène s'est accéléré de près de 40% à l'échelle nationale entre 2023 et 2024, deuxième année hydrologique la plus chaude depuis le début des relevés météorologiques systématiques en Suisse, en 1864. La plupart des sites Permos collectent des données depuis plus de deux décennies. C'est le cas du glacier Muragl, dont le premier forage remonte à 1999. En août 2024, il a fallu trois semaines pour réaliser les cinq derniers forages, de 15 à 25 mètres de profondeur, dans le mélange de roche et de glace. Ceux-ci s'inscrivent dans un projet de recherche visant à analyser la dynamique des glaciers rocheux dans les Alpes suisses. Matthias Lichtenegger y participe.

### L'électricité mesure la part en eau

A côté du glacier rocheux, à près de 2500 mètres d'altitude, et de sa descente spectaculaire le long du versant, les stations d'observation installées sur son dos accidenté paraissent insignifiantes. Après avoir gravi ce cône de pierres rougeâtres haut d'une vingtaine de mètres, on se sent comme perdu au beau milieu de cette immensité inhospitalière. L'océan aux contours anguleux dissimule les tiges et capots des puits de forage. «C'est la pierre qui cache le glacier», commente Jeannette Nötzli en riant. Nous nous approchons prudemment – pour éviter une douloureuse chute sur les blocs durs – et finissons par apercevoir les indices du travail scientifique mené sur place.

Permos s'appuie sur trois variables pour observer l'état du pergélisol. Tout d'abord, la température du sol. Les capteurs placés dans les trous de forage enregistrent la chaleur à différentes profondeurs et à intervalles croissants. Lorsqu'elle augmente et approche du zéro degré, provoquant un lent dégel, la température du sol gelé reste quasi constante pendant un certain temps. La seconde variable mesurée est la résistivité électrique. Elle permet de comprendre l'évolution des proportions de glace et d'eau dans le mélange d'éboulis, de gravier et de sédiments. «Nous envoyons du courant dans le sol. L'eau le conduit beaucoup mieux que la glace.» Les scientifiques ne pensaient pas trouver autant d'eau dans les éboulis du glacier rocheux Muragl, par exemple. C'est ce qu'ont révélé les forages effectués en août 2024: «Des fontaines d'eau hautes de plusieurs mètres jaillissaient des forages lors du forage.» L'eau de plus en plus liquide dans le sol

gelé influe sur sa stabilité, car elle y dégage plus de chaleur et de pression. «Le pergélisol scelle le sol et est imperméable à l'eau», explique Jeannette Nötzli. La troisième variable est la vitesse de déplacement des glaciers rocheux. «A la fin, nous obtenons une image complète des changements du pergélisol ainsi qu'une base de données pour la recherche et la pratique afin d'alimenter les modèles.»

Les calculs modélisés permettent de mieux estimer les conditions futures, notamment dans les zones d'éboulements. Mais la chercheuse met en garde: «Le dégel du pergélisol n'est qu'un facteur parmi tant d'autres dans des éboulements comme celui de Blatten.» Une topographie escarpée et la fissuration et les zones de faiblesse de la roche jouent également un rôle décisif. Mais une chose est sûre: les diverses mesures effectuées dans les Alpes suisses indiquent des changements dans le pergélisol au cours des dernières décennies, qui résultent du réchauffement climatique.

### Signal climatique à 20 mètres de profondeur

Jeannette Nötzli et Matthias Lichtenegger s'approprient à soulever le capot d'accès à un puits de forage d'août 2024. Ils essaient plusieurs fois, en vain, et cherchent des outils dans leurs affaires. La scientifique fait alors rire tout le monde avec son idée novatrice: «Ces sacs à dos devraient être transparents!» Une astuce simple vient finalement à bout du lourd disque de fer coincé. Il suffisait de jeter une pierre dessus. Après tout, ce n'est pas ce qui manque ici.

A l'intérieur de la structure en béton, un fin tube vert guide trois câbles équipés de capteurs de température dans les profondeurs du glacier rocheux. Un petit panneau solaire alimente l'ensemble. «Les capteurs enregistrent le moindre nuage qui passe près de la surface. Plus on descend, plus les variations de température sont atténuées», précise Jeannette Nötzli. Le jour et la nuit sont encore détectables dans le mètre supérieur, mais à une dizaine de mètres de profondeur, on ne distingue plus que l'hiver et l'été. «Cela représente déjà six mois de décalage. Nous observons actuellement la température de l'hiver dernier.» A une profondeur de 20 mètres et plus, le retard s'élève à plusieurs années. «Ce n'est plus un seul été chaud qu'on remarque, mais dix.» A la profondeur d'amplitude nulle, on ne relève plus aucune variation annuelle. «Les changements mesurés ici résultent d'une évolution au long cours à la surface. C'est un signal climatique.»

Dans le nouveau puits de forage Permos, creusé en même temps que ceux du projet de

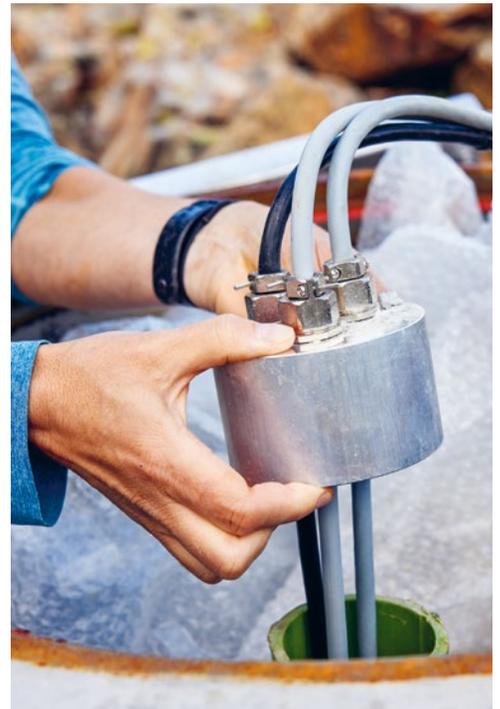
recherche actuel, l'équipe effectue plusieurs mesures aux profondeurs les plus importantes – pour le cas où une avalanche, une tempête ou des glissements d'éboulis viendraient à endommager des câbles ou des capteurs. Des chaînes de température analogiques et numériques sont également intégrées. «Elles nous permettent de comparer la durabilité des capteurs», souligne la scientifique. «C'est comme un projet de recherche dans le cadre de la surveillance», ajoute Matthias Lichtenegger. Le système de 2024 crée une synergie entre le réseau d'observation mis en place il y a plusieurs décennies et le projet de recherche actuel lancé quatre ans auparavant. «C'est un bel exemple d'union des forces, estime la chercheuse. Le réseau d'observation Permos rassemble toute la petite communauté suisse de recherche sur le pergélisol.»

Matthias Lichtenegger souhaite découvrir les raisons précises des déplacements de glaciers rocheux: «C'est génial d'avoir déjà à disposition autant de données pour ce site et de pouvoir réaliser encore plus de mesures maintenant.» Le doctorant originaire de Graz (AU) analyse également la pression interstitielle: «Elle n'est pas identique partout. Le matériau s'avère assez grossier en surface, mais plus en profondeur, on trouve du gravier et de fins sédiments.» Le scientifique dispose encore sur place d'une caméra et d'instruments de données météorologiques pour ses relevés. Ces derniers documentent la température de l'air et l'intensité du rayonnement solaire. D'autres nouvelles installations mesurent la résistivité électrique entre deux forages ainsi que les déformations à l'intérieur du glacier rocheux.

Les deux scientifiques replacent maintenant le capot sur la structure en béton pour refermer le puits de forage. Matthias Lichtenegger affronte des rides anguleuses pour monter vers la station météorologique et y transférer les données sur sa tablette. L'envoi des informations se fait désormais en ligne, à quelques exceptions près. Le transfert reste malheureusement bloqué ce jour-là et la dégradation des conditions météo nous oblige à retourner à la station supérieure du train à crémaillère. Sur fond de langue d'éboulis gris-brun, le quotidien de la vallée revient peu à peu au cœur des discussions.

Judith Hochstrasser est codirectrice de la rédaction d'Horizons.

6



11

# «Des fontaines d'eau hautes de plusieurs mètres jaillissaient des forages lors du rinçage.»

Jeannette Nötzli

7



10

8



9

- 6 Des capteurs de température équipent des câbles descendant jusqu'à 25 mètres de profondeur dans le glacier rocheux, à des intervalles allant de 50 cm à plusieurs mètres.
- 7 La masse brune et visqueuse s'écoule vers l'aval d'un mètre par an avec ses rides et sillons en surface.
- 8 Le doctorant Matthias Lichtenegger étudie les mouvements internes des colosses accidentés. Il estime que la Suisse en compte des milliers.
- 9 Matthias Lichtenegger transfère les données météo de la station de mesure sur sa tablette.
- 10 Le nouveau forage de Permos est bien caché sous son capot. Il offre depuis près d'un an des relevés de température encore plus précis du sol gelé.
- 11 Jeannette Nötzli observe l'état du pergélisol dans les Alpes suisses depuis des décennies: «Les changements mesurés résultent d'une évolution au long cours à la surface. C'est un signal climatique.»

# La vie précaire du savoir scientifique

Les coupes budgétaires de l'administration Trump pourraient faire disparaître d'importantes quantités de données scientifiques. Mais d'autres dangers moins médiatiques menacent aussi les résultats des travaux de recherche.

Texte Daniel Saraga

Au printemps 2025, la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) a perdu environ 10% de son personnel, soit un bon millier d'employés. L'administration Trump a promis de réduire le budget de 25% en 2026 et menacé d'annuler des contrats payant l'hébergement des données.

De quoi provoquer une vague d'angoisse à travers le monde de la recherche environnementale, plus encore que lors de la première présidence de Donald Trump. Et si ces précieuses ressources venaient à disparaître? De nombreuses institutions et personnes se sont rapidement mobilisées pour en faire des copies. Le Data Rescue Project, lancé en février 2025, coordonne ces efforts en les listant avec les sites Internet et les bases de données étasuniennes en danger.

## Les dangereux ravages du temps

Les actions du gouvernement américain contre la science sont visibles et assumées. Mais d'autres dangers moins médiatiques menacent la pérennité des données de recherche, rappelle Jürgen Enge, responsable de l'informatique à la Bibliothèque universitaire de Bâle. Il y a d'abord le temps, qui dégrade le support physique des contenus numériques. Par exemple, les minuscules régions magnétiques

qui enregistrent les bits sur un disque dur peuvent perdre leur magnétisation et ainsi corrompre les informations.

Les supports numériques peuvent être endommagés par le feu ou une inondation, ou finir dans les débris après un tremblement de terre. Pour prévenir ces risques, les entrepôts de données hébergent des copies au sein d'autres institutions situées ailleurs, comme la fondation helvétique Switch. C'est la diversification des risques, qui suit l'idée de ne pas mettre tous les œufs dans le même panier.

Maintenir et sécuriser de telles archives constitue désormais une tâche essentielle des bibliothèques universitaires. Ces dernières ne se contentent plus d'héberger livres et revues scientifiques, mais soutiennent aussi les scientifiques dans le stockage et la sauvegarde directe des données issues de leurs recherches. «Notre système gère de manière automatique le nombre et le type de copies de sauvegarde, explique Jürgen Enge. Les contenus précieux sont dupliqués sur des supports de stockage nombreux et de haute qualité. Pour les informations qu'on pourrait reproduire, comme un livre digitalisé, la sauvegarde est plus rare et meilleur marché.» Le système trouve ainsi un compromis entre sécurité et coûts.

La deuxième menace est l'obsolescence des formats des fichiers et des techniques de stockage, un phénomène connu du public pour la musique, qui est passée des vinyles et cassettes aux CD et au MP3. Par exemple, le format des données générées par les microscopes de haute technologie est propriétaire, et les lire exige souvent des programmes spécifiques dont la mise à jour pourrait venir à manquer. Il faut donc régulièrement transférer les archives sur des supports ouverts et plus modernes – environ tous les cinq ans, selon Jürgen Enge.

## Entretenir n'est pas sexy

Mais le plus grand danger vient probablement de la question du financement, opine Sabina Leonelli de l'Université technique de Munich,

qui étudie l'open science et l'impact de la numérisation sur les pratiques scientifiques: «Il n'y a pas de business model viable pour les infrastructures des données de recherche. Et la quantité d'informations générées par la recherche augmente de manière exponentielle, avec par exemple le séquençage génétique bon marché en science biomédicale ou les mesures prises par satellite dans la recherche environnementale.»

Il manque clairement des investissements à long terme, regrette la philosophe des sciences: «On finance plus volontiers de nouvelles recherches que les outils pour en préserver les résultats. Le gouvernement qui aura financé la construction d'un pont sera moins motivé à payer pour son entretien, moins valorisant, deux décennies plus tard. Ce phénomène est encore plus marqué en science et avec le numérique, tous deux étant peu visibles.» Certains dirigeants expriment l'espoir que l'IA va tout résoudre, y compris faciliter la curation des bases de données, poursuit la chercheuse. «Mais ce n'est pas ce que nous observons sur le terrain. Au contraire, l'utilisation de l'IA dans la recherche exige à son tour des infrastructures très bien maintenues.»

Sabina Leonelli déplore que les soutiens pour maintenir les données issues d'un projet disparaissent dès que celui-ci touche à son terme. C'est à d'autres – bibliothèques ou dépôts propres à une discipline – de financer ensuite l'hébergement des données. Et ce, alors que la baisse exponentielle des coûts de stockage touche à sa fin, comme le rappelle Jürgen Enge: «Jusqu'à présent, elle compensait la croissance de la quantité de contenus, mais ce n'est plus le cas.» Sans l'arrivée prochaine de nouvelles technologies bon marché, les coûts risquent d'exploser.

De plus, les doctorantes et postdocs qui ont produit les résultats et savent comment les utiliser quittent souvent l'équipe peu après la fin du projet, emportant avec eux des connaissances précieuses. Frank Oliver Glöckner,

## Préserver les preuves de crimes

Depuis 2015, l'institution de recherche sur la paix Swisspeace coordonne le Safe Havens for Archives at Risk. Cette initiative internationale met à l'abri des archives documentant des **violations de droits humains** ou du droit humanitaire lorsqu'elles sont **menacées par des catastrophes naturelles, des conflits armés** ou encore des ingérences politiques.

Le disque dur n'a pas résisté à l'usure. Les données qu'il contenait ont-elles été sauvegardées au préalable?

Photo: Carl Ander / Connected Archives



pour des institutions allemandes: rendre les métadonnées – par exemple, la description de chaque type de mesure – cohérentes et intégrer le tout dans une base de données structurée permettant de recouper différents types d'information.

#### **Afin que rien ne tombe dans l'oubli**

Le projet suisse Renku veut aller plus loin que la curation. Cette plateforme permet aux scientifiques de connecter leurs données aux logiciels utilisés pour les analyses ainsi qu'à un environnement de calcul pour les faire tourner.

«Devoir installer un logiciel avant de pouvoir utiliser des contenus constitue une barrière pour de nombreux scientifiques», souligne Rok Roskar, responsable de Renku au Swiss Data Science Center, une initiative des deux écoles polytechniques et du PSI. En mettant à disposition un package complet prêt à l'emploi, la plateforme permet de faire tourner les algorithmes et ainsi de reproduire et valider des résultats publiés. Elle encourage également l'intégration de ces ressources dans un nouveau projet de recherche dans une autre discipline. Le but est de promouvoir et faciliter la réutilisation de résultats, l'un des objectifs centraux du mouvement des données de recherche ouvertes. Pour éviter le risque que les contenus hébergés dans des dépôts «ne finissent par y mourir dans l'oubli».

La plateforme établit une interface avec les serveurs des institutions hébergeant les données, poursuit l'ingénieur: «C'est l'aspect un peu politique de mon travail. Il est crucial pour la pérennité de Renku que tous les partenaires s'engagent dans la durée.»

professeur à l'Université de Brême en Allemagne, s'inquiète de voir des compétences capitales disparaître en raison de la politique du gouvernement américain. Spécialiste des sciences du système terrestre, il dirige Pangaea, une plateforme de données de recherche en environnement qui participe actuellement à la sauvegarde des contenus hébergés par la NOAA. «Le travail accompli par les scientifiques de la NOAA est unique, souligne le chercheur. Il consolide les mesures faites par des équipes internationales au moyen d'instruments différents, et l'ensemble ainsi formé est

très hétérogène. Mais ces spécialistes sont nombreux à avoir perdu ou quitté leur travail récemment, et je pense que la plupart ne reviendront pas. Les sciences environnementales vont souffrir de la disparition de ces compétences, et d'autres personnes devront apprendre à faire ce travail.»

Simplement copier les contenus dans un fichier n'est pas très compliqué, mais pas très utile non plus, selon lui. Car il faut pouvoir y accéder de manière dynamique et s'y retrouver. Son équipe effectue ce travail crucial de curation pour les contenus de la NOAA ainsi que

Daniel Saraga est journaliste scientifique indépendant à Bâle.

# Lorsque l'habit fait le moine

Start-up et projets de recherche développent des vêtements spéciaux destinés à des activités précises, de la randonnée à skis à la lutte contre les incendies grâce à des matériaux innovants et des systèmes intelligents. Présentation de cinq tissus très particuliers.

Texte Hubert Filser Illustrations Elisa Debora Hofmann

## Bien chaud jusqu'au bout des doigts

**Qcella** intègre du cuivre dans des tissus pour chauffer gants et chaussures.

Nous chauffons souvent des pièces entières pour disposer d'une température agréable. Mais «il serait bien plus efficace de ne chauffer que la zone proche de nous, ou bien directement notre corps», note Murielle Schreck, spécialiste en science des matériaux. Durant son doctorat à l'ETH Zurich, elle a mis au point un matériau hybride cuivre-cellulose qui peut être chauffé par un courant électrique. Placé dans des chaussures ou des gants, il garde pieds et mains au chaud. Les fibres naturelles de cellulose provenant du bois, du chanvre ou du coton sont creuses. Un procédé chimique humide les imprègne avec du cuivre. Les ions du métal migrent ensuite à l'intérieur des fibres

et s'agrègent dans le réseau de cellulose sous forme de particules. «On peut le voir comme un tube de cellulose rempli de particules de cuivre», détaille la spécialiste qui a fondé la start-up Qcella avec Fabian Schmid et Weyde Lin.

D'une épaisseur inférieure au millimètre, cette structure semblable à du papier est ensuite laminée afin d'être protégée de l'humidité. Elle est souple et peut être découpée sur mesure. On peut par exemple l'intégrer dans des gants pour recouvrir la paume et le bout des doigts ou encore dans des chaussures de ski la semelle, la zone autour des orteils et de

la cheville. Selon Murielle Schreck, son invention consomme moins d'énergie que les systèmes courants qui sont équipés de fils chauffants.

## L'art de la marche

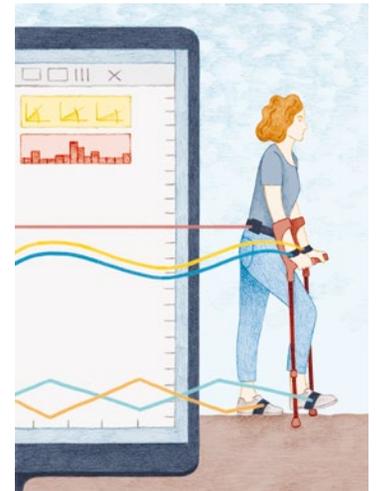
A l'aide de capteurs de mouvement, **Physilog** observe précisément la démarche lors de la rééducation.

Un humain adulte fait en moyenne 200 millions de pas au cours de son existence. Sa façon de marcher évolue lors des différentes phases de sa vie. Depuis plus de dix ans, la plateforme lausannoise Physilog Census travaille à identifier des biomarqueurs numériques de la marche au moyen de tests standardisés. Elle collecte des informations

sur nos mouvements, comme la vitesse à laquelle nous nous levons d'une chaise, l'angle d'attaque du pied, la durée du contact avec le sol lorsque nous courons ou le temps nécessaire pour changer de direction. Les jeunes marchent différemment des personnes âgées, les malades différemment des personnes en bonne santé.

Des capteurs inertiels portés au poignet, à la ceinture ou sur la chaussure enregistrent les changements de mouvement en haute résolution et en trois dimensions. Des mesures collectées sur une longue période révèlent des modifications dans la démarche, y compris des détails qui échapperaient à l'œil nu.

«Nous pouvons enregistrer ces valeurs de manière systématique et les utiliser pour les soins ou la rééducation», explique Marisa Mackenzie, responsable du domaine santé de la plateforme. Ces informations sont importantes pour les patientes et les patients ainsi que pour les compagnies d'assurances qui voudraient évaluer l'efficacité d'un programme de rééducation, selon elle. «Si je vois que des exercices physiques améliorent mes biomarqueurs, je serai plus motivée à aller au bout d'un entraînement intense.» Le système peut également être utilisé pour la prévention. «Des maisons de retraite et des centres de rééducation aux Etats-Unis l'utilisent pour mieux évaluer le risque de chute.»



## Charger sa smartwatch avec sa veste

**L'Empa** développe des concentrateurs solaires et des mini-cellules photovoltaïques à intégrer dans les habits.

Il serait pratique de produire soi-même l'électricité pour son téléphone mobile ou sa montre connectée plutôt que de toujours prendre avec soi un chargeur ou une batterie externes, s'est dit Luciano Boesel. Le spécialiste des matériaux de l'Empa s'est mis en quête de matériaux souples, respirants et lavables qui puissent être intégrés dans les vêtements. Il s'est tourné vers les concentrateurs solaires, ou LSC, qui captent la lumière du soleil et la réémettent dans une longueur d'onde précise. L'idée vient à l'origine du secteur du bâtiment. Luciano Boesel l'a adaptée en utilisant un



polymère nanostructuré capable d'absorber et de restituer l'humidité, qu'il a ensuite recouvert de colorants, molécules organiques et nanoparticules pour en faire un capteur de lumière. «Nous pouvons en principe contrôler la longueur d'onde à l'aide du colorant», explique le chercheur. Tout le spectre, du rouge au bleu, en passant par le jaune et le vert, est possible, ce qui permet d'ajuster le dispositif pour un rendement optimal de la cellule solaire.

Les LSC peuvent être couplés à différents types de capteurs photovoltaïques. «Des T-shirts utili-

seraient des bandes d'un millimètre de large seulement», explique Luciano Boesel. La cellule solaire en pérovskite qu'il utilise n'existe toutefois pas en taille aussi réduite. Une collaboration avec une entreprise de textile suisse devrait tester le système dans des vestes. Une surface de 10 centimètres carrés placée au niveau du dos ou des épaules fournit environ 8 milliwatts, assez pour une montre connectée.

## Un gilet ange gardien

**Wearin'** veut améliorer la sécurité des équipes de premiers secours.

Feux de forêt dévastateurs, glissements de terrain et inondations: les catastrophes naturelles se multiplient dans le monde entier. Pour sauver des vies ou protéger des bâtiments, les équipes de secours doivent souvent intervenir dans des délais très courts et faire face à des conditions dangereuses entre chaleur, feu, fumée, brouillard, eau ou encore poussière. La société Wearin' installée à Saint-Prex près de Lausanne a mis au point un gilet connecté pour soutenir ces spécialistes sur le terrain. Il est équipé de capteurs qui enregistrent les signaux corporels individuels, tels que la fréquence cardiaque, le niveau de stress, la température ou encore l'exposition à la chaleur, et tracent la position des secouristes. Autant d'informations qui pourraient leur sauver la vie en cas de perte de conscience.

«Nous sommes comme des anges gardiens», glisse Chloé Duriez, directrice de Wearin'. La start-up a combiné plusieurs technologies: une plateforme intelligente fournit des informations en temps réel, collecte des données, les interprète à l'aide de l'IA et déclenche automatiquement des alertes suivant ce qu'il

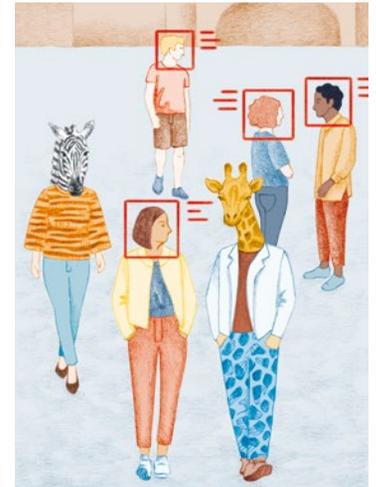


se passe. Le centre de commandement surveille la situation et coordonne les actions. «Notre système permet d'avoir rapidement une meilleure vue d'ensemble d'une situation dangereuse», poursuit Chloé Duriez. Des services de police utilisent, eux aussi, ces gilets. La jeune entreprise intègre également des appareils Lidar dans les casques pour compenser le manque de visibilité en cas de fumée et de brouillard. Un bouton SOS permet d'alerter soi-même les secours. «Nous combinons toujours les meilleurs appareils pour une mission donnée», explique Bastian Peter, manager de projet chez Wearin'.

## Confondre un humain avec une girafe

Les motifs vestimentaires du studio **Cap-able** trompent les algorithmes de reconnaissance faciale.

Selon Rachele Didero, son invention fonctionne mieux avec des caméras de surveillance frontales dans des conditions d'éclairage normales. Suivant le motif, les personnes qui portent ses pulls, robes ou pantalons deviennent un chien, un zèbre ou une girafe aux yeux des algorithmes de reconnaissance faciale. La créatrice milanaise a développé son projet Cap-able à l'Ecole polytechnique de Milan et l'a récemment présenté à l'EPFL. «J'étais très préoccupée par l'influence des technologies d'IA sur l'identité, la vie privée et les droits sociaux», raconte-t-elle. Cela lui a donné une idée: tromper de manière délibérée les algorithmes de reconnaissance faciale tels que Yolo ou les réseaux neuronaux utilisés dans la surveillance commerciale. Pour y arriver, elle intègre dans le tissu jacquard des motifs spéciaux qui génèrent des interférences.



Celles-ci gênent l'intelligence artificielle dans son identification de caractéristiques humaines, à l'instar du bruit qui brouille un signal. «Ces perturbations faussent les données analysées par les réseaux neuronaux entraînés à classer les images, et il en découle une erreur de classification.» D'une part, ces habits aident à se protéger de la surveillance. De l'autre, «l'effet n'est pas seulement fonctionnel en ce qu'il protège l'identité, il est aussi conceptuel. Ces vêtements parlent un langage poétique, presque surréaliste, que les machines ne peuvent pas lire. Cette illisibilité est pour nous une métaphore puissante.» Comme les programmes de reconnaissance évoluent sans cesse, son équipe teste constamment les motifs à l'aide d'algorithmes génératifs et d'apprentissage profond. Un jeu du chat et de la souris pas près de s'arrêter.

Hubert Filser est journaliste scientifique indépendant à Munich.



Dans quelle mesure tous ces signaux protègent-ils les cyclistes? Et combien cela coûte-t-il? Des questions prises en compte dans les analyses coûts-bénéfices des projets d'infrastructure dans le domaine du trafic. Photo: Karin Hofer / NZZ

## L'équation des coûts, du risque et de la vie

Un individu à 7,4 millions de francs ou 30 soldats pour 1,2 char d'assaut. Des infrastructures de transport aux armées, en passant par la santé, la vie humaine est chiffrée pour mieux décider. Eclairage.

Texte Benjamin Keller

Combien vaut une vie humaine? La réponse dépend de la personne qu'on interroge. Un parent dira probablement que la vie de son enfant est inestimable. Aux yeux de la société dans son ensemble, par contre, c'est différent. En Suisse, la valeur que la collectivité attribue à un individu atteignait 7,4 millions de francs en 2023. C'est l'Administration fédérale qui le dit, plus précisément l'Office fédéral du développement territorial (ARE), sur la base d'un savant calcul (lire l'encadré ci-contre). «Il s'agit d'une notion statistique, qui représente ce

qu'une société est prête à payer pour éviter un décès», explique Joséphine Leuba, cheffe de projet à l'ARE.

Cet indicateur est utilisé depuis au moins 2004 par l'office dans le cadre de la statistique sur les coûts et bénéfices externes des transports. Mais pas seulement. Toujours dans le domaine des transports, il entre dans les analyses coûts-bénéfices des projets d'infrastructure. Exemple: faut-il sécuriser un rond-point? «Un projet qui fait baisser le risque de décès aura une chance d'être adopté, même s'il coûte

plus cher que son alternative», indique l'économiste. Elle précise que lorsque le risque de mortalité augmente avec l'âge et que sa distribution est connue, comme pour la pollution de l'air, une autre mesure est utilisée: la valeur d'une année de vie perdue.

### L'efficacité, mais pas seulement

Les mesures de protection contre les dangers naturels prennent également en compte la «valeur de la vie statistique» de l'ARE. «Le risque pour les personnes est calculé en tant

que nombre de décès attendus, multiplié par la valeur de la vie statistique pour l'exprimer en francs», détaille Linda Zaugg-Ettlin, collaboratrice technique à l'Institut WSL pour l'étude de la neige et des avalanches SLF. Cette conversion en valeur financière permet de considérer dans la même équation les risques humains et matériels, et d'y intégrer les coûts des interventions potentielles.

Prenons l'exemple des avalanches. Deux questions se posent avant de mettre en place une mesure de prévention: premièrement, est-elle efficace? «C'est-à-dire: réduit-elle le risque à un niveau acceptable?» reformule Linda Zaugg-Ettlin. Le risque individuel de décès joue ici un rôle important: «La probabilité qu'une personne donnée meure en raison d'un danger naturel spécifique doit être inférieure à 1 sur 100 000. Si elle est supérieure, une intervention est requise.»

Deuxième question: les bénéfiques dépassent-ils les coûts? «Le bénéfice d'une mesure est la protection qu'elle procure», traduit la spécialiste. Cette protection s'exprime aussi en francs et correspond à l'économie atteinte quand on compare les risques avant et après intervention. Une mesure est jugée efficiente si la protection qu'elle apporte est supérieure aux frais qu'elle engendre – construction, entretien et exploitation annuelle inclus. Sa mise en œuvre est alors économiquement justifiée.

Linda Zaugg-Ettlin souligne toutefois que l'efficacité économique d'une mesure de protection n'est qu'un des aspects dont tient compte l'Office fédéral de l'environnement: «D'autres facteurs importants sont la compatibilité environnementale, les exigences techniques de qualité et l'acceptation sociale. Pour cette dernière, des facteurs plus difficiles à quantifier peuvent être pris en compte, tels que la sécurisation d'un axe de transport

régional important, ou encore la préservation de biens culturels significatifs comme une vieille église.»

### Faire le plus de bien possible

Dans la santé aussi, chiffrer la vie est inévitable. Aucune collectivité, aussi riche soit-elle, ne peut se permettre de rembourser tous les traitements médicaux. Où fixer la limite? Ce n'est pas la valeur de la vie statistique telle que calculée par l'ARE qui sert de référence en la matière, mais un arrêt du Tribunal fédéral de 2010. La Haute Cour s'était penchée sur le cas d'un médicament orphelin contre la maladie de Pompe, une maladie génétique progressive causant une atteinte musculaire susceptible d'être fatale. Dans leur décision, les juges écrivent que «des dépenses d'un ordre maximal d'environ 100 000 francs par année de vie sauvée sont considérées comme raisonnables».

Samia Hurst est bioéthicienne et médecin. Entre autres casquettes, elle est directrice du Département de santé et médecine communautaires de l'Université de Genève. Pour elle, attribuer une valeur à la vie permet de faire le plus de bien possible avec les ressources à disposition: «Lorsqu'on se demande combien dépenser dans la santé, on a deux options. Soit on donne une valeur monétaire à la vie, soit on ne le fait pas et on considère qu'elle a une valeur infinie. Dans ce deuxième cas de figure, il n'y a pas de plafond aux dépenses acceptables pour sauver des vies et on épuise des ressources en pure perte.»

La bioéthicienne a aussi été vice-présidente de la task force scientifique Covid-19. Les mesures de prévention ont-elles tenu compte de la valeur de la vie statistique? Pas si simple, répond-elle. «On ne peut pas simplement regarder ce qu'ont coûté les mesures de prévention et les mettre en regard des vies sauvées.

Déjà parce qu'il est très difficile d'évaluer le coût des mesures. Ensuite, il faudrait savoir ce que ne rien faire aurait coûté. Mais là aussi, c'est compliqué.» Et d'ajouter: «Pendant une longue phase, l'épidémie tue l'économie mieux que les mesures pourraient le faire. Parce que le virus est là. Les gens sont malades, ils ont peur, sortent moins, consomment moins.»

### La guerre, une autre logique

Il est un domaine où l'appréciation de la valeur de la vie change brutalement: les conflits armés. «La guerre, c'est une autre logique», note ainsi Laurent Goetschel, professeur de science politique à l'Université de Bâle et directeur de Swisspeace. Il se souvient de son service militaire dans l'infanterie en 1985: «Notre unité était composée de 20 à 30 personnes. On nous expliquait qu'en cas de guerre, si on avait détruit 1,2 char ennemi, on pouvait tous mourir. C'était notre valeur collective.» L'Etat attend de ses citoyens qu'ils soient prêts à se sacrifier pour lui et son existence vaut davantage que la somme des individus qui le composent, relève le chercheur.

Avec l'émergence de l'intelligence artificielle dans la guerre, la valeur de la vie va-t-elle désormais être définie par des algorithmes? «Ce sont des humains qui paramètrent les algorithmes», rappelle Laurent Goetschel. Ce qui frappe surtout le politologue, c'est que la différence entre civils et militaires est de plus en plus ignorée: «Il y a peu, le fait qu'une bombe tombe sur un mariage suscitait l'effroi. Désormais, des gens sont tués lors de la distribution d'aide humanitaire sans que cela n'intéresse personne. Le droit international humanitaire est bafoué. Il y a une dévalorisation impressionnante et effroyable de ce que signifie la perte d'une vie humaine.» Comment l'expliquer? «On assiste à un mouvement où la guerre est à nouveau considérée comme quelque chose de normal, observe Laurent Goetschel. Or, dès que la guerre redevient une normalité, la valeur de l'individu décroît.»

---

## Le calcul de la valeur de la vie statistique

Pour établir la valeur de la vie statistique en Suisse, l'ARE adapte en fonction de l'évolution du produit intérieur brut et du niveau des prix helvétiques les chiffres de l'OCDE. Cette dernière a réuni dans une méta-analyse un grand nombre d'études internationales. «**Les personnes interrogées y sont confrontées à des décisions concrètes** qui, d'une part, entraînent une légère modification du risque de décès et, d'autre part, ont un coût financier», explique Joséphine Leuba. L'économiste donne l'exemple de la **renovation d'un rond-point qui permettrait de réduire de 0,01% le risque annuel d'accidents mortels**. Sachant que les travaux entraînent des frais de 700 francs par personne, doivent-ils être effectués? Le montant et le niveau de risque proposés varient selon les répondants, ce qui permet d'identifier quelle est la **disposition collective à payer**. Si l'on extrapole les coûts acceptés pour réduire la probabilité de décès à 100%, cela correspond à la valeur d'une vie statistique.

Benjamin Keller est journaliste indépendant à Lausanne.

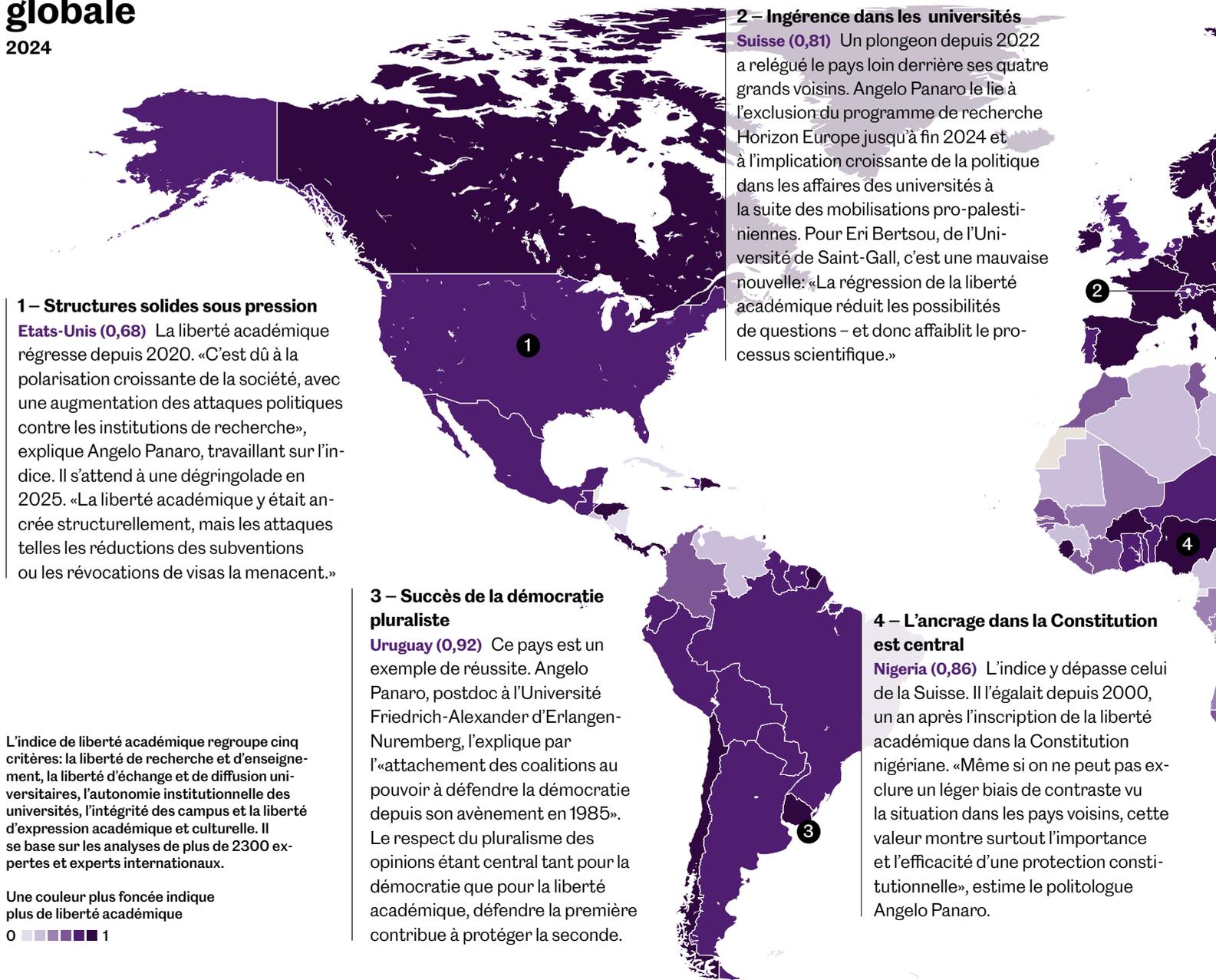
# Prise de température de la science

La confiance en la science demeure globalement élevée, mais la liberté académique, elle, régresse depuis quinze ans. Aperçu.

Texte Sophie Rivara Infographies: Bodara

## Liberté académique globale

2024



### 1 – Structures solides sous pression

**Etats-Unis (0,68)** La liberté académique régresse depuis 2020. «C'est dû à la polarisation croissante de la société, avec une augmentation des attaques politiques contre les institutions de recherche», explique Angelo Panaro, travaillant sur l'indice. Il s'attend à une dégringolade en 2025. «La liberté académique y était ancrée structurellement, mais les attaques telles les réductions des subventions ou les révocations de visas la menacent.»

### 3 – Succès de la démocratie pluraliste

**Uruguay (0,92)** Ce pays est un exemple de réussite. Angelo Panaro, postdoc à l'Université Friedrich-Alexander d'Erlangen-Nuremberg, l'explique par l'«attachement des coalitions au pouvoir à défendre la démocratie depuis son avènement en 1985». Le respect du pluralisme des opinions étant central tant pour la démocratie que pour la liberté académique, défendre la première contribue à protéger la seconde.

### 2 – Ingérence dans les universités

**Suisse (0,81)** Un plongeon depuis 2022 a relégué le pays loin derrière ses quatre grands voisins. Angelo Panaro le lie à l'exclusion du programme de recherche Horizon Europe jusqu'à fin 2024 et à l'implication croissante de la politique dans les affaires des universités à la suite des mobilisations pro-palestiniennes. Pour Eri Bertso, de l'Université de Saint-Gall, c'est une mauvaise nouvelle: «La régression de la liberté académique réduit les possibilités de questions – et donc affaiblit le processus scientifique.»

### 4 – L'ancrage dans la Constitution est central

**Nigeria (0,86)** L'indice y dépasse celui de la Suisse. Il l'égalait depuis 2000, un an après l'inscription de la liberté académique dans la Constitution nigérienne. «Même si on ne peut pas exclure un léger biais de contraste vu la situation dans les pays voisins, cette valeur montre surtout l'importance et l'efficacité d'une protection constitutionnelle», estime le politologue Angelo Panaro.

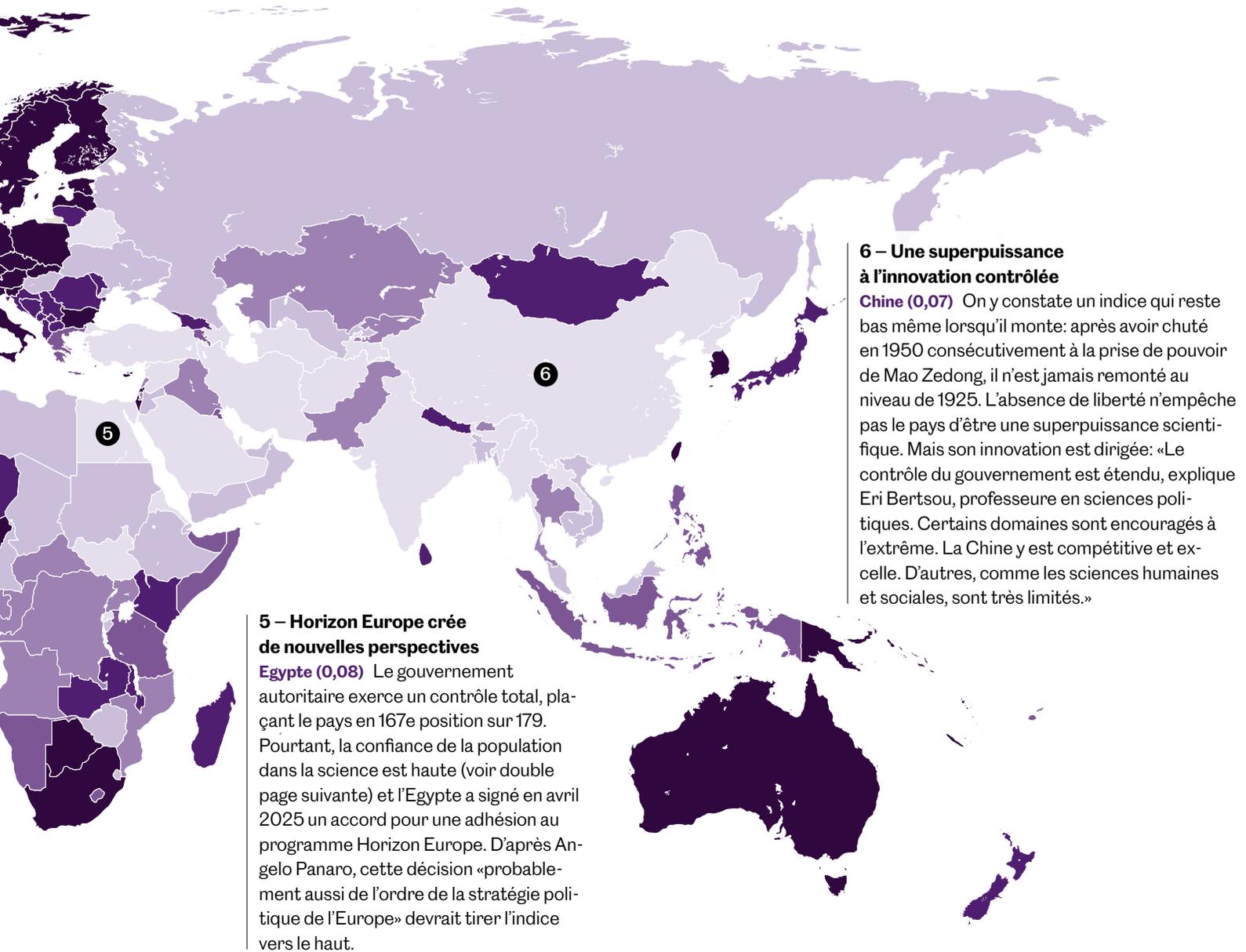
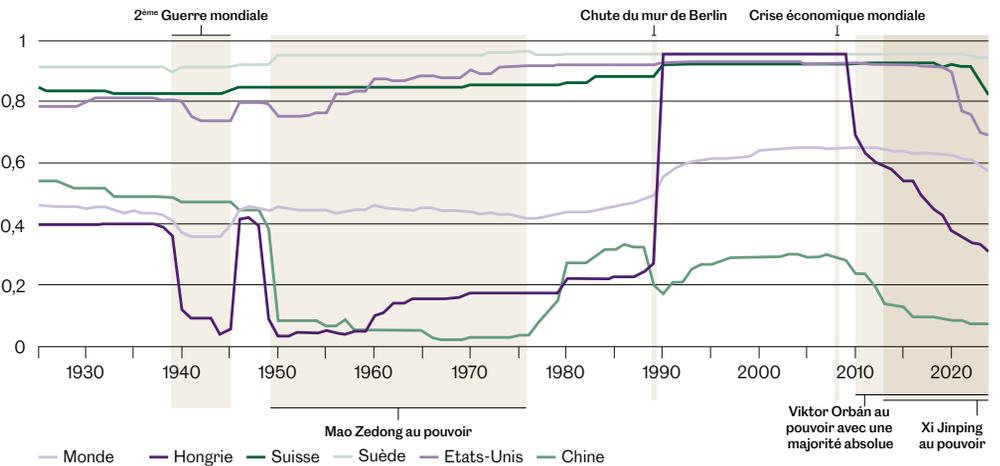
L'indice de liberté académique regroupe cinq critères: la liberté de recherche et d'enseignement, la liberté d'échange et de diffusion universitaires, l'autonomie institutionnelle des universités, l'intégrité des campus et la liberté d'expression académique et culturelle. Il se base sur les analyses de plus de 2300 expertes et experts internationaux.

Une couleur plus foncée indique plus de liberté académique  
0 ■■■■■■ 1

## La géopolitique fait fluctuer la liberté académique

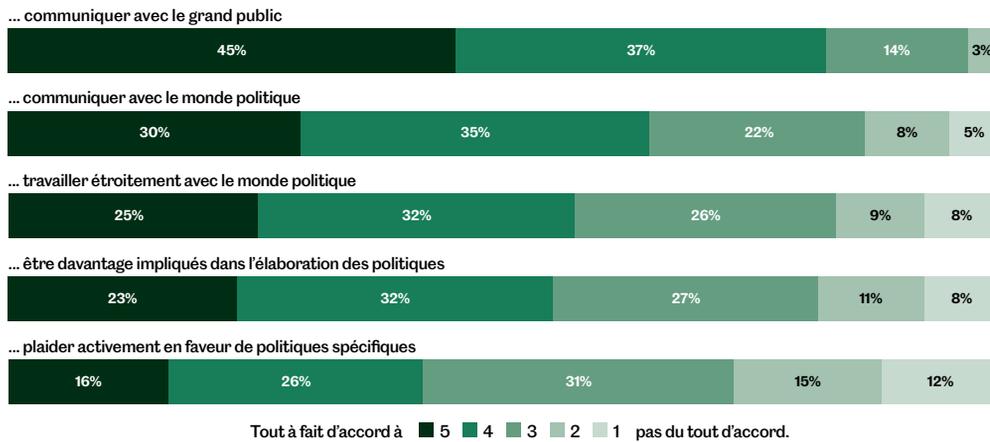
### Un siècle de hauts et de bas en Hongrie

Les bouleversements géopolitiques mondiaux de l'époque se reflètent directement sur la liberté académique. La Hongrie représente bien cette corrélation: son niveau de liberté académique illustre la Seconde Guerre mondiale, le régime autoritaire du bloc de l'Est, la chute du mur de Berlin, puis le glissement vers un nouveau régime autoritaire depuis le début du second mandat de Viktor Orbán – à la majorité absolue. A l'échelle mondiale, l'indice n'a cessé de décliner depuis la crise économique de 2008. L'indice est calculé annuellement depuis 2022, avec effet rétroactif jusqu'en 1900.



Source: Outils cartographiques, outils graphiques et base de données (v15) du projet de recherche international The Varieties of Democracy (V-Dem)

## Sondage en Suisse: Les scientifiques devraient...



### S'informer, ne pas intervenir politiquement!

En Suisse, 83% des personnes sondées pensent que les scientifiques devraient communiquer avec le public. Mais plus cela devient politique, plus ce taux diminue: 65% des gens soutiennent une communication avec les politiciens, et seuls 42% sont d'accord avec l'idée que «les scientifiques devraient plaider activement en faveur de politiques spécifiques». Une moindre acceptation que Viktoria Cologne, experte de la confiance en la science, nuance: «La part d'indécis atteint presque un tiers. Donc on voit que, globalement, les gens soutiennent l'implication des scientifiques en politique.»

## La confiance mondiale dans les scientifiques

2022-2023

### 1 – Les leaders plutôt que le peuple

**Etats-Unis (3,9)** Le Pew Research Center a montré une baisse entre 2020 et 2023, puis un léger regain en 2024, indique Viktoria Cologne, du Collegium Helveticum à Zurich. Une versatilité logique dans le climat actuel: si la confiance dans la science est liée au degré de progressisme d'un pays, l'étude conclut toutefois que «les dirigeants politiques sont davantage responsables des différences que ne le sont les opinions de la population».

Viktoria Cologne et Niels Mede, spécialistes de la confiance en la science et de sa perception, ont lancé le projet «Trust in scientists and science-related populism» dans les universités de Harvard et de Zurich. En 2022-2023, 241 expertes et experts basés dans 68 pays y ont évalué la situation au moyen d'un questionnaire. La confiance a été calculée en combinant les perceptions suivantes: compétence, intégrité, bienveillance et ouverture d'esprit des scientifiques. Echelle de 1 à 5.

Une couleur plus foncée indique une plus grande confiance  
3,1 ■■■■ 4,3

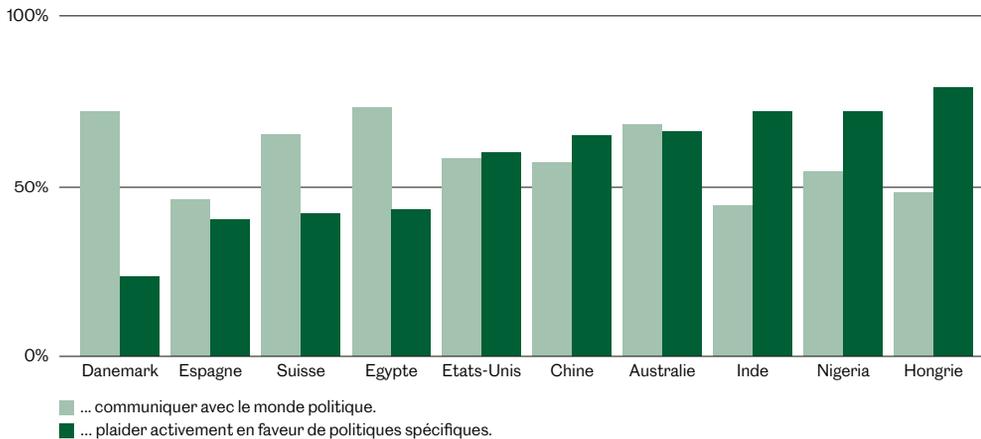
### 2 – La culture anti-élitiste est déterminante

**Suisse (3,5)** Le pays affiche un résultat médiocre, similaire à celui de ses voisins. «Mais cela reste haut dans l'absolu. D'autres études ont montré que la science inspirait plus confiance que les actrices et acteurs médiatiques ou gouvernementaux», précise Viktoria Cologne. Cela reflète peut-être aussi une culture européenne de la remise en question, «pas forcément négative». Quant à la politologue Eri Bertson, elle mentionne la culture antiélitiste suisse: «Une scientifique n'est pas perçue comme pesant plus que n'importe quel autre citoyen.»

### 3 – La science répond aux injustices

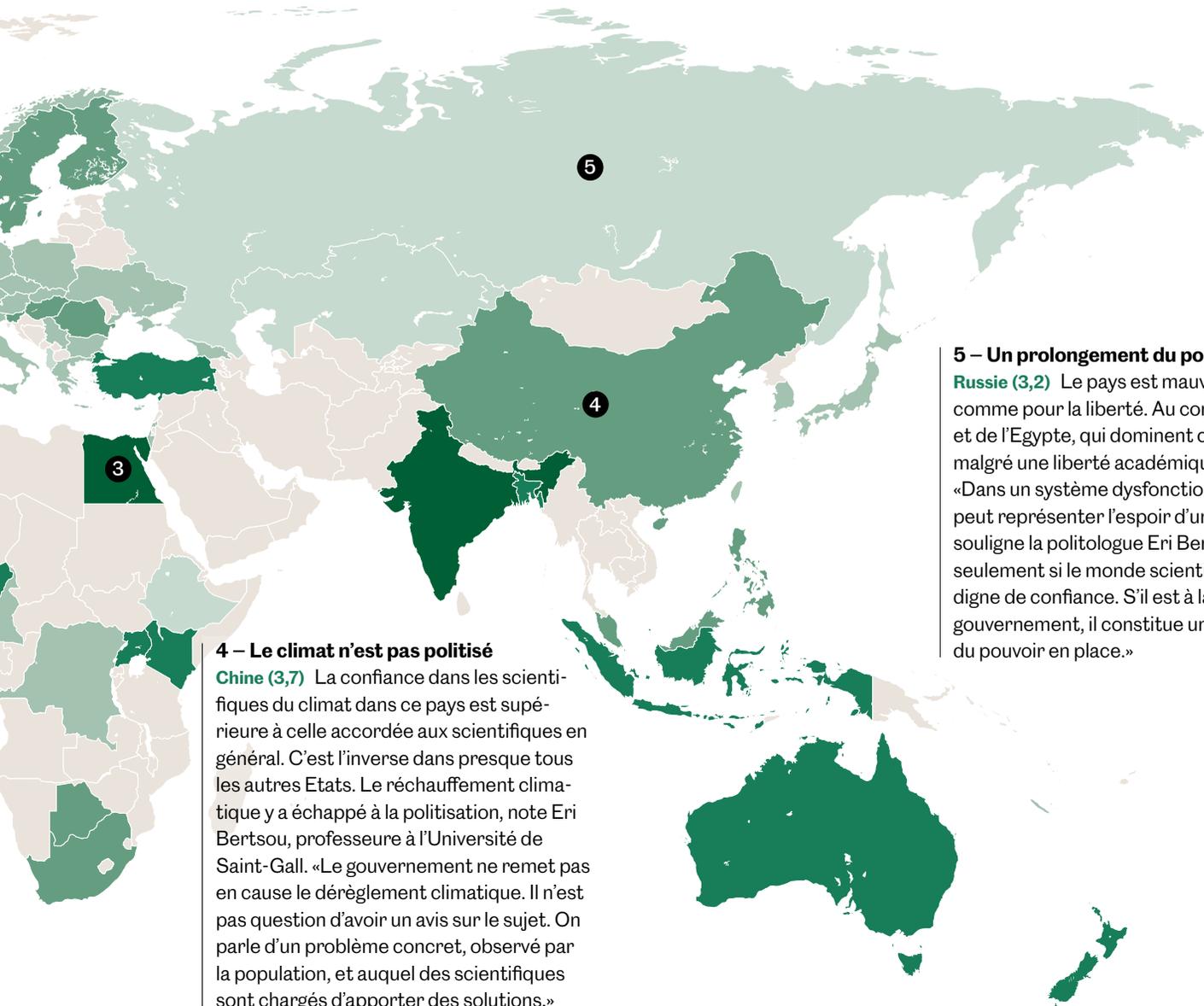
**Egypte (4,3)** Le pays caracole en tête du classement, juste devant l'Inde et le Nigeria. Plus généralement, là où les inégalités et la perception de la corruption sont hautes, la confiance en la science l'est aussi. «Mais il faudrait des analyses complémentaires, prévient la spécialiste de la démocratie Eri Bertson. Il est difficile d'affirmer qu'il ne reste pas de biais liés à la méthode.»

## Sondage global: Les scientifiques devraient...



### L'activisme moins bien vu en Europe

La majorité des pays d'Europe sont, comme la Suisse, pour la communication, mais peu favorables à un engagement politique actif des scientifiques. Le Danemark y est même plutôt hostile, avec seulement 23% de personnes pour. Si l'Egypte se range aussi du côté européen, une exception notable est la Hongrie, où 79% de gens se prononcent pour ce «plaidoyer actif». Un enthousiasme partagé par le reste du monde, de l'Amérique à l'Océanie, en passant par l'Afrique et l'Asie. «Ces résultats sont intéressants et appellent d'autres analyses», commente Eri Bertsou.



#### 4 – Le climat n'est pas politisé

**Chine (3,7)** La confiance dans les scientifiques du climat dans ce pays est supérieure à celle accordée aux scientifiques en général. C'est l'inverse dans presque tous les autres Etats. Le réchauffement climatique y a échappé à la politisation, note Eri Bertsou, professeure à l'Université de Saint-Gall. «Le gouvernement ne remet pas en cause le dérèglement climatique. Il n'est pas question d'avoir un avis sur le sujet. On parle d'un problème concret, observé par la population, et auquel des scientifiques sont chargés d'apporter des solutions.»

#### 5 – Un prolongement du pouvoir

**Russie (3,2)** Le pays est mauvais élève, comme pour la liberté. Au contraire de l'Inde et de l'Egypte, qui dominent ce classement malgré une liberté académique faible. «Dans un système dysfonctionnel, la science peut représenter l'espoir d'une alternative, souligne la politologue Eri Bertsou. Mais seulement si le monde scientifique apparaît digne de confiance. S'il est à la solde du gouvernement, il constitue un prolongement du pouvoir en place.»

# Après la pandémie, c'est avant la pandémie

Le monde a été mal préparé à la propagation rapide du coronavirus.  
Ce que la Suisse pourrait mieux faire la prochaine fois.

Texte Yvonne Vahlensieck

«C'est évident qu'une nouvelle pandémie surviendra. La question est de savoir dans combien de temps», résume Kaspar Staub. Il semble toutefois que l'intervalle entre les pandémies se raccourcisse, note l'historien et épidémiologiste à l'Institut de médecine évolutive de l'Université de Zurich. Il travaille notamment sur les épidémies du passé.

Ses recherches montrent qu'attirer l'attention et mobiliser des ressources pendant une pandémie n'est pas vraiment un souci en Suisse. Mais les choses se compliquent dès la crise surmontée. Les spécialistes appellent cette perte de mémoire collective «Katastrophenlücke», ou «lacune de catastrophe». Pour Kaspar Staub, il est bien entendu compréhensible que les gens ne vivent pas constamment en état d'alerte, «mais c'est justement pourquoi nous devons créer une base de connaissances et des ressources dès maintenant – pour que certaines données soient prêtes lorsque la prochaine pandémie surviendra», souligne-t-il.

## Une cohorte prête en cas d'urgence

À l'Université de Berne, l'équipe de Nicola Low commençait déjà à préparer la prochaine pandémie quand sévissait le Covid-19, car des lacunes sont alors apparues de manière flagrante. «Nous ignorions par exemple le nombre et la fréquence des contacts entre les gens en Suisse», explique l'épidémiologiste. Ce genre d'information est crucial, notamment pour modéliser les contaminations et offrir une base de décision pour les mesures possibles. L'obligation du port du masque est-elle utile, la fermeture des écoles nécessaire?

«Sans valeurs de référence, nous volons à l'aveuglette», lance Nicola Low. Au Multidisciplinary Center for Infectious Diseases, son équipe a donc lancé l'étude de cohorte Bready portant sur la préparation à une pandémie. Unique en Europe et soutenue par la fondation suisse Vinetum, l'étude veut recruter 1500 ménages du canton de Berne. Après un premier examen médical, l'équipe collecte des infor-



Photo: Keystone / Magnum Photos / Cristina de Middel

La grippe aviaire provoquera-t-elle une nouvelle pandémie chez l'être humain? Les scientifiques ne peuvent pas le prédire, mais ils peuvent se préparer à cette éventualité.

mations sur certaines pathologies à l'aide de questionnaires et d'échantillons sanguins annuels, prélevés par les participantes et les participants eux-mêmes au bout d'un doigt. Ainsi, les scientifiques peuvent par exemple suivre comment diverses maladies infectieuses se propagent au sein d'une famille. Les animaux domestiques sont aussi inclus, car les agents pathogènes se transmettent souvent de l'animal à l'homme et inversement.

De plus, la cohorte bernoise doit servir de force d'intervention rapide en cas de pandémie. L'équipe disposerait déjà d'un groupe bien caractérisé de participantes et participants pour identifier les corrélations importantes presque en temps réel. Par exemple: si des anticorps déjà présents dans le sang protègent contre le nouvel agent pathogène. Mais il n'y a pas que les facteurs humains qu'il s'agit de mieux comprendre. On en sait également trop peu sur les agents pathogènes. Lors de la pandémie de Covid-19, il n'avait nullement été anticipé que les personnes infectées puissent être contagieuses autant de temps avant l'apparition des symptômes. Les plans de pandémie suisses étaient fondés sur la grippe, pour laquelle ce délai est plus court. Que le SARS-CoV-2 se propage efficacement par voie aérienne était également inattendu. «Une infection par aérosols est très difficile à endiguer», souligne la virologue Silke Stertz de l'Université de Zurich. Mais la compréhension de ce processus étant encore très lacunaire, il est difficile de développer des contre-mesures efficaces.

C'est pourquoi elle avait déjà mis au point un dispositif pour produire des gouttelettes infectieuses avant la pandémie de Covid-19. Réalisé en collaboration avec une équipe de l'EPFL et de l'ETH Zurich, celui-ci permet d'étudier par exemple l'effet de la composition de l'air ambiant sur la survie des virus. «Comprendre ces phénomènes pourrait susciter de nombreuses nouvelles approches de lutte contre les infections», souligne la chercheuse.

### Plus vite vers un vaccin

Des contre-mesures adéquates peuvent ralentir la progression d'une pandémie à son début. Le meilleur moyen de l'arrêter reste toutefois la vaccination. «Dans le cas du SARS-CoV-2, il n'a fallu que 326 jours entre le séquençage du virus et le déploiement du vaccin. Ce fut incroyablement rapide», souligne Aurélia Nguyen, directrice adjointe de la Coalition pour les innovations en matière de préparation aux épidémies (CEPI), une ONG basée à Oslo. Lors de la prochaine pandémie, un vaccin devrait être disponible en moins de cent jours,

### Et le prochain agent pathogène pourrait être...

Pathogène X: c'est ainsi que les spécialistes appellent l'**agent infectieux encore inconnu de la prochaine pandémie**. Les candidats comprennent la grippe et les coronavirus, mais également des virus moins connus, comme l'hantavirus répandu chez les souris. Autre possibilité: un tout nouvel agent pathogène.

La prochaine pandémie sera probablement une zoonose, avec un agent qui passe de l'animal à l'humain, s'accordent à dire la plupart des spécialistes. Le plus grand danger vient des virus respiratoires **qui se transmettent par l'air, tel le SARS-CoV-2**, et non par contact avec la peau, comme la variole du singe. Certains virus sont surveillés et les cas de maladie sont suivis ou les gènes séquencés, afin de détecter à temps les mutations dangereuses pour l'humain. «**Mais nous n'avons pas les capacités nécessaires pour surveiller tous les virus à grande échelle**», souligne la virologue Silke Stertz de l'Université de Zurich.

Actuellement, la grippe aviaire, qui s'est propagée aux vaches aux Etats-Unis, figure en tête de liste des préoccupations. Quelques humains ont également été infectés. Toutefois, Silke Stertz donne le signal provisoire de fin d'alerte: **la contamination ne serait possible qu'à forte dose de virus en cas de contact étroit avec des vaches**. Le virus ne présente encore aucune mutation rendant possible la transmission entre humains. «Cela ne signifie pas que cette adaptation ne se produira pas à un moment donné», précise-t-elle.

selon la CEPI. «Cela sauverait d'innombrables vies humaines et ferait une différence fondamentale dans l'évolution de la situation», dit Aurélia Nguyen. Le plan est ambitieux, d'autant plus que personne ne sait quel agent infectieux sera à l'origine de la prochaine pandémie (lire encadré ci-dessus).

C'est pour cette raison que la CEPI poursuit des approches diversifiées afin d'identifier les familles de virus les plus dangereuses, basées sur l'IA et sur d'autres méthodes. L'ONG préconise le développement de vaccins pour les membres connus de ces familles. «En cas de pandémie, il n'y aura plus qu'à introduire dans ces vaccins préparés le composant correspondant au virus spécifique», poursuit Aurélia Nguyen. D'autres mesures comprennent la préparation d'études cliniques, la concertation avec les autorités de régulation ainsi que la mise en place de sites de production dans le monde entier, y compris les pays du Sud global. L'ONG ne mise pas uniquement sur les vaccins à ARNm. Ceux-ci présentent certes de nombreux avantages, comme un développement et une production rapides, mais ils ont des limites, tel le besoin d'une chaîne du froid ininterrompue, selon Aurélia Nguyen. D'autres types de vaccins pourraient offrir une protection plus durable. La chercheuse considère aussi comme prometteuse la recherche sur les vaccins immunitaires agissant contre une grande partie de la grippe, des coronavirus ou d'autres familles. Leur effet ne serait peut-être pas toujours optimal, mais devrait suffire en attendant qu'un vaccin spécifique soit prêt.

Les préparatifs ne sont certes utiles que s'ils sont appliqués en cas de pandémie. L'adoption, en mai 2025, de l'accord de l'OMS sur les pandémies constitue un signe encourageant, selon Aurélia Nguyen. Les pays membres s'engagent notamment à coopérer en matière de chaînes d'approvisionnement et à échanger des informations. Les Etats peuvent néanmoins continuer à décider souverainement de mesures telles qu'un confinement.

### Plus seulement la grippe

Le gouvernement suisse s'emploie également à mettre en œuvre les enseignements tirés de la dernière pandémie. En juillet dernier, le Plan national de lutte contre la pandémie révisé a été publié. Contrairement au précédent, celui-ci ne se concentre plus uniquement sur la grippe, mais également sur les virus respiratoires en général. Autre nouveauté: son format en ligne, qui permettra d'effectuer des mises à jour et des adaptations en continu.

Reste encore à voir dans quelle mesure les nouvelles connaissances scientifiques seront effectivement prises en compte dans la lutte contre la prochaine pandémie. «Nous pouvons générer des données, mais c'est la politique qui décide en fin de compte de ce qu'on en fait», rappelle Eva Maria Hodel, cheffe de projet de Bepredy. En attendant, son équipe s'attelle déjà à engager le dialogue avec les décideurs.

Yvonne Vahlensieck est journaliste scientifique indépendante à Bâle.



En 1963, à la gare centrale de Zurich, des travailleurs immigrés italiens montent dans un train spécial qui les emmène voter dans leur pays. Photo: Keystone/Photopress-Archiv

## Les enfants cachés

Au XXe siècle, la Suisse a interdit le séjour des enfants de saisonniers. Cette mesure fut un traumatisme pour beaucoup de personnes concernées, selon l'étude du socio-anthropologue Salvatore Bevilacqua.

Texte Urs Hafner

Après les enfants placés, communément appelés «enfants placés de force», est-ce désormais au tour des «enfants du placard» de faire leur entrée sur la scène politique? Cette expression, utilisée tant par les médias que par les scientifiques, désigne les quelque 500 000 enfants dont la présence était prosaïquement interdite en Suisse dans la seconde moitié du XXe siècle, alors que leurs parents italiens, espagnols, portugais, yougoslaves ou turcs travaillaient ici. En effet, la réglementation, basée sur le statut de saisonnier, interdisait aux personnes titulaires d'un permis de travail temporaire de faire venir leurs proches.

Les enfants étaient les premières victimes de cette politique. Tous n'ont pas été cachés par leurs parents dans des placards ou sous des lits. La plupart vivaient dans leur pays d'origine chez leurs grands-parents, dans des foyers près de la frontière helvétique ou au sein de familles d'accueil en Suisse.

Les sociologues genevois Toni Ricciardi et Sandro Cattacin ont été parmi les premiers à étudier ce sujet et à en donner des estimations chiffrées: environ 50 000 enfants de travailleuses et travailleurs immigrés ont séjourné illégalement en Suisse entre 1949 et 1975. Soit tout de même un dixième de ceux dont le séjour était en principe interdit. Leurs parents leur avaient bien inculqué qu'ils ne devaient pas se faire remarquer. Beaucoup de ces enfants n'allaient pas à l'école, ni chez le médecin.

### Rupture entre frères et sœurs

«Pour la quasi-totalité des concernés, l'enfance a été traumatisante. Ils vivaient avec le sentiment permanent d'être illégitimes. Cela reste vrai aujourd'hui», note Salvatore Bevilacqua, anthropologue social à l'Université de Lausanne. Il a interrogé une trentaine de personnes concernées dont les parents venaient du Portugal ou d'Espagne. Celles-ci avaient

d'abord souvent effacé leur enfance de leur mémoire – «elles ne veulent ou ne peuvent pas se souvenir des événements douloureux». A cela s'ajoute la rupture intergénérationnelle, qui est aussi une rupture entre frères et sœurs. La séparation des parcours de vie entraîne en outre un sentiment d'injustice: pourquoi ma sœur a-t-elle pu rester chez ma grand-mère, pourquoi mes parents m'ont-ils placé en foyer?

La fragmentation de la mémoire et la rupture familiale finissent par provoquer une blessure identitaire, explique Salvatore Bevilacqua. Ces expériences peuvent de plus avoir un impact négatif sur le développement, «parce que les enfants avaient trop peu de contacts avec d'autres enfants ou avaient le sentiment d'être de mauvaises personnes puisqu'on devait les cacher». Beaucoup de concernés souffrent toujours de ces blessures.

Les familles ne sont-elles pas presque toutes marquées par l'indicible, les ruptures, les tabous et les larmes? «C'est vrai, mais les familles de saisonniers n'étaient pas acceptées en raison du permis de séjour temporaire. Derrière ce statut se cache une forme de pouvoir administratif qui s'accompagnait généralement de précarité économique.»

### Excuses exigées des autorités

Selon le chercheur, l'entretien a eu un «effet cathartique» sur beaucoup des personnes qu'il a interviewées. Cela peut les amener à s'engager dans les questions de politique migratoire, comme Salvatore Bevilacqua lui-même. Il a grandi en Italie pendant que ses parents travaillaient en Suisse. Avec d'autres gens concernés, actifs au sein de l'association Tesoro, il demande notamment que les autorités présentent leurs excuses, identifient les responsables et veillent à ce que cette injustice ne se reproduise plus.

Sandro Cattacin est convaincu que la question des enfants du placard aura un jour une dimension sociopolitique similaire à celle des enfants placés de force: «Nous sommes confrontés à un nouveau chapitre sombre de l'histoire qui doit être mis en lumière.» Il présume que la Suisse officielle sera bientôt impliquée. Or, ce chapitre n'est pas clos. Les obstacles au regroupement familial restent importants. Une initiative visant à interdire aux personnes admises à titre provisoire de faire venir leur famille en Suisse a récemment été acceptée par le Conseil national. Elle a échoué de peu seulement aux Etats.

Urs Hafner est journaliste indépendant à Berne.

# Quand le mannequin transpire ou frissonne

Au bureau, les uns ouvrent sans cesse les fenêtres, les autres restent emmitouflés. A l'aide de mannequins high-tech d'apparence humaine, des scientifiques tentent de résoudre ce dilemme.

Texte Johannes Giesler

Elle rafraîchit en été, réchauffe en hiver: la climatisation est devenue indissociable de notre quotidien. Mais aussi fiable soit-elle, elle répond rarement à toutes les attentes: frissons d'un côté, envie de fraîcheur de l'autre. Une même climatisation pour toutes et tous ne satisfait souvent personne et consomme d'énormes quantités d'énergie. L'Agence internationale de l'énergie estime que les climatiseurs contribuent significativement à l'augmentation de la demande en électricité. Le fait que cette dernière provienne principalement de sources fossiles à l'échelle mondiale crée un cercle vicieux aux conséquences graves: plus de chaleur, plus de besoins en climatisation, plus d'électricité, plus d'émissions nocives.

Agnes Psikuta s'efforce de lutter contre ce phénomène: «Nous voulons moins refroidir les bâtiments en été et moins les chauffer en hiver. Pour ce faire, nous équipons les lieux de travail de solutions individuelles – un microclimat pour tout un chacun en quelque sorte», explique la chercheuse de l'Empa, le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche. «Nous améliorons ainsi le confort du personnel tout en économisant jusqu'à 60% de l'énergie du bâtiment.»

## 1,80 mètre, 35 kilos, 144 micropores

Coussins et tapis chauffants, panneaux rayonnants à hauteur de bureau, mini-ventilateurs pour les mains et le visage: de nombreuses solutions existent pour garantir un bien-être personnalisé. Mais quelle est la bonne combinaison pour réduire la consommation d'énergie et augmenter le confort? Pour y répondre, Agnes Psikuta s'appuie sur le Swiss Manikin Research Center. L'infrastructure de recherche mise en place fin 2024 se compose principalement de deux mannequins high-tech, baptisés ANDI (sigle de «Advanced Mutant Dynamic instrument») et HVAC (sigle de «Heating, Ventilation, Air Conditioning»). A la pointe de la technologie dans leur domaine, ils ont été construits par une entreprise américaine selon les souhaits de la chercheuse. «Ils disposaient de capteurs et de capacités uniques lorsque nous les avons commandés.» En d'autres termes: faute de mannequins d'essai comparables, ils ont été perfectionnés jusqu'à ce que leur validation soit parfaite.

ANDI mesure environ 1,80 m et pèse 35 kg. Il possède 35 zones corporelles qu'il peut chauffer et refroidir – une véritable innovation. Cette fonction se déclenche lorsque la température cutanée du mannequin augmente. Cela permet de quantifier la perte et l'absorption de chaleur. Grâce à ses 144 micropores, ANDI peut même transpirer et ainsi simuler les réactions thermiques du corps humain. Son réseau finement maillé de capteurs de flux thermique lui permet de détecter et de mesurer l'énergie émise ou absorbée de chaque partie du corps.

HVAC, le partenaire d'ANDI, est légèrement plus petit et moins lourd. Mais il est équipé de 46 combinaisons de capteurs qui enregistrent la vitesse de l'air, la température, l'humidité relative ainsi que le rayon-



Photo: Therme metrics

ANDI, le mannequin sophistiqué, peut même transpirer grâce à ses micropores.

nement à ondes courtes et longues sur l'ensemble du corps. Il mesure ainsi toutes les influences climatiques auxquelles il est soumis: par exemple, pour savoir à quel point la chaleur ressentie émane d'un radiateur ou des rayons du soleil qui passent à travers une fenêtre.

«Pour la première fois, nous pouvons mesurer avec précision la part de chaleur transmise par rayonnement et celle issue du déplacement de l'air», explique Dolaana Khovalyg. Professeure assistante à l'EPFL, elle est responsable de projet et travaille en étroite collaboration avec Agnes Psikuta: «HVAC nous montre donc ce qui vient de l'extérieur et ANDI nous donne à voir les réactions du corps.»

Les scientifiques se basent sur les données collectées pour tester toutes les combinaisons possibles en matière de confort: siège chauffant versus mini-buse d'air, panneau rayonnant versus tapis. Ces mannequins high-tech constituent ainsi une base scientifique solide pour mettre au point de nouvelles normes de bien-être et des systèmes de climatisation réellement économes en énergie. Dolaana Khovalyg précise: «A la fin de notre projet, nous disposerons d'un guide offrant des recommandations pour chaque zone climatique et chaque type de bâtiment.» L'objectif: un bureau du futur moins énergivore et dans lequel personne ne transpire ou n'a froid.

Johannes Giesler est journaliste scientifique indépendant à Leipzig.

# Il a traversé les séries télévisées avec Nietzsche

Stéphane Boutin a analysé les conflits dans les séries TV américaines des années 2000. Il y a un an, le spécialiste en littérature a publié un essai émouvant sur sa maladie de Parkinson. Portrait d'un penseur intense.

Texte Samuel Schlaefli Photo Flavio Leone

Il est rare que des textes écrits par des scientifiques émeuvent un large public et suscitent des lettres de lecteurs. C'est ce qui s'est produit avec un essai personnel publié en mai 2024 dans l'hebdomadaire Das Magazin. Le docteur Stéphane Boutin y raconte sans détour sa maladie de Parkinson récemment diagnostiquée et confie comment elle l'a changé, lui, ainsi que le regard qu'il porte sur le monde. Il y parle de ce que la science sait des causes de la maladie et des lacunes qui subsistent, par exemple sur l'effet de substances neurotoxiques présentes dans les pesticides. «J'ai reçu des dizaines d'e-mails», se souvient Stéphane Boutin. D'anciens camarades de classe lui écrivent, des voisines, des personnes touchées par Parkinson. «Ces réactions m'ont montré à quel point cette maladie est aussi répandue que cachée.»

## Inspiré par le monde de Karl May

Stéphane Boutin a touché les gens avec son texte parce qu'il sait raconter. Enfant, c'est l'auteur allemand Karl May qui fait naître en lui une fascination pour l'écriture, même s'il porte aujourd'hui un regard critique sur le colonialisme et l'exotisme stéréotypé présents dans ses livres. «Karl May était un pionnier de la narration en série. Ses cycles, comme celui se déroulant en Orient, utilisent des motifs récurrents qui font sans cesse avancer le récit.» Il découvre plus tard Stephen King, puis Max Frisch au gymnase de Zurich Enge. L'écrivain alémanique éveille son intérêt pour la philosophie, qu'il étudiera à l'Université de Zurich.

Il y suit les cours d'Elisabeth Bronfen, une professeure de littérature anglaise et américaine qui s'intéresse aux films de Hollywood et aux séries telles que Mad Men. «Elle nous a montré qu'on peut lire et analyser les films aussi bien que les livres pour mettre en évidence les motifs et les structures.» A cette époque, plusieurs séries télévisées produites aux Etats-Unis – comme Les Sopranos – ont commencé à charmer des millions de télé-



spectateurs à travers le monde et sont rapidement devenues un phénomène culturel.

Pour sa thèse, Stéphane Boutin analyse quatre séries télévisées américaines diffusées dans les années 2000: *Les Sopranos*, *A la Maison-Blanche*, *Sur écoute* et *Lost*. «Chaque série dure entre 60 et 100 heures, c'est une énorme quantité de matériel!» Comme il travaille près de dix ans sur sa thèse et que son thème central évolue au fil du temps, il doit regarder toutes les saisons deux fois... presque impossible à faire à côté de son travail d'assistant au département d'allemand. C'est pourquoi l'étudiant met ses conclusions par écrit durant les années covid 2020 et 2021, lorsqu'une bourse lui permet de se concentrer sur son doctorat. Soir après soir, il visionne un ou deux épisodes en prenant des notes avant de consigner ses impressions et réflexions le lendemain.

Dans ce travail, Stéphane Boutin étudie la manière dont les séries représentent et traitent les conflits. Dans *Les Sopranos*, ils restent tacites et sont éliminés par des actes de violence extrême, explique le chercheur. C'est différent dans *A la Maison-Blanche*: ici, les désaccords sont domestiqués dans des discussions et négociés entre les protagonistes selon un idéal de démocratie libérale. Le point de départ de cette analyse culturelle et philosophique des séries télévisées se trouve dans l'œuvre de Nietzsche, notamment dans son modèle de conflit agonistique. Une structure agonistique décrit la tension entre deux forces opposées, par exemple entre des personnages qui se disputent ou entre des idées contradictoires. «Les œuvres de Nietzsche fonctionnent souvent comme un laboratoire dans lequel il expérimente différents schémas agonaux», explique Stéphane Boutin, qui voit dans *Lost* un récit de rédemption suivant des schémas analogues

## «Les réactions m'ont montré à quel point la maladie de Parkinson est aussi répandue que cachée.»

à ceux trouvés chez Nietzsche. «J'ai été fasciné par ce lien entre la philosophie de la fin du XIXe siècle et les séries des années 2000.»

### Partout des personnes avec des tremblements

Aujourd'hui Stéphane Boutin éprouve des sentiments ambivalents sur ses dix années de thèse. Il garde un excellent souvenir de son étude approfondie de Nietzsche et de la narration sérielle, ainsi que de la transmission de connaissances à la prochaine génération en tant qu'assistant. «Mais le fait que travailler le soir et le week-end soit considéré comme normal et la pression pour publier étaient difficilement compatibles avec une jeune famille.» Il voit des amis complètement à bout avant même la fin de leur doctorat. «Aujourd'hui encore, je me demande si les mécanismes de compétition présents dans le système académique favorisent vraiment la qualité.» Il décide ainsi déjà durant sa thèse de ne pas poursuivre sa carrière universitaire une fois son doctorat achevé. Aujourd'hui, il travaille à l'Université de Zurich en tant que coordinateur de programme d'études.

Le diagnostic de la maladie de Parkinson tombe après la fin de son doctorat en 2023. «Je ne sais pas quand les premiers changements ont commencé, ni si le manque de dopamine provoqué par la maladie a été un facteur dans ma décision.» Cette condition chronique

change son regard sur la société. Partout autour de lui, il voit des gens manifestant des tremblements – un symptôme typique de Parkinson – ou se déplaçant avec lenteur – une autre conséquence de la dégénérescence de cellules cérébrales productrices de dopamine. Le système de santé lui apparaît comme centré sur les besoins des personnes «chroniquement en bonne santé, dit-il. Les coûts récurrents de la quote-part pour les médicaments, les primes élevées d'une franchise basse: il faut pouvoir se le permettre.»

Stéphane Boutin a récemment assisté à une lecture du poète sud-tyrolien Oswald Egger à la Maison de la littérature de Zurich. «J'ai remarqué soudain au beau milieu de l'événement que les tremblements avaient disparu. Ma jambe et ma main gauches étaient tout à coup complètement immobiles. Apparemment, le son de la poésie peut procurer des sentiments de bonheur et de détente.» Il vit des expériences similaires lorsqu'il joue ou écoute du piano.

Désormais, il regarde moins souvent des séries. «Le comportement des gens lors du streaming, comme les instants où ils arrêtent de regarder, est désormais analysé en temps réel et ces connaissances sont prises en compte dans la saison suivante.» Stéphane Boutin y voit une analogie avec la parabole de l'éternel retour de Nietzsche: «Par notre comportement quotidien à petite échelle, nous façonnons les schémas structurels par lesquels s'établissent durablement des processus supra-individuels. En d'autres termes, les séries que nous regardons chaque soir sont celles qui seront reproduites à grande échelle.» Pour autant, il ne se voit pas comme un pessimiste de la culture moderne: c'est justement grâce à l'économie du clic que l'offre pour certaines sous-cultures s'est élargie. «C'est une évolution positive». Et elle génère un matériau d'étude grandissant à une nouvelle génération de gens intéressés par la littérature et les sciences culturelles.

Samuel Schlaefli est journaliste indépendant à Bâle.

---

### Un goût pour la créativité et la coordination

Né en 1984 à Kilchberg (ZH), Stéphane Boutin a étudié la philosophie, la littérature allemande et les sciences politiques à l'Université de Zurich. Il y rédige une **thèse sur les structures narratives des crises dans les séries télévisées** tout en travaillant comme assistant de recherche au département d'allemand. Amateur de musique, il travaille de 2004 à 2014 comme rédacteur, chef de projet et membre du comité directeur du label *kuenschli.ch* et y fait ses premiers pas sur les réseaux sociaux. De 2021 à mai 2025, il gère le canal Instagram de la Maison Nietzsche à Sils Maria. Depuis février 2025, il est coordinateur du programme d'études en littérature générale et comparée à l'Institut des langues et littératures romanes de l'Université de Zurich. Il est notamment responsable de **l'administration et du conseil aux études, de la planification des cours et de la communication**. Il vit avec sa compagne et son fils à Zurich.

## La science a besoin de réseaux

Dans le paysage foisonnant des instances scientifiques internationales, les sigles se multiplient: Allea, Easac, Ingsa... Même les initiés peuvent parfois s'y perdre. Mais derrière cette forêt d'acronymes se cache un enjeu fondamental: faire entendre la science suisse, une voix crédible, responsable et connectée aux grands débats mondiaux.

Si les Académies participent activement à ces plateformes, ce n'est ni pour des raisons diplomatiques, purement symboliques, ni pour un simple échange de bonnes pratiques. C'est une nécessité stratégique dans un monde où les grandes orientations de la recherche, de l'innovation et des technologies émergentes sont de plus en plus influencées par des dynamiques globales.

L'Allea, fédération européenne des Académies des sciences et des humanités, permet à la Suisse de contribuer à la définition des standards scientifiques européens, notamment sur la liberté aca-

démique, l'intégrité scientifique ou encore le rôle de la science pour affronter des situations de crise – climatique, sanitaire ou géopolitique. L'Easac relie la science aux politiques européennes dans des domaines comme l'énergie, la biodiversité ou la santé publique. Quant à l'Ingsa, réseau mondial de conseil scientifique aux gouvernements, il rappelle que savoir guider les décideurs est devenu une compétence scientifique et une mission à part entière pour les académies.

Pourquoi est-ce si crucial aujourd'hui? Parce que nous vivons un point d'inflexion historique. Les tensions géopolitiques, la course aux technologies stratégiques et les attaques répétées contre le multilatéralisme redéfinissent les règles du jeu. Les grands blocs investissent massivement dans des domaines clés comme l'intelligence artificielle, les biotechnologies ou l'espace, tout en affirmant des visions concurrentes de la science et de ses finalités.

Dans ce contexte, rester en marge n'est pas une option. La participation de la Suisse à ces réseaux internationaux lui permet de garder une place à la table où s'élaborent les grandes orientations. Elle permet aussi de défendre des valeurs fondamentales: la science comme bien public mondial, la nécessité d'une expertise fondée sur des preuves, l'importance de la diversité des voix scientifiques.

Ce travail prend tout son sens dans un monde instable. Dans cette incertitude, les Académies ont un rôle unique: elles tissent, au-delà des frontières, les fils d'une responsabilité scientifique partagée. Et cela mérite, au-delà des sigles, toute notre attention.



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

Photo: Annette Boutellier

## Une codirection qui mise sur l'excellence et l'avenir



Photo: Adrian Moser

Depuis le 1er avril 2025, Katrin Milzow et Thomas Werder Schläpfer codirigent le Fonds national suisse. Forts de leur expérience au sein du Comité de direction, tous deux inscrivent leur action dans la continuité tout en répondant aux défis actuels du paysage scientifique suisse et international. Leur ambition est de garantir une organisation agile et innovante qui soutient la compétitivité, la qualité et l'indépendance de la recherche. Pour cela, la codirection mise sur un dialogue constant avec les actrices et acteurs du système scientifique, en veillant notamment à assurer une coopération internationale résiliente. L'accent est aussi mis sur des mécanismes de financement efficaces, afin de soutenir une recherche d'excellence au service de la société et de l'avenir du pays.

## Trente ans de coopération avec l'UE en matière de recherche

Swisscore, le bureau suisse de liaison pour la formation, la recherche et l'innovation au niveau européen, a fêté ses trente ans d'existence du 2 au 4 septembre derniers à Bruxelles. L'importance de la coopération en matière de recherche entre la Suisse et l'UE était au centre de la manifestation. Swisscore est financé par le FNS, le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (Sefri) et Innosuisse. Le bureau renforce la présence suisse dans l'espace européen. Swisscore soutient notamment la participation de la Suisse aux programmes de l'UE, informe et contribue au réseautage.

## Procédure d'évaluation du FNS: audit externe

En 2022, le FNS a adapté et harmonisé sa procédure d'évaluation. Un nouveau format de CV a notamment été introduit pour garantir plus de transparence et d'équité, ainsi que pour consolider les principes DORA. Une expertise externe mandatée par le FNS confirme les progrès réalisés, mais révèle aussi un potentiel d'optimisation. Les recommandations concernent surtout la communication sur la procédure et des directives plus claires à propos du CV. Le FNS discute actuellement des résultats et classe les recommandations par ordre de priorité.

## Quel rôle dans la société pour les chercheuses et chercheurs?

De la recherche fondamentale à l'activisme, en passant par le conseil politique, les attentes concernant les fonctions que doit remplir la science dans la société divergent et font parfois l'objet de débats passionnés. Il est important que les scientifiques soient conscients des objectifs sociaux visés par leur travail et des rôles qu'elles ou ils jouent dans ce contexte. Un nouveau guide de l'Académie suisse des sciences naturelles aide à trouver des repères. <https://sciencesnaturelles.ch/id/AqYdf>

## Visiteurs venus d'Ukraine



Fin avril, le Fonds national suisse (FNS) a invité une délégation de la National Research Foundation of Ukraine (NRFU) à passer quatre jours en Suisse. L'objectif de la visite était d'approfondir les échanges sur les stratégies d'encouragement, les procédures d'évaluation et les possibilités de coopération bilatérale. La délégation a rencontré plus de 30 institutions partenaires et en a profité pour visiter l'Institut Paul Scherrer et l'ambassade d'Ukraine. Cette rencontre a largement contribué à renforcer les relations entre le FNS et la NRFU. Elle favorise aussi l'intégration de l'Ukraine dans l'espace européen de la recherche.

## Toujours plus de recherches sur l'IA

Le thème de l'intelligence artificielle (IA) est aujourd'hui omniprésent. L'IA joue un rôle important dans la recherche depuis un certain temps déjà. Ainsi, entre 2011 et 2024, le FNS a soutenu un total de 1304 projets de recherche ayant un lien avec l'IA. Cela correspond à 6% de tous les projets financés. Cette proportion est passée de moins de 5% en 2011 à près de 15% en 2024. Pour cette analyse, le FNS a utilisé une quarantaine de mots-clés cités dans les projets, comme «reconnaissance visuelle» ou «apprentissage automatique». Les résultats fournissent de précieuses indications concernant l'impact de l'IA sur la recherche et son financement.

## Sociologues et historiennes jouent à domicile

Le projet «En terrain connu» de l'Académie suisse des sciences humaines et sociales et de la fondation Science et Cité veut faire vivre la recherche loin des grands centres. Des chercheuses et chercheurs renommés en sciences sociales et humaines retournent sur leurs terres d'origine ou dans un lieu qui leur est cher. Dans un café, une salle de sport, une salle communale ou un bâtiment scolaire, les scientifiques racontent leur parcours et partagent leur passion tout en expliquant pourquoi la recherche est essentielle à notre société. La rencontre et le dialogue sont au cœur de cette manifestation. Une ancienne collègue, un voisin ou toute personne intéressée peut découvrir les coulisses du monde scientifique dans une atmosphère conviviale.

[www.sagw.ch/fr/assh/actualites/en-terrain-connu](http://www.sagw.ch/fr/assh/actualites/en-terrain-connu)

## De nouveaux statuts pour les défis de demain

Lancé en 2021 et désormais en phase de clôture, le projet de réorganisation du FNS a profondément transformé sa gouvernance. Parmi ses évolutions majeures: un Conseil de fondation plus restreint et agile, un Conseil de la recherche doté de compétences stratégiques renforcées et dirigé par un comité, et la création d'une Assemblée des délégués. Les nouveaux statuts et règlements consolident cette structure en faveur d'un soutien à la recherche plus transparent et adapté aux enjeux d'aujourd'hui et de demain.

## Démêler le vrai du faux à l'école



L'intelligence artificielle (IA) est très présente aujourd'hui sur les réseaux sociaux et contribue à la création et à la propagation de fake news et de deepfakes. Avec son projet «All fake – or what? Handling media with confidence – a key skill in the age of AI», Linards Udris reçoit le prix Optimus Agora 2025. Le chercheur de l'Université de Zurich et son équipe vont créer du matériel scolaire pour les jeunes de 12 à 19 ans, disponible en ligne, en allemand. Les élèves pourront identifier et questionner les publications qu'ils consomment quotidiennement, apprendre à utiliser l'IA et produire eux-mêmes du contenu journalistique.

## Directives et conseils sur l'assistance au suicide

En Suisse, le recours à l'assistance au suicide est possible si certains critères sont respectés. Un ou une professionnelle de la santé est libre d'accepter ou de refuser de la pratiquer. L'Académie suisse des sciences médicales (ASSM) se penche depuis des années sur ce thème et a publié les directives médico-éthiques «Attitude face à la fin de vie et à la mort». Elle propose également des informations approfondies en ligne et fournit des réponses compréhensibles aux questions fréquemment posées, même pour les personnes non initiées. Par ailleurs, l'ASSM intervient notamment en tant que conseillère scientifique pour la Session des jeunes, qui débattera en novembre de l'assistance au suicide.

[assm.ch/assistance-au-suicide](http://assm.ch/assistance-au-suicide)

Horizons 144, Dossier:  
«Aux tréfonds du néant»

**Le néant est-il noir ou blanc?**

J'ai raconté une anecdote lors du vernissage de mon livre «Das Einzige – Reflexionen über die Unendlichkeit von nichts» (L'unique – Réflexions sur l'infinité du néant).

un jour: «Au-delà de la fin du monde, il n'y a plus rien, c'est complètement vide. Il n'y a même pas le néant.» Elle a regardé la toile vide et m'a dit: «Mais au-delà de la fin du monde, ce n'est pas blanc, c'est noir.» Comme quoi le néant est représenté en noir, pas en blanc – également dans Horizons.

Hermann Kölbener, auteur, Winterthour

Horizons 145, p. 7: «On perd un créneau horaire pour la science»

**La Première y arrive bien**

Otfried Jarren montre une certaine compréhension pour la suppression du magazine scientifique de la radio SRF: «Comme le dit à raison la SSR, l'engagement à la radio se fait à travers la musique. Les auditeurs changent de fréquence lors de longs passages parlés.» Cela n'est pas forcément vrai. Avec une part de musique faible, d'environ 20%, la radio romande La Première de la SSR est nettement plus axée sur les mots que Radio SRF 1, qui diffuse environ 50% de musique. Et ce, avec un succès commercial similaire.

Avec ses émissions CQFD et Tribu, La Première offre chaque jour près d'une heure et demie de journalisme scientifique de haute qualité! Cela n'a pas grand-chose à voir avec des différences dans les préférences des auditeurs. Il semble plutôt que la demande soit

déterminée par l'offre. La Première fournit clairement davantage de service public. Diffuser de la musique de manière prépondérante n'a pas besoin d'une redvance.

Toni Koller, journaliste, Berne

Horizons 145, p. 38: «Les universités d'élite sont perçues comme ennemies des Etats-Unis»

**Rectification passée sous silence**

Claudia Brühwiler, experte de la culture des Etats-Unis, déclare dans une interview que l'Université de Virginie aurait dépensé chaque année 20 millions de dollars pour des programmes de diversité, d'équité et d'inclusion – sans divulguer la source ou son orientation politique, et sans mentionner la réfutation explicite de l'institution. Cette dernière a déclaré publiquement que ce chiffre était faux, a indiqué un montant nettement inférieur de 6 millions de dollars et a explicité l'origine des deux chiffres. Il ne s'agit pas pour moi de savoir quel chiffre est exact. Mais si cette affaire avait concerné une université suisse ayant pris publiquement position, il aurait été impensable – espérons-le – qu'une telle réfutation ne fût mentionnée ni par l'experte, ni par Horizons. Alors que la science est soumise à une

pression politique croissante, il n'est pas neutre d'omettre la voix de l'institution attaquée. Si Horizons souhaite fournir des orientations en matière de politique scientifique d'importance internationale, il doit rendre les controverses factuelles visibles, contextualiser les sources et faire entendre les voix institutionnelles, au lieu de les ignorer et de les cacher au public.

Nadja Capus, professeure de droit pénal et de procédure pénale à l'Université de Neuchâtel et présidente de la Commission pour l'intégrité scientifique du Fonds national suisse

**Déclaration de la rédaction:**

C'est exact: l'Université de Virginie a corrigé le 22 avril 2024 les chiffres publiés par l'ONG Open-thebooks le 5 mars 2024. La rédaction n'était malheureusement pas au courant de ces événements, mais aurait dû s'enquérir de manière critique de la source des chiffres cités dans l'interview.

**Faites-nous part de votre avis!**

Vous souhaitez réagir à un article? Nous nous réjouissons de vos commentaires sur: @horizons-en.bsky.social ou par courriel à: redaction@revue-horizons.ch. A envoyer jusqu'au 30 septembre 2025 au plus tard.

Photo: mäd



Horizons était invité spécial au vernissage du livre de Hermann Kölbener.

Dans l'éditorial du magazine Horizons, Florian Fisch posait la question: le néant doit-il être représenté en blanc ou en noir? J'ai visualisé le néant avec un écran vide, donc blanc. Lorsque ma petite-fille de 6 ans l'a vu, elle a voulu savoir ce que c'était. Je lui ai répondu que ça avait un rapport avec elle, car elle m'avait expliqué

**Horizons**  
Le magazine suisse de la recherche paraît 4 fois par an en français et en allemand. La version en ligne paraît également en anglais.  
38e année, no 146, septembre 2025.

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

L'abonnement est gratuit: [www.revue-horizons.ch/abonner](http://www.revue-horizons.ch/abonner)

En cas de question ou de souhaits de modification d'abonnement: [abo@revue-horizons.ch](mailto:abo@revue-horizons.ch)

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

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

**Traduction**  
arrow-traduction.ch  
Daniel Saraga

**Correction**  
Lepetitcorrecteur.com

**Rédaction en chef**  
Christophe Giovannini (cgi)

**Editeurs**  
Fonds national suisse (FNS)  
Wildhainweg 3  
Case postale  
CH-3001 Berne  
Tél. 031 308 22 22  
[com@snf.ch](mailto: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](mailto:info@academies-suisse.ch)

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

**Les Académies suisses des sciences** s'engagent sur mandat de la Confédération pour un dialogue équitable entre science et société. Elles représentent la science de manière interinstitutionnelle et interdisciplinaire.

**Impression et litho**  
Stämpfli SA, Berne/ Zurich  
Impression climatiquement neutre,  
[myclimate.org](http://myclimate.org)

Papier: Munken Kristall  
Smooth Brilliant White,  
Magno Star

Typographie: Caslon Doric,  
Sole Serif

**Tirage**  
13 200 français  
28 700 allemand

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

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

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

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

# «Le nouvel accélérateur de particules prévu au CERN est-il bénéfique pour la Suisse?»

**NON** Le CERN est un fleuron de la recherche scientifique. Genève peut être fière d'abriter cette institution qui fait rayonner la connaissance au niveau mondial. C'est donc en amie de la science que je m'interroge sur ce projet. Non pour en nier l'intérêt, mais parce que toute avancée scientifique doit aussi répondre à une exigence de responsabilité. L'accélérateur représente des dizaines d'années de travaux, des centaines de milliers de mètres cubes excavés, des années de camions qui vont et viennent, des champs éventrés. Les estimations parlent de plusieurs dizaines de milliards de francs

pour la construction, sans compter l'entretien ou les coûts énergétiques ultérieurs. Le projet nécessiterait l'équivalent de la moitié de la consommation annuelle du canton de Genève. Dans un monde qui doit répondre à l'urgence climatique, peut-on défendre un tel projet sans s'interroger?

La question démocratique doit aussi être posée. Le Conseil fédéral a lancé une procédure de consultation sur le plan sectoriel du CERN. Le texte n'est pas soumis à référendum, une aberration dans le système politique suisse. Pour un projet d'une telle ampleur, une décision sans débat public est plus que problématique. Je crois à une science ouverte et partagée, pas à une planification faite en catimini et sans l'approbation des populations concernées. La science a principalement besoin de moyens pour affronter les crises actuelles de notre système, climatiques, sociales et économiques. Au vu de ce contexte, l'extension du CERN semble manquer sa cible, à l'heure où la légitimité même de la science est remise en cause de façon inquiétante. Le progrès ne se mesure pas seulement à

l'aune de la prouesse technologique, mais aussi à sa capacité à être compris, partagé et porté collectivement.

Loin d'être uniquement idéologique, ma position est très pragmatique. Elle se base sur la vision d'une science qui ne se déconnecte pas du quotidien des gens, mais qui respecte les citoyennes et citoyens, la démocratie, la biodiversité de nos régions et le climat autant que la curiosité humaine.



Photo: mäd

«Dans un monde qui doit désormais répondre à l'urgence climatique, peut-on défendre un tel projet sans s'interroger?»

**Delphine Klopfenstein Broggin** est conseillère nationale pour Les Vert-e-s genevois-e-s et elle s'engage depuis quelques années dans les débats sur le Future Circular Collider.

**OUI** En tant que physicienne des particules, je suis enthousiasmée par le concept du Futur Circular Collider (FCC), qui ouvre de nouvelles possibilités d'explorer des questions majeures sur notre univers. La recherche fondamentale repose sur la curiosité. Elle ne vise pas des applications pratiques immédiates, mais sert à acquérir des connaissances plus approfondies. Ce sont souvent les découvertes sans utilité évidente au départ qui mèneront à d'importants progrès. La physique des particules, en particulier la recherche au CERN, en fournit de nombreux exemples, comme l'utilisation de faisceaux de particules pour traiter le cancer, l'usage de détecteurs pour l'imagerie ou le développement de l'Internet.

Des gens du monde entier travaillent au CERN pour développer, ensemble, de nouvelles expériences et technologies. Il représente un modèle de coopération internationale fructueuse et pacifique, et contribue de façon décisive à la réputation de la Suisse comme pôle de recherche scientifique de pointe. De plus, c'est un partenaire économique intéressant pour le pays: les commandes passées à l'industrie et aux prestataires de services rapportent jusqu'à trois fois la contribution annuelle au CERN de la Suisse.

La construction de l'accélérateur présente donc aussi un intérêt économique. Et le CERN est un lieu de formation qui, en collaboration avec des universités et des instituts de recherche, fera éclore la prochaine génération de spécialistes en physique, en ingénierie ou encore en science des données. La science suisse en profite largement. Le FCC est un projet extrêmement ambitieux. Il ne peut que l'être s'il entend mener à des découvertes révolutionnaires. Il propose un programme de physique global et unique au monde. L'Europe, à la pointe de la recherche sur les particules, le restera dans les prochaines décennies avec le FCC. Le projet renforce l'idée – particulièrement importante à notre époque – d'un progrès partagé grâce à la collaboration. L'Europe et la Suisse attirent ainsi des talents du monde entier dont les travaux innovants profitent à toutes et tous.



Photo: mäd

«L'Europe est à la pointe de la recherche sur les particules. Avec le FCC, elle le restera dans les prochaines décennies.»

**Lea Caminada** est responsable du groupe de physique des hautes énergies à l'Institut Paul Scherrer (PSI) et professeure à l'Université de Zurich. Elle-même dirige des recherches au CERN.

«Il n'existe  
probablement  
pas de  
science qui  
n'utilise pas la  
photographie.»