

Horizons

Le magazine suisse de la recherche

142 Septembre 2024

Marchander
jusqu'à la dernière
goutte Page 14

Nous avons eu tort et nous sommes adaptés!



Florian Fisch est
codirecteur de la
rédaction d'Horizons

L'eau est déjà – ou sera certainement un jour – à l'origine de conflits armés dans le monde. L'ensemble de la rédaction en était convaincu. D'où notre projet pour le dossier principal de ce numéro d'Horizons: examiner comment les guerres de l'eau pourraient être évitées, voire résolues. Lors de nos recherches préliminaires, il est toutefois rapidement apparu de manière très claire que notre postulat de départ était un mythe, manifestement ancré assez solidement. «La prochaine guerre au Proche-Orient sera menée pour l'eau», disait déjà en 1985, selon la BBC, Boutros Boutros-Ghali, alors ministre égyptien des Affaires étrangères et futur secrétaire général de l'ONU.

Nous avons donc adapté notre thème principal. L'eau joue bien sûr un rôle dans les conflits et la pénurie d'eau est indubitablement un problème accru par la croissance démographique et le changement climatique. D'autres secrétaires généraux de l'ONU l'ont également dit. Notre dossier se concentre ainsi sur la manière de résoudre les conflits à bas seuil liés à l'eau et de remédier à la pénurie d'eau – en Argovie, en Suisse et dans le monde entier.

Adapter notre compréhension du monde au résultat de nos recherches n'était pas un exploit. Nous n'y avons pas dédié notre carrière et cela n'a pas affecté nos valeurs fondamentales, que nous aurions dû changer. Pourtant, que ce soit dans le journalisme, en sciences ou dans la vie en général, il est essentiel de mettre de temps à autre son opinion en accord avec les nouvelles connaissances. En 2017, Tania Lambrozo, psychologue à l'Université de Princeton, le formulait de manière plus élégante sur le blog Edge: «L'évaluation systématique de possibilités alternatives est une caractéristique de la pensée scientifique, mais elle ne se limite pas à la science.»



Dossier: La lutte pour l'eau

16 [Conflits autour de l'élixir de vie](#)
Pourquoi les Etats coopèrent en matière de lacs et cours d'eau

18 [L'autre carte du monde](#)
Traités sur le Nil, le Danube et Cie

20 [Les sources suisses s'assèchent](#)
Comment le Plateau et les villages alpins luttent contre le tarissement

24 [Mission: de l'eau douce propre](#)
Six technologies pour que l'eau coule à flots

Palm Springs, dans le désert californien (couverture), attire les riches. La consommation d'eau y est très supérieure à la moyenne. Pendant la sécheresse de 2015, le niveau du réservoir de Lake Mead (à g.) a baissé de 37 m en deçà de celui de 2000. **Photos: Mustafah Abdulaziz**

4 [En image](#)
Cristaux d'orange faits maison

6 [Nouvelles de politique scientifique](#)
Sans-abri négligés, post-colonialisme controversé et anthropocène refusé

10 [Actualités de la recherche](#)
Le pouvoir des familles riches, le suivi d'insectes migrateurs et le périple de minuscules météorites

13 [Comment ça marche](#)
Du chocolat produit hors champs

28 [Reportage](#)
Au laboratoire des objets anciens



32 [Controverse sur l'antisémitisme](#)
Le fond de la haine des juifs est-il toujours le même?

34 [Comment la Terre s'est faite](#)
Le destin de notre planète en cinq grands tournants

36 [Alternative aux coûteux essais](#)
Essor des modèles virtuels: ce qu'ils peuvent et ne peuvent pas faire

38 [Un coach à la maison](#)
Les malades psychiques désirent rester chez eux

39 [Là-haut dans le ciel](#)
Le trou de la couche d'ozone influence aussi le vent et la météo

40 [Tout proches des singes](#)
Câlins et apprentissage chez le chimpanzé, le gorille – et l'humain

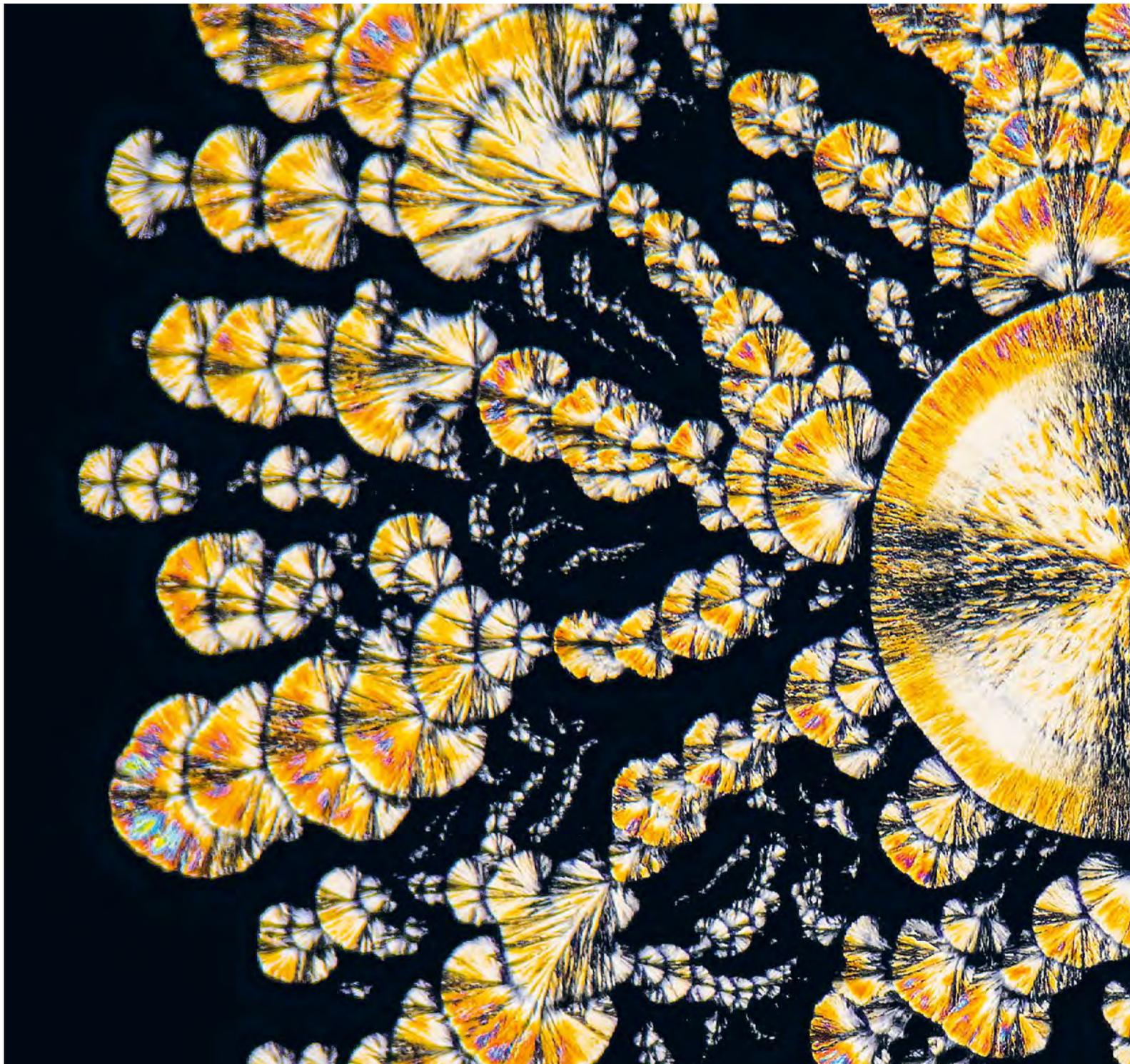
42 [Absolument excellent!](#)
Petit pot-pourri de prix scientifiques

46 [Portrait](#)
Dirk Baier passe la violence au peigne fin



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

51 [Débat](#)
La recherche sur la réduction du rayonnement solaire est-elle dangereuse?

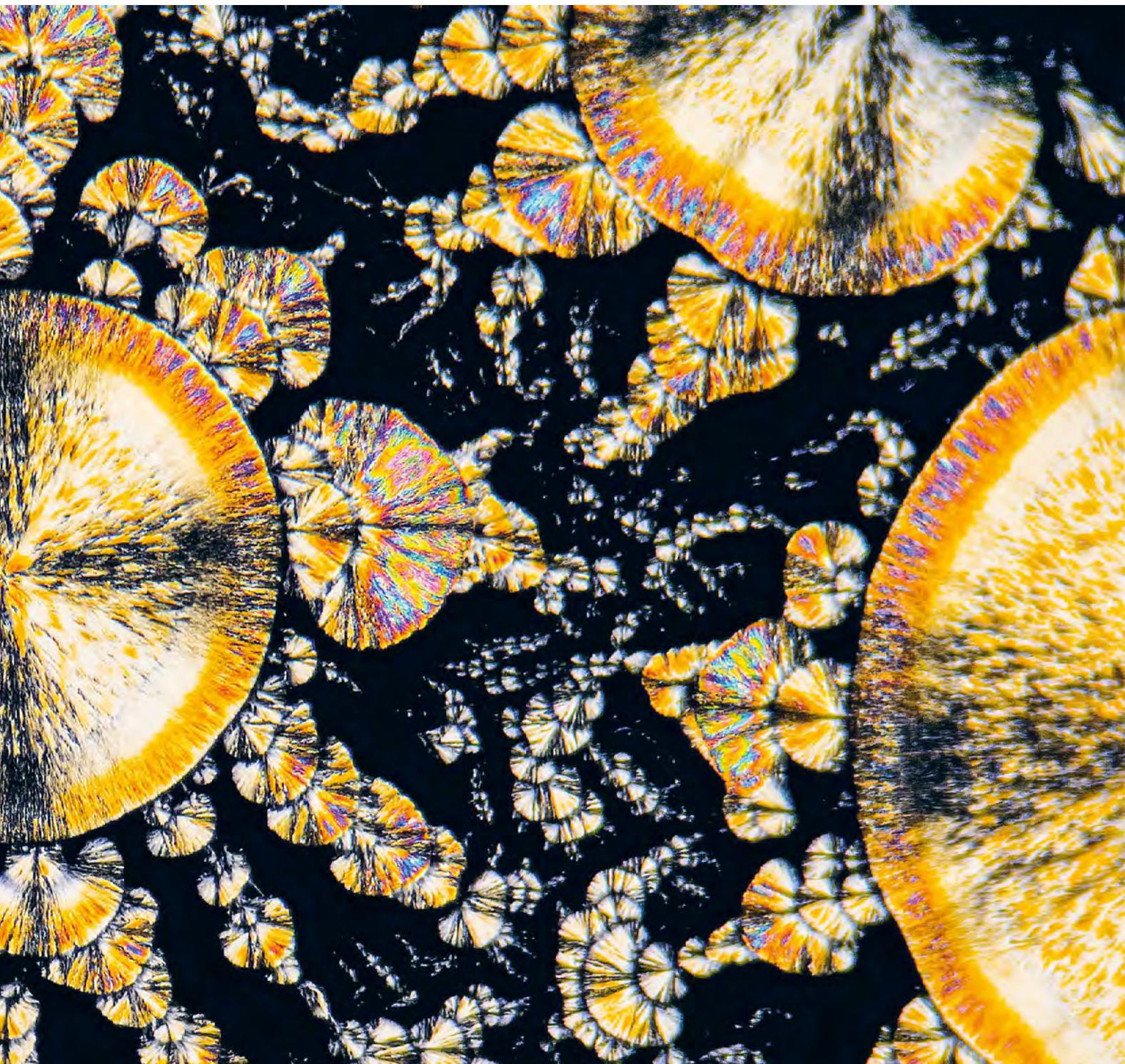


Vitamine C déguisée

On aimerait prendre une fourchette à cocktail et la planter dans la tranche d'orange séchée que l'on grignoterait. Ou laisser la beauté semi-translucide intacte jusqu'à la saison du vin chaud. Cette rondelle aussi appétissante que rayonnante, qui semble prédestinée à se marier à un alcool, est en réalité de la vitamine C sous forme de cristaux. Le biologiste moléculaire David Kubon de l'Université de Zurich a réalisé ce chef-d'œuvre à partir de restes de son travail de

recherche. Il étudie les paramécies, des ciliés unicellulaires, au microscope à fluorescence. Il en résulte des substances nocives pour les cellules. «On peut atténuer ce phénomène par l'ajout de capteurs de radicaux libres au liquide dans lequel nagent les paramécies. La vitamine C est une solution bon marché», explique-t-il.

Le doctorant effectue ses recherches au laboratoire de l'université, mais aussi chez lui,



où il est tributaire du prix des matériaux. «Cette photo provient de mon laboratoire amateur», note-t-il, en précisant que son ancienne chambre d'enfant abrite dix microscopes et une centrifugeuse. Les clichés de vitamine C ont été pris avec un appareil vieux de trente ans. «J'ai simplement écrit aux services d'imaging facility de diverses hautes écoles pour demander si elles avaient du matériel dont elles ne se servaient plus.» L'Université de Magdebourg lui a finalement

cédé un Olympus, le premier microscope entièrement automatique, y compris la commande de l'exposition. Ce qui se faisait de mieux à l'époque, note-t-il.

Quand le liquide contenant les paramécies et la vitamine C s'assèche, il reste des cristaux. Il les examine à chaque fois minutieusement, car «ils ont l'air cool» sous la lumière polarisée. «Et en même temps, ils sont toujours différents. On ne peut pas les choisir, de

même que la couleur.» Les images sont aussi rarement symétriques et en général très aléatoires. «Sur cette photo, toutefois, des structures bien précises se sont répandues.» Voilà pourquoi il l'a soumise au Concours FNS d'images scientifiques. C'est ainsi que des cristaux de vitamine C déguisés en tranches d'orange sont devenus un ingrédient appétissant du menu d'Horizons.

Judith Hochstrasser (texte), David Kubon (photo)

Lu et entendu

«Le Japon a une longueur d'avance.»

Photo: m&ad



Dans la revue *Nature*, **Kathleen Shearer, responsable des dépôts numériques** des travaux de recherche et des jeux de données en libre accès au Canada, fait l'éloge du plan mis en œuvre par le Japon. Le gouvernement du pays **investit 63 millions de dollars** dans des sites web gérés par des institutions de recherche pour des travaux scientifiques et jeux de données qui devront **être en libre accès dès avril 2025**. La Canadienne salue ce plan appliqué «peu importe où l'on publie, et si l'on paie des frais pour ce faire ou pas».

Sans-abrisme inexploré

Même dans les académies, les sans-abri sont logés à la mauvaise enseigne, note le *Harvard Magazine* en avril 2024. La recherche sur ce thème serait lacunaire. A Harvard, il existe tout de même depuis 2019 l'Initiative on Health and Homelessness qui attire toujours plus d'étudiantes et d'étudiants. Pour son directeur, Howard Koh, «le sans-abrisme sape les fondements de la société». Dans l'une des rares études sur ce thème, la chercheuse en services de santé Jill Roncarati a notamment constaté en 2018 que le taux de mortalité des sans-abri de Boston était dix fois plus élevé que celui de la population générale.

L'an dernier, une large enquête menée en Californie, où vit près d'un tiers des sans-abri du pays, a démontré que deux tiers d'entre eux et elles présentent des symptômes de problèmes psychiques. Et près de la moitié d'entre eux qualifient leur propre santé physique de mauvaise.

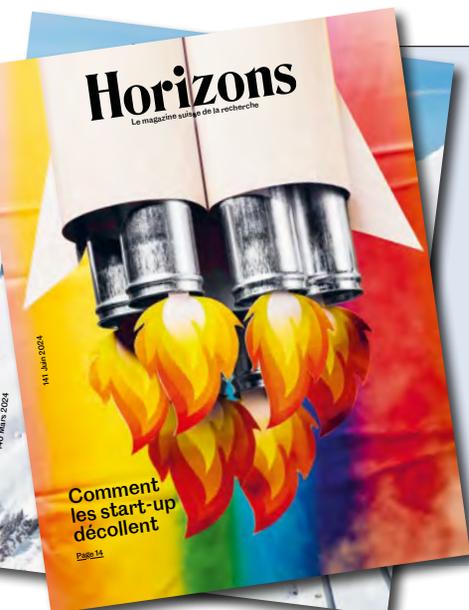
Howard Koh relève qu'aux Etats-Unis, obtenir des fonds pour ce type de recherche est difficile. Une large part des études en santé publique est soutenue par les Na-

tional Institutes of Health (NIH), qui disposent certes d'un budget confortable de 45 milliards de dollars, mais les sans-abri n'y ont pas vraiment leur place. Les scientifiques peuvent obtenir des fonds des NIH lorsqu'ils examinent des maladies qui touchent les sans-abri, telles que le diabète ou les addictions. Or, cela ne livre qu'une image incomplète de la situation.

En Suisse, la recherche en la matière est également lacunaire, a démontré la plateforme Sozialinfo.ch en 2020. Alors, un rapport national était paru sous l'égide de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW). Sur la base de projections,

il avait établi le nombre de 1000 à 2000 sans-abri en Suisse. En Allemagne également, le Ministère des affaires sociales relève des chiffres fiables sur le sans-abrisme seulement depuis 2022. Deux études suisses actuelles plus modestes, menées par Matthias Drilling et Jörg Dittmann, ont été achevées en 2022 et 2023. Et la FHNW dispose désormais d'une équipe sur le thème des sans-abri, qui se tient prête à proposer des idées de recherche et des conseils. *jho*

«Le sans-abrisme sape le fondement de la société.»



La science donne des arguments. Recommandez Horizons!

Horizons vous informe 4 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



«Le postcolonialisme est l'objet de la lutte culturelle»

Kijan Espahangizi, fils d'une Allemande et d'un Iranien, historien à l'Université de Zurich, étudie notamment les migrations, le racisme et le multiculturalisme à travers la théorie postcoloniale, une approche qui polarise.

Kijan Espahangizi, qu'est-ce que la théorie postcoloniale?

C'est un champ ouvert et hétérogène avec un dénominateur commun: pour comprendre le monde actuel, il faut s'intéresser à la manière dont il a été façonné par le colonialisme européen. Les empires coloniaux passés ont encore un impact sur l'économie, la culture, la politique et la science. Cela fait depuis longtemps partie de la boîte à outils de nombreuses historiennes, sans qu'elles se considèrent pour autant comme représentantes de la théorie.

L'approche est pourtant contestée.

Historiquement, la théorie a toujours été étroitement liée aux questions politiques. Depuis l'embrassement du conflit autour de la bande de Gaza, le postcolonialisme est devenu l'objet de la lutte culturelle en cours. Certains y voient une idéologisation de gauche. Certaines représentantes de la théorie réduisent à l'inverse les objections critiques à une attaque de la droite.

Et c'est cela que vous critiquez?

Oui, je pense qu'une telle mentalité défensive attise le conflit idéologique. Les sciences humaines et sociales sont synonymes de



Kijan Espahangizi exige davantage d'autocritique au sein de la théorie postcoloniale.

Photo: Jonathan Labusch

réflexion critique – aussi à l'égard de leurs propres conceptions. Il doit être possible de défendre l'autonomie scientifique contre les attaques politiques tout en critiquant certains aspects de sa propre théorie.

Quels aspects?

La théorie postcoloniale est un produit des années 1970. L'Occident criminel contre le

reste du monde opprimé. Il y a là une tendance à penser en noir et blanc qui ne cadre pas avec notre monde multipolaire actuel. D'anciennes zones d'influence coloniales – la Chine, l'Inde, le Qatar, l'Arabie saoudite – sont depuis longtemps devenues des actrices globales. Les études postcoloniales ont du mal à porter un regard aussi critique sur l'impérialisme islamiste, russe et chinois. Du point de vue géopolitique, une critique sélective profite aux mauvaises parties.

En résumé: la théorie postcoloniale est elle-même eurocentriste.

(Il rit.) Oui, c'est une bonne observation. Des scientifiques perspicaces ont reconnu que, dans leur essence, les recherches postcoloniales ne répondent pas non plus à leurs propres exigences.

Vous avez récemment fait votre auto-critique lors d'un débat public à Bâle. Cela a-t-il été bien accueilli?

Je trouve très bien que des étudiantes s'engagent pour un espace de discussion différenciée. C'est exactement ce dont nous avons besoin! Bien sûr, une partie du public ne voulait pas entendre de critiques. Or, je suis convaincu que ce n'est qu'une minorité bruyante. Hélas, l'esprit de clan s'est aussi fait sentir sur le podium – selon la devise: la critique doit rester en famille. Cela nuit à la relation entre science et public. Après tout, nous ne sommes pas un parti politique. ff



Une fusée a décollé de la base de Wenchang en 2021. Photo: STR/AFP/Keystone

Les emblèmes de la science, lieux de pèlerinage des Chinoises

En Chine, pendant les jours fériés de mai, les touristes indigènes ont délaissé les stations balnéaires pour se rendre à la station spatiale de Wenchang, d'où a décollé la sonde lunaire Chang'e 6, le 3 mai dernier. Près de 80 000 personnes y ont assisté. Selon la chaîne télévisée d'information internationale CGTN, les touristes venus sur la plage voisine de Qishuiwan étaient plus intéressés par les modèles de fusées ou représentations de la Lune devant lesquels ils posaient que par le soleil et la mer. En début d'été, le radiotélescope Sky Eye, le plus grand et le plus sensible du monde, a aussi attiré les touristes du pays et d'ailleurs. «Au cours des dernières années, la Chine a réalisé des percées technologiques importantes et de nombreux lieux associés aux grands moments de la science sont devenus emblématiques», note CGTN. jho

Enfin, pas d'anthropocène

Après vingt ans de discussions incessantes, l'Union internationale des sciences géologiques (IUGS) a décidé cette année de ne pas déclarer la nouvelle ère de l'anthropocène. Beaucoup de spécialistes de l'environnement furent déçus. Ils espéraient la reconnaissance officielle des changements fondamentaux que les humains ont infligés au globe. D'autres, en revanche, ont estimé qu'il était juste que la science «ne se laisse pas pousser à la provocation politique», note Ritwick Ghosh, sociologue de l'environnement, dans la revue spécialisée *Issues in Science and Technology*.

Le terme «anthropocène» (ère de l'être humain) a été popularisé en 2000 par le Prix Nobel Paul Crutzen. L'idée est que la Terre a quitté l'Holocène et est entrée dans une nouvelle ère caractérisée par l'influence humaine sur la planète. Le terme s'est vite répandu chez les défenseurs du climat. Plusieurs raisons expliquent la décision de l'UISG. Entre autres,

l'anthropocène aurait eu besoin d'une date de début claire, la première retombée radioactive après un test de bombe atomique étant favorisée, car facile à mesurer. Cette restriction a rencontré une forte résistance, car d'autres interventions, telles que les émissions de gaz à effet de serre, n'ont pas été retenues. Certains scientifiques ont donc estimé qu'il valait mieux que le concept reste informel, sans définition technique.

Un autre argument vient du sociologue John Bellamy Foster: le problème n'est pas l'humanité entière, mais le système capitaliste. Selon le rapport Oxfam 2020, la moitié la plus pauvre du monde n'est responsable que de 7% des gaz à effet de serre. Il serait donc faux d'attribuer à tous l'effet dévastateur sur la Terre. L'anthropocène reflète de plus pour Samuel Ghosh «le concept biblique selon lequel toutes les périodes précédant les humains étaient un Eden avant la chute». *jho*

Cinq principes éthiques pour la recherche avec l'IA

L'IA est à double tranchant: d'une part, elle facilite la falsification dans les publications, de l'autre, elle est un outil utile. C'est pourquoi, en mai 2024, un groupe international d'experts a publié cinq principes éthiques pour son emploi dans la recherche. Premièrement, les contributions humaines et celles des machines doivent **être transparentes**. Deuxièmement, la **responsabilité de l'exactitude** et des conclusions incombe entièrement aux scientifiques. Troisièmement, les données et modèles générés par l'IA sont à annoter de sorte **qu'on ne puisse les confondre avec de réelles observations**. Quatrièmement, les scientifiques doivent **réduire au minimum de potentiels dommages par l'IA**, les mots clés étant protection des données et discrimination. De plus, il faut surveiller les développements et **adapter sans cesse** les lignes directrices. *ff*

Insolite





«Un blog peut ouvrir des portes sur un large public»

Après le vote sur le Brexit en 2016 et le climat d'incertitude qui s'est installé au sein des universités britanniques, j'ai pu copublier un article traitant de l'impact de cet événement sur leur participation aux programmes de recherche européens. Convaincu que cette publication était d'intérêt public, j'ai commencé à chercher des moyens de diffuser mes résultats et j'ai contacté une dizaine de personnes.

Seuls deux gestionnaires de blogs ont répondu. L'un appartenait au Higher Education Policy Institute, un think tank britannique plutôt influent dans le domaine des politiques de l'enseignement supérieur. L'article de blog que j'ai rédigé sur cette plateforme a attiré l'attention d'un journaliste de BBC Radio 4, qui m'a contacté pour enregistrer une interview le jour même. C'était sans doute une opportunité de rêve pour la diffusion de ma recherche et, en même temps, un défi considérable pour l'introverti que je suis. Un défi qui a été surmonté, non pas grâce à mes talents d'orateur ou à la musicalité de mes bégaiements, mais plutôt aux miracles du montage. J'ai également été contacté par un responsable de Universities UK – un groupe d'intérêt représentant les hautes écoles britanniques – qui voulait échanger sur les implications de nos résultats et deux scientifiques voulant discuter d'opportunités de collaboration.

Je tire trois conclusions de cette expérience réjouissante: premièrement, un blog peut ouvrir des portes sur un large public. Il y a énormément de plateformes qui sont continuellement à la recherche de contenu. Pourquoi ne pas en profiter? Deuxièmement, pour aller au-delà de la prétendue tour d'ivoire, il s'agit avant tout d'être proactif. Il est très rare que quelqu'un d'autre fasse le premier pas. Lors du premier contact, il faut considérer la sensibilité et les intérêts de son public.

Et enfin, mon expérience avec la radio me montre à quel point nous avons besoin d'être formés en communication avec les médias. J'invite les scientifiques de tous âges à considérer les différentes formations disponibles, par exemple auprès du FNS, du think tank Reatch, ou au sein des universités. Les débats publics ne peuvent qu'en tirer profit!

Marco Cavallaro, membre de la Swiss Young Academy, a récemment terminé sa thèse sur les programmes de financement de la recherche à l'Université de la Suisse italienne à Lugano.

0,3%

des électrices et électeurs américains ayant partagé des informations politiques sur Twitter (aujourd'hui X) pendant la campagne présidentielle de 2020 étaient **responsables de 80% des fake news diffusées**.

C'est le résultat d'une étude parue dans Science en avril 2024. **Fait surprenant:** ces supersharer, comme on les appelle, ne sont **pas des bots**, mais en majorité des gens d'un certain âge (58 ans en moyenne), dont 60% de femmes. **«Ces personnes sont littéralement assises devant leur écran et appuient sur retweet»**, constate la coautrice Briony Swire-Thompson. *ff*

Etude

Il n'y a guère de débat politique sans que les deux parties ne citent chacune leur étude préférée pour étayer leur propre conviction. La bonne nouvelle de ce constat: l'idée que la politique doit être basée sur des preuves s'est imposée. La mauvaise: **ce n'est malheureusement pas si simple**. Les études ne se valent pas toutes.

Depuis la pandémie, le grand public sait aussi qu'en médecine, une étude basée sur des cas individuels est certes importante, mais ne saurait attester de l'efficacité d'une nouvelle thérapie. Cela nécessite **plusieurs études avec de nombreuses participantes et de solides méthodes**. Créer un système d'évaluation comme en médecine qui trouve les études pertinentes, en évalue la qualité et diffuse les résultats de manière compréhensible est une tâche colossale. S'adressant au système éducatif, l'épidémiologiste britannique Ben Goldacre formulait en 2013 le souhait suivant: «Un système cohérent de pratique fondée sur des données probantes est à l'écoute des gens de terrain pour déterminer où se situent les incertitudes et quelles idées méritent d'être testées.» **Agiter du papier lors des débats n'est pas à la hauteur de l'enjeu.** *ff*

Insectes piégés par des radars

Papillons, syrphes, libellules: comme les oiseaux migrateurs, certains insectes migrent sur de longues distances. Des billions d'animaux se déplacent dans le monde entier. Toutefois, on ignore encore largement à quelles périodes de l'année et de la journée ils migrent – et si les périodes de vol diffèrent selon les régions. Pour étudier ces questions, la Station ornithologique suisse utilise des radars installés au sol qui détectent la taille et le nombre des insectes par des signatures d'échos et évaluent automatiquement les données. Une équipe de recherche dirigée par la Station a étudié de mars à novembre les migrations des insectes à l'échelle européenne. Des radars installés sur 17 sites, des Pyrénées à Helsinki, ont mesuré l'activité aérienne quotidienne à une altitude de 50 à 500 mètres. Pendant les mois frais, les migrations avaient surtout lieu de jour. Mais dans les



Photo: Will Hawkes

La libellule vole-t-elle plutôt la nuit?

mois plus chauds, quatre périodes de vol ont été mises en évidence – à l'aube, de jour avec un pic à midi, au crépuscule et de nuit. «De mai à septembre, ce modèle était similaire dans toutes les stations», note Birgen Haest de la Station ornithologique suisse.

Les mesures radar ne permettent certes pas d'identifier les espèces, mais les données montrent que les insectes volant la nuit étaient plus gros. «Le cycle lumineux quotidien crée donc plusieurs niches de migration que diverses espèces semblent utiliser de manière similaire en Europe», précise Birgen Haest. Ces découvertes peuvent aider à mieux protéger des insectes menacés – ou à mieux lutter contre des nuisibles. *Simon Koechlin*

B. Haest et al.: Continental-scale patterns in diel flight timing of high-altitude migratory insects. *Philosophical Transactions B* (2024)

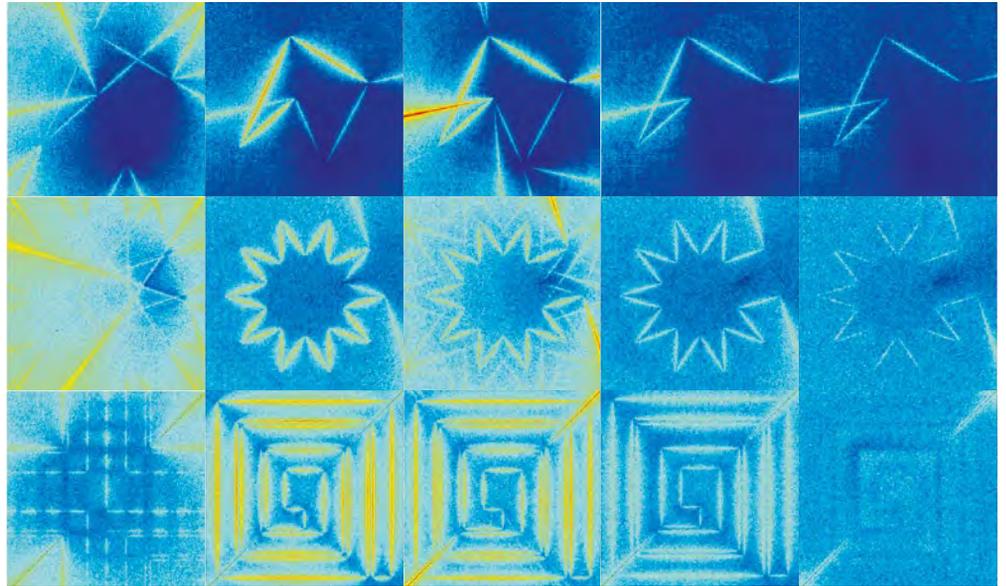


Photo: C. Fuda und K. Hormann (2024)

Représenter les erreurs avec une échelle de couleurs permet de comparer différents algorithmes.

La précision jusqu'aux contours

Plus la couleur d'un point sur cette image est bleue, plus le calcul de l'algorithme est exact. Plus elle tend vers le rouge, plus l'erreur est grande. Les teintes de ces figures tirées du travail de Chiara Fuda et Kai Hormann de l'Université de la Suisse italienne illustrent la précision des programmes actuels de calcul des coordonnées de valeur moyenne dans un polygone. Ces coordonnées décrivent la position d'un point par rapport aux sommets de la forme dans laquelle il se situe. Elles permettent de décrire précisément la géométrie interne de n'importe quel polygone bidimensionnel et sont utiles pour la modélisation.

«Ce procédé peut être utilisé pour des corps tridimensionnels et pour des animations de personnages comme dans le film *Ratatouille*», explique Kai Hormann. Mais comme en témoignent la diversité des couleurs des illustra-

tions dans les quatre premières colonnes du collage, les méthodes actuelles produisent des erreurs, surtout près des bords des polygones testés.

Dans leur quête d'une plus grande précision, les scientifiques ont maintenant trouvé une nouvelle formule de calcul des coordonnées moyennes qui donne des résultats plus stables. Les tests montrent des écarts moins grands, ce qui permet d'obtenir des tons principalement bleu saphir dans la cinquième colonne du collage. Cette avancée permet de modéliser plus précisément les surfaces 3D, note le chercheur: «De plus, la qualité des déformations est améliorée, ce qui est indispensable pour des animations réalistes.» *Marion de Vevey*

C. Fuda und K. Hormann: A new stable method to compute mean value coordinates. *Computer Aided Geometric Design* (2024)

Lutte contre le mal du virtuel

Beaucoup de personnes souffrent de **nausées quand elles s'immergent dans les mondes virtuels avec un casque VR**. C'est le cas de l'informaticienne Nana Tian. Elle a développé à l'EPFL un protocole qui identifie individuellement ce qui provoque cette cybercinétose, tels les mouvements de rotation autour d'un des trois axes. «Il est **essentiel d'identifier les déclencheurs critiques** de ce mal. Des applications sur mesure qui les évitent pourraient ouvrir la réalité virtuelle à tous», espère Nana Tian. *yv*

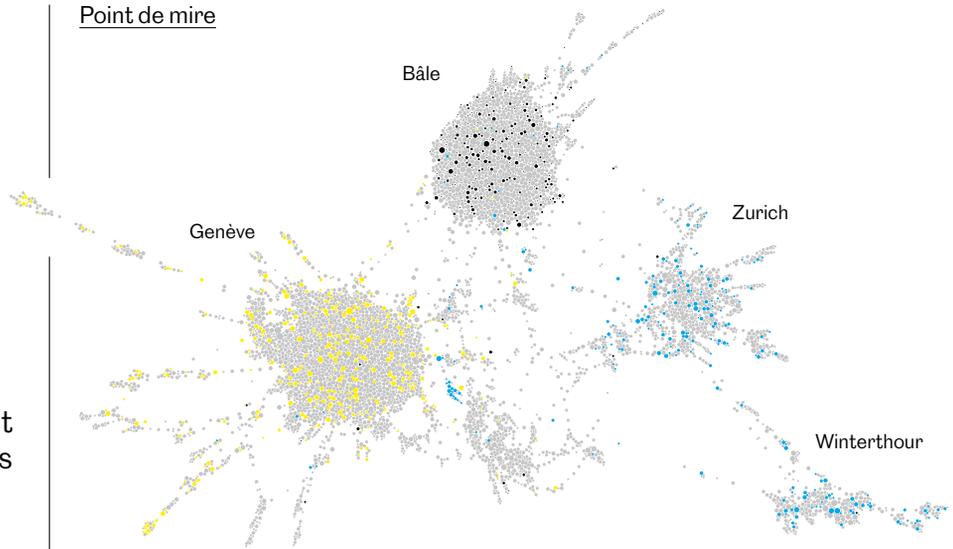
N. Tian and R. Boulic: The Least Increasing Aversion (LIA) Protocol: illustration on identifying individual susceptibility to cybersickness triggers. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* (2024)

Les réanimations ont des conséquences tardives

Les films donnent souvent une fausse image de la réanimation après arrêt cardiaque: le plus souvent, elle réussit et la vie reprend son cours. La réalité est tout autre, note Sabina Hunziker, responsable de la communication médicale à l'Hôpital universitaire de Bâle. Tout d'abord, **malgré la réanimation, seuls 10% des patients survivent à long terme** à un arrêt cardiaque en dehors d'un hôpital, et environ 30% à l'intérieur d'un hôpital. Un tiers de ces survivants doivent lutter contre de graves séquelles tardives encore deux ans après être sortis des soins intensifs, selon le résultat partiel d'une large étude. Les patientes souffrent souvent de **lésions musculaires irréversibles, de déficits cognitifs, de dépression**, voire de troubles de stress post-traumatique. «Nous travaillons à mieux informer sur ces faits, surtout afin que les directives anticipées puissent être précises», note Sabina Hunziker qui gère aussi une consultation interdisciplinaire pour les personnes sortant d'une grave maladie. yv

S. Amacher et al.: Post-intensive care syndrome and health-related quality of life in long-term survivors of cardiac arrest: a prospective cohort study. Scientific reports (2024)

Point de mire



Réseaux de familles influentes

Au lieu de nobles, la Suisse a de riches familles patriciennes qui **ont longtemps occupé des postes de pouvoir importants** – dont les Sarasin (Bâle) ou les Pictet (Genève). Des chercheurs de l'Observatoire des élites suisses de l'Université de Lausanne ont fait un schéma montrant **la parenté des patriciennes dans trois grandes villes de 1890 à 1957**. Un point équivaut à un membre de l'élite locale (noir, jaune, bleu pour les Bâlois, Genevois et Zurichois, blanc pour les autres). yv

P. Benz et al.: The Swiss Patrician Families between Decline and Persistence: Power Positions and Kinship Ties (1890–1957). Social Science History (2024)

Un spectre de pourpre, signe de richesse linguistique

Il ne manque ni d'or ni d'argent: le psautier de Dagulf, livre des psaumes richement enluminé conçu entre 793 et 795, fait partie des manuscrits les plus somptueux de l'ère de Charlemagne. Une équipe européenne a étudié pour la première fois les encres, colorants et pigments utilisés à l'aide de l'analyse de fluorescence X. A cette fin, quelque 70 points d'un millimètre ont été radiographiés. Les spécialistes ont employé ce procédé avec deux autres également non invasifs pour protéger ce précieux manuscrit sur parchemin de peau de veau.

De l'or et de l'argent purs ont été utilisés pour le lettrage. Des composés chlorés trouvés dans l'argent et des décolorations sombres trahissent des processus de corrosion. Pour les initiales et les pages de décor, le scribe a choisi de la pourpre extraite de lichens à orseille, du bleu foncé tiré de l'indigo végétal et du bleu



Le psautier de Dagulf a été réalisé entre 793 et 795 après Jésus-Christ. Photo: Christa Hofmann, ÖNB, IFR

clair issu du lapis-lazuli. S'y ajoutent de petites quantités de minium, d'ocre, de cinabre, d'orpiment et de blanc de plomb.

«Les gens du Moyen Âge ne se fixaient pas sur les tons particuliers des couleurs, mais les percevaient dans un spectre d'effets de brillance», explique l'historien de l'art Thomas Rainer de l'Université de Zurich. Cela incluait des facteurs tels que le matériau et l'éclat.

Et les couleurs incarnaient divers contenus, comme le montre ce psautier. «La richesse des couleurs du pourpre, avec ses tons et ses nuances, a été associée à la richesse du langage des psaumes de l'Ancien Testament», précise le spécialiste. *Christoph Dieffenbacher*

D. Jembrih-Simbürger et al.: The Dagulf Psalter (Austrian National Library Cod. 1861): A Multi-Analytical Approach to Study Inks, Dyes, and Pigments of this Early Carolingian Manuscript. Restaurator (2024)

Sur les traces ancestrales du brassage de bière

On peut voir sur un récipient en argile s'il a servi à brasser de la bière. Car le processus, de la cuisson à la fermentation des céréales, laisse des traces caractéristiques. C'est la conclusion de scientifiques de l'Université de Genève qui ont étudié la fabrication traditionnelle de la bière de sorgho dans des villages du sud-est du Sénégal.

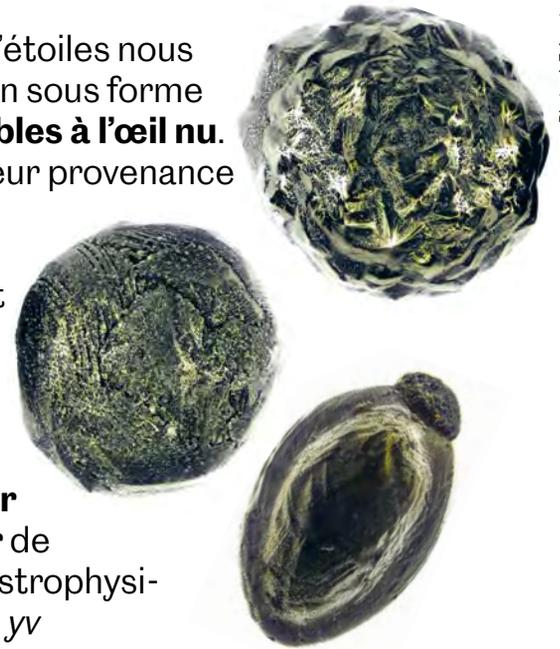
Lors de fouilles archéologiques, ces traces peuvent aider à identifier les brasseries où s'effectuait jadis l'opération. «On sait très peu sur la production historique de bière en Afrique subsaharienne», note l'ethnoarchéologue Anne Mayor. Le brassage de la bière y a une vieille tradition. L'étude archéologique de la production de bière est donc importante pour mieux comprendre l'organisation sociale, économique et religieuse des sociétés passées. *yv*

P. Debels et al.: Identifying Past Beer Production: Contributions from an Ethnoarchaeological Study in Bedik Villages, Senegal. *Ethnoarchaeology* (2024)

Météorites miniatures

Des tonnes de poussières d'étoiles nous tombent dessus au quotidien sous forme de **micrométéorites invisibles à l'œil nu**. Des chercheurs ont établi leur provenance en mesurant des éléments radioactifs produits dans l'espace par le rayonnement cosmique. Certaines sont issues, comme supposé, d'astéroïdes évoluant dans le système solaire. «Et d'autres ont **réussi à arriver jusqu'à nous de l'extérieur** de ce système», dit Ingo Leya astrophysicien à l'Université de Berne. *yv*

J. Feige et al.: Transport of dust across the Solar System: Constraints on the spatial origin of individual micrometeorites from cosmic-ray exposure. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* (2024)



0,1 millimètre

Photo: J. Feige et al. (2024)

La musique n'a pas de frontières

Depuis des décennies, les scientifiques tentent de comprendre pourquoi nous, les humains, sommes si différents les uns des autres. Pour résoudre l'énigme, ils comparent des aspects de la culture dont le développement va de pair avec le nôtre. Un groupe de chercheuses et de chercheurs vient de réussir à apporter la preuve que la musique suivait sa propre voie dans cette évolution.

L'équipe multidisciplinaire et internationale, avec la participation de l'Université de Zurich, s'est basée sur trois jeux de données contenant des informations livrées par plus de 120 sociétés: près de 1000 chansons, près de 1300 profils génétiques et environ 120 langues. La comparaison de ces données permet de tirer des conclusions sur la façon dont ces trois aspects s'inscrivent dans l'histoire du développement de l'humanité. Le résultat est surprenant: les traditions musicales émergent indépendamment de l'histoire des populations et des régions linguistiques.

Il n'existe pas encore d'explication définitive du phénomène. Chiara Barbieri, biologiste de l'évolution, suppose que la façon dont nous

utilisons les chansons joue un rôle: «Les chansons, et la musique en général, sont transmises au sein des sociétés. Mais contrairement aux gènes, ce transfert n'est pas héréditaire. Il est le fruit du hasard et de facteurs sociaux.» Les chansons peuvent par exemple véhiculer un statut. Leur emploi diffère donc selon le groupe social dans lequel elles circulent. De plus, les contacts avec d'autres cultures et donc

l'échange de variations musicales sont fréquents. La langue est certes en partie influencée socialement, mais pas exactement par les mêmes facteurs que la musique. L'étude a permis pour la première fois de dessiner une image globale de l'évolution de la musique. Jusqu'à présent, les tra-

voux se concentraient sur certaines régions. D'où l'impossibilité de tirer des conclusions générales. Avec leur travail, les scientifiques ont apporté une nouvelle pièce au puzzle pour expliquer la diversité humaine et les processus complexes qu'elle sous-tend. *Nina von Allmen*

S. Passmore et al.: Global musical diversity is largely independent of linguistic and genetic histories. *Nature Communications* (2024)



Des sticks lumineux pour enfant au bois luisant: les mêmes produits chimiques sont à l'action.

Du bois lumineux

Quand on plie un bâton lumineux, deux produits chimiques se mélangent et produisent une lumière colorée. Des scientifiques de l'ETH Zurich ont fait briller du bois ainsi. Ils **ont trempé de fines feuilles de placage** dans le premier liquide et, après séchage, ont pu déclencher à leur gré la réaction par l'ajout du second: **le bois devient lumineux pour plusieurs heures**. La chimioluminescence permet de voir comment les liquides se propagent dans le bois, dit le premier auteur Maximilian Ritter. Les designers pourraient en tirer **des effets intéressants**. *yv*

M. Ritter et al.: Chemiluminescent wood. *Carbohydrate Polymers* (2024)

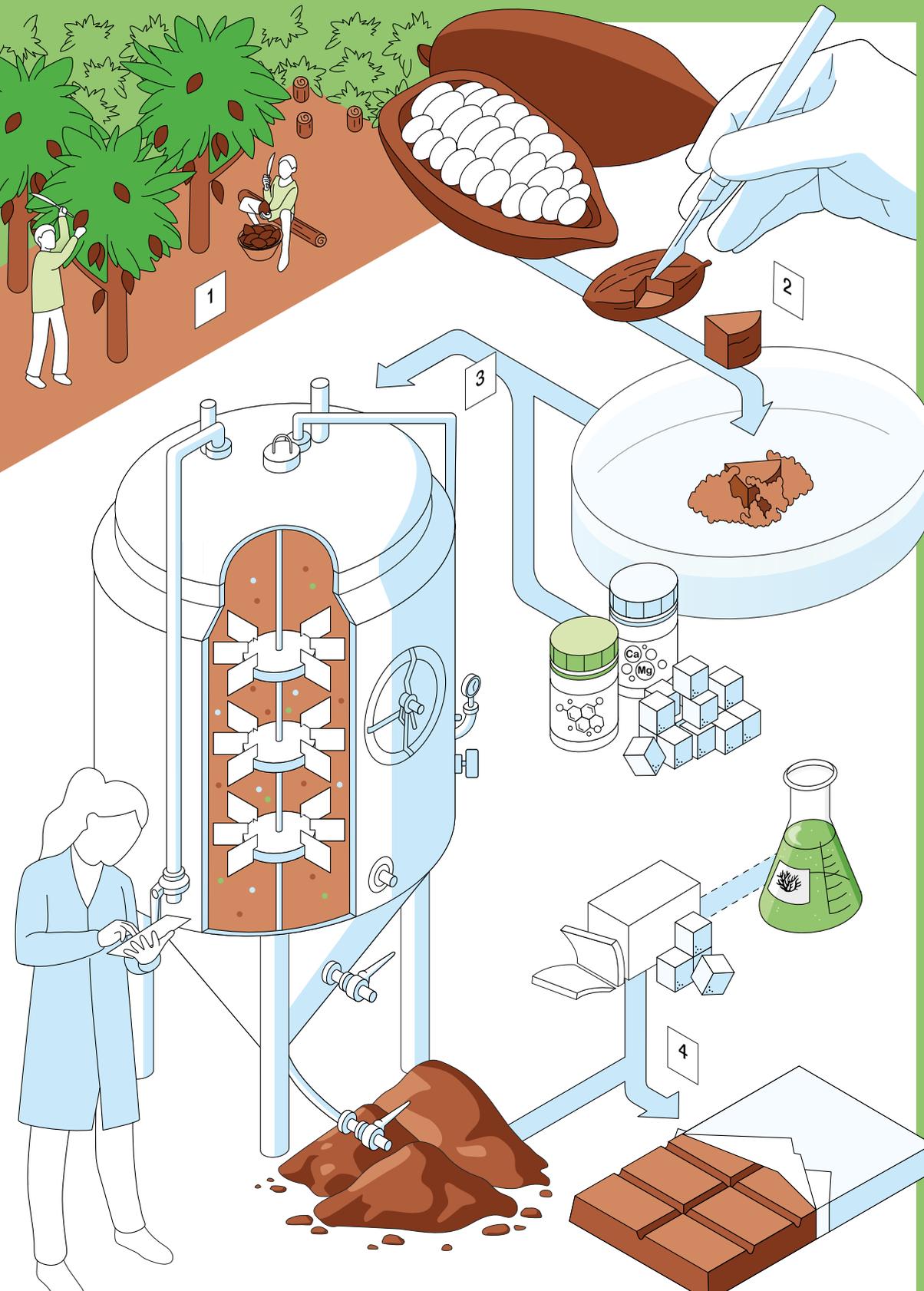
Photo: M. Ritter et al. (2024)

Comment ça marche?

Chocolat de laboratoire

La demande de cacao augmente alors que la surface agricole diminue, surtout sous les tropiques. Une start-up issue de la ZHAW produit donc de la poudre de cacao dans un bioréacteur.

Texte Florian Fisch Illustration Ikonaut



1 - Évite: une production problématique

La culture du cacao nécessite beaucoup de terre et d'eau des régions tropicales de Côte d'Ivoire et du Brésil. Les voies de transport sont aussi longues et le travail des enfants est souvent impliqué. C'est pourquoi le cacao doit être produit en laboratoire par l'agriculture cellulaire.

2 - Trouve: des cellules rapides

La start-up Food Brewer, dont les chercheurs viennent de la Haute école des sciences appliquées (ZHAW), cherche des cellules de cacao à croissance rapide pour cela. A cette fin, ils découpent des morceaux de chair du fruit de la fève de cacao. En deux semaines, un amas de cellules se développe à partir de ceux-ci sur un gel nourrissant. Les cellules ad hoc sont sélectionnées par analyses d'images d'IA.

3 - Utilise: les meilleurs nutriments

Une fois la bonne lignée cellulaire trouvée, elle peut être reproduite à l'infini dans de gros bioréacteurs, où elle est nourrie de sucre, vitamines, minéraux et d'autres adjuvants telles des hormones végétales. L'objectif: produire au plus vite le plus de biomasse possible. Après quatre jours, les cellules sont filtrées de la solution nutritive et le matériel séché. Il n'a pas besoin d'être broyé ni fermenté: la poudre doit seulement être torréfiée.

4 - Optimise: les matières premières et l'énergie

Principal défi: optimiser le processus pour que le cacao soit rentable – les matières premières doivent être bon marché. Pour nourrir les cellules, les collaborateurs essaient donc avec des déchets de l'industrie du cidre ou du lait. Sucre et beurre de cacao proviennent encore de sources traditionnelles. La start-up teste des microalgues pour faire des graisses alternatives. Reste à calculer si, outre la réduction de l'utilisation du sol et d'eau, les émissions de CO₂ d'une plaque de chocolat sont moindres.

D'ici à 2050, la demande en eau va doubler à l'échelle mondiale.

En même temps, les sécheresses dévastent des régions entières, les nappes phréatiques et les glaciers disparaissent. Comment la recherche aborde ce dilemme.

Sous le ciel éblouissant de Californie

Une sécheresse exceptionnelle pendant plus de vingt ans: le photographe Mustafah Abdulaziz a rendu un hommage inquiétant au manque et au gaspillage d'eau dans l'Etat désertique de Californie. A droite: une fillette nage dans l'eau fraîche du parc d'attractions de San Dimas pendant la grande sécheresse de 2015.



«Le succès, c'est quand plus personne ne crie ni ne menace»

Lorsque l'eau – l'élixir de vie – se fait rare, souffrances et conflits grondent. Thomas Bernauer, politologue, étudie comment les pays se disputent et s'accordent en général sur son utilisation.

Texte Astrid Tomczak-Plewka Photo Paolo Dutto

La guerre fait rage depuis près d'un an dans la bande de Gaza et Israël se voit régulièrement reprocher d'utiliser l'eau comme arme. L'eau est-elle un facteur de guerre, ici et ailleurs?

La première question est de savoir si la répartition des ressources en eau est à l'origine du conflit armé, et donc si l'eau en est la cause principale. La réponse est non. C'est le mythe de la guerre de l'eau. La deuxième question est de savoir quel rôle jouent les ressources en eau dans les conflits armés. En Ukraine, la Russie a détruit un grand barrage important pour l'approvisionnement en eau. Une destruction motivée par des réflexions militaires et stratégiques: la Russie voulait infliger des dommages économiques à l'Ukraine et entraver une contre-offensive en provoquant des inondations. A Gaza, l'armée israélienne restreint ou interrompt l'approvisionnement en eau afin d'accroître la souffrance de la population locale, ce qui est aussi un moyen de faire la guerre. Mais, dans les deux cas, l'eau n'est pas la cause du conflit.

Pourtant, en 1985, Boutros Boutros-Ghali, devenu ensuite secrétaire général de l'ONU, avait déclaré: «La prochaine guerre au Moyen-Orient sera menée autour de l'eau.»

Cette prophétie était erronée. Depuis 1985, cette région a connu quelques conflits armés: en Irak, en Syrie et maintenant à Gaza. Au Liban, une guerre à bas seuil règne quasi en permanence. Mais aucun de ces conflits n'a pour enjeu principal l'eau. Peut-être que Boutros-Ghali avait à l'esprit sa patrie, l'Égypte, quand il a fait sa déclaration. Car nombreux ont été ceux qui ont argué: si un jour une guerre éclatait à cause de la répartition de l'eau, ce serait à cause du Nil.

De quoi s'agit-il ici?

En Égypte, 97% des eaux de surface viennent de l'étranger – un taux rarement atteint ailleurs dans le monde. Dans une telle situation,

il est évidemment extrêmement délicat qu'un autre pays construise de grandes infrastructures hydrauliques sur le cours supérieur du Nil. Or, c'est précisément ce qu'a fait l'Éthiopie avec le grand barrage de la Renaissance. Mais là non plus, la guerre n'a pas éclaté.

Et pourquoi aucune guerre n'éclate-t-elle pour l'eau?

La réponse la plus plausible est sans doute que l'utilisation de ces ressources offre de multiples possibilités de compromis. On trouve ainsi régulièrement des solutions techniques

«C'est le mythe de la guerre de l'eau.»

Thomas Bernauer

et politiques. Un lac de barrage en amont peut par exemple être rempli moins vite afin qu'il reste plus d'eau pour l'État riverain en aval.

L'Égypte et l'Éthiopie ont-elles trouvé un accord?

L'Égypte n'a pas encore signé d'accord formel avec l'Éthiopie. Mais des négociations sont en cours depuis longtemps et des accords informels ont également été conclus. En tout cas, l'Éthiopie remplit son lac-réservoir plus lentement qu'elle ne le pourrait et gère le barrage de manière que l'Égypte et le Soudan reçoivent encore suffisamment d'eau.

Quels sont donc les facteurs décisifs pour que les pays en concurrence pour l'eau entrent en discussion?

La pression du problème doit être assez forte et les pays qui subissent le plus de dommages doivent pouvoir opposer une certaine résistance économique et politique à ceux qui les causent. Ensuite, l'état général des relations interétatiques joue un grand rôle. Les États

riverains du Rhin, par exemple, ne se sont plus fait la guerre depuis bientôt 80 ans. Le Nil, par contre, et aussi l'Euphrate et le Tigre traversent des États dont les relations sont très mauvaises. On parle alors souvent de diplomatie de l'eau, dans l'idée que l'eau est une sorte d'objet technique qui a peu à voir avec la politique. Les États peuvent s'y exercer à la coopération. Selon mes observations, la diplomatie de l'eau n'a toutefois guère contribué à résoudre des conflits de niveau supérieur.

A quoi se mesure le succès des négociations relatives aux problèmes d'eau?

D'une part, en comparant la réalité avec les valeurs ciblées par les États, par exemple concernant la qualité de l'eau ou le débit. Mais on peut aussi mesurer le succès au degré de satisfaction des parties prenantes quant au résultat des négociations. Un compromis est en effet une situation dont personne n'est vraiment satisfait, mais acceptable pour tous. Pour moi, un critère de succès est quand plus personne ne crie ni ne menace et que tous peuvent vivre avec la situation obtenue.

L'histoire livre-t-elle un exemple de conflit résolu autour de l'eau?

Il en existe même beaucoup. Par exemple dans le cas du Syr-Daria, un grand affluent de la mer d'Aral. Autrefois, elle se trouvait entièrement en Union soviétique. Avec l'effondrement de ce bloc, le fleuve est devenu un cours d'eau international. Le Kirghizistan est ainsi entré en possession d'un grand barrage près de la frontière avec l'Ouzbékistan. Ce barrage a une énorme importance pour l'approvisionnement énergétique kirghize, mais aussi pour l'approvisionnement en eau de l'Ouzbékistan. Dès 1991, le Kirghizistan a modifié le mode d'exploitation du barrage pour produire plus d'électricité en hiver, au détriment de l'agriculture ouzbèke qui a vivement protesté et menacé. Entretemps, des accords formels et informels ont permis de maîtriser assez bien ce conflit.



En Europe, les conflits liés à l'eau se déroulent généralement au sein d'un même pays, par exemple autour des champs de fraises en Espagne. Les mêmes mécanismes de résolution des conflits y sont-ils à l'œuvre?

De manière générale, on peut dire que de tels conflits sont plus faciles à résoudre tant que l'Etat fonctionne plus ou moins bien. Au niveau international, les solutions doivent être recherchées au niveau horizontal, où se rencontrent des partenaires juridiquement égaux. Cela produit souvent des solutions du plus petit dénominateur commun. Mais au sein d'un même pays, toute la hiérarchie de l'Etat entre en jeu. De nombreux différends liés à l'eau sont limités ou résolus devant les tribunaux ou par des lois. Lorsque le Parlement

suisse édicte par exemple une nouvelle loi sur la protection des eaux, il importe peu qu'un seul canton ou une seule ville l'approuve. Tous doivent s'y conformer.

En Europe, le Rhin a régulièrement été une source de conflits.

Dans le cas du Rhin, il s'agissait le plus souvent de pollution par les eaux usées industrielles et ménagères. Les principales victimes étaient les Néerlandais, qui ont régulièrement protesté. Aujourd'hui, le Rhin se porte relativement bien. En 1950, la Commission pour la protection du Rhin a été créée avec tous les pays riverains, et de nombreux accords y ont été conclus. Toutefois, ce sont les règlements nationaux, les stations d'épuration, les interdictions des phosphates, etc., qui ont apporté

Coopérations en ligne de mire

Thomas Bernauer est professeur de sciences politiques à l'ETH Zurich. Il a été le directeur fondateur de l'Institut de science, technologie et politique (ISTP) de l'ETH Zurich et est **auteur dans le groupe de travail II du GIEC**. Dans un article récent pour Nature Sustainability, il donne un aperçu de la recherche sur les conflits et les coopérations **en rapport avec les ressources en eau douce**.

les améliorations décisives pour la qualité de l'eau. Aujourd'hui, le Rhin s'inscrit davantage dans une perspective écosystémique. C'est peut-être aussi un luxe: une fois que l'on a maîtrisé les pires pollutions, on peut se concentrer sur la biodiversité et la protection de la nature.

Risque-t-on à un pronostic: où de nouveaux conflits liés à l'eau apparaîtront-ils dans les prochaines années, et où seront-ils résolus?

De grandes guerres interétatiques pour l'eau restent très improbables. Par contre, les conflits locaux à l'intérieur des pays pour la répartition vont hélas se multiplier. Beaucoup souffrent de plus en plus du changement climatique, la répartition des précipitations est toujours plus irrégulière et elles deviennent difficiles à prévoir. On compte donc plus de périodes avec trop d'eau et plus de périodes de sécheresse. Les conflits sont programmés lorsque la population augmente et que le gâteau se réduit ou que sa taille devient imprévisible. Mais les violences devraient rester limitées à des Etats très pauvres et instables sur les plans politique, social et économique.

Pourquoi?

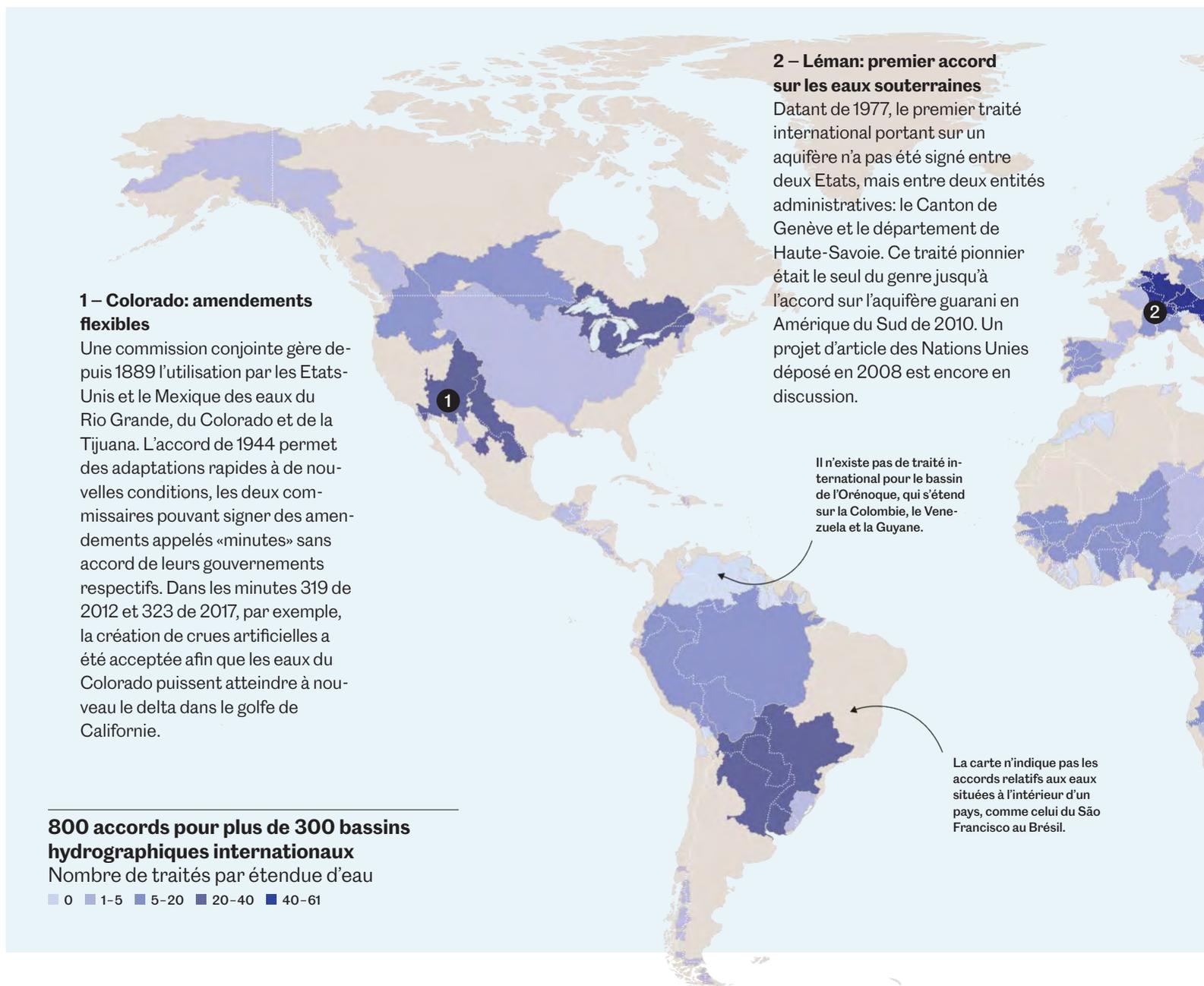
Il faut des infrastructures et des institutions qui fonctionnent bien. Les démocraties riches présentent de bonnes conditions pour cela. C'est bien plus difficile dans de nombreux pays du Sud global, car là-bas les institutions étatiques fonctionnent en général plutôt mal, notamment les administrations et les tribunaux. En outre, ces Etats disposent de peu d'argent pour construire et entretenir des infrastructures telles que les réservoirs et les systèmes d'irrigation. A cela s'ajoute la répartition très inégale des richesses dans ces pays-là qui se reflète également dans l'accès à l'eau.

Astrid Tomczak-Plewka est rédactrice d'Horizons.

Le long des fleuves où germent le plus d'accords

Volumes d'eau résiduels, infrastructures et protection de l'environnement: des centaines d'accords régissent l'utilisation des eaux transfrontalières. Cette coopération technique se poursuit le plus souvent malgré les tensions politiques.

Texte Daniel Saraga Infographie Bodara

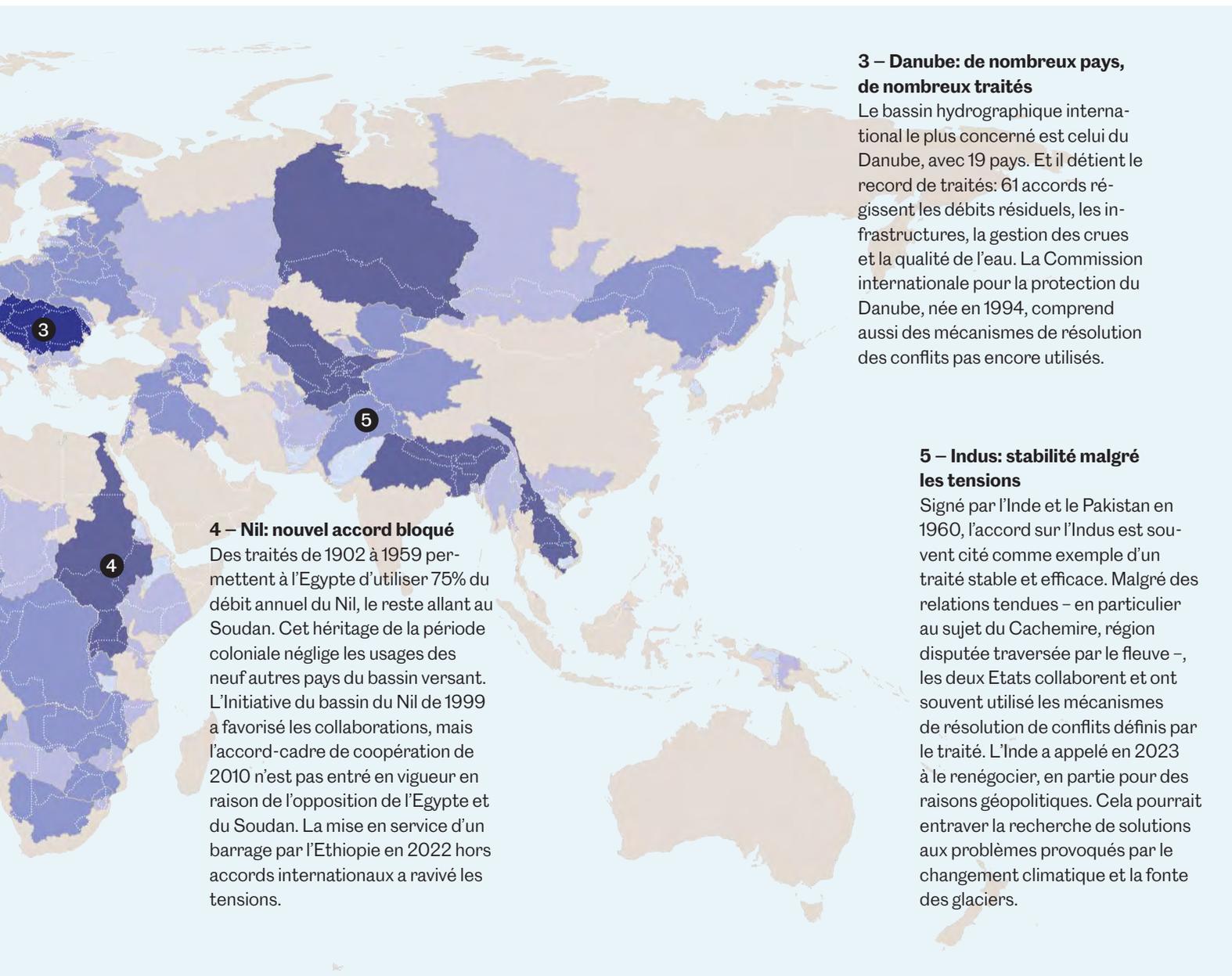


Si les guerres de l'eau n'ont pas vraiment eu lieu, c'est aussi grâce aux traités internationaux. «La recherche montre qu'ils constituent un instrument efficace pour promouvoir la collaboration entre des Etats, même lorsque ceux-ci ont des relations tendues», explique Melissa McCracken, professeure en politiques environnementales internationales à l'Université Tufts, aux Etats-Unis. Elle fait partie d'une équipe responsable de plusieurs bases de données portant sur la diplomatie de l'eau douce, qui listent plus de 300 étendues aquatiques ainsi que les traités, coopérations et conflits qui les entourent.

Cela aide à mieux comprendre les moteurs des conflits autour de l'eau et les mécanismes qui encouragent la coopération et une gouvernance durable. Un point important est que les accords déplacent les discussions du champ géopolitique, notamment territorial, à celui des infrastructures. «L'eau est souvent gérée au niveau technique plutôt que politique, souligne Melissa McCracken. Cela peut aider à maintenir les relations nécessaires pour une coopération efficace.»

La carte ci-dessous présente les bassins hydrographiques internationaux, à savoir les territoires alimentant les fleuves, les cours d'eau s'évaporant dans les terres ainsi que les grands lacs. L'échelle de couleur indique le nombre de traités internationaux signés pour gérer l'utilisation de l'eau, notamment les débits à maintenir malgré la construction de barrages ou l'irrigation ainsi que les aspects environnementaux comme la qualité de l'eau, la pollution et, plus rarement, la biodiversité. Les bassins contenus dans un seul pays, tels que ceux de la Loire ou la Weser, n'y apparaissent pas. Les eaux souterraines, elles, n'ont attiré que récemment l'attention de la diplomatie: 15 traités seulement abordent la gestion d'aquifères internationaux, contre plus de 800 conventions pour les eaux de surface. Le premier d'entre eux a été signé par le Canton de Genève.

Daniel Saraga est journaliste scientifique indépendant à Bâle.



3 – Danube: de nombreux pays, de nombreux traités

Le bassin hydrographique international le plus concerné est celui du Danube, avec 19 pays. Et il détient le record de traités: 61 accords régissent les débits résiduels, les infrastructures, la gestion des crues et la qualité de l'eau. La Commission internationale pour la protection du Danube, née en 1994, comprend aussi des mécanismes de résolution des conflits pas encore utilisés.

5 – Indus: stabilité malgré les tensions

Signé par l'Inde et le Pakistan en 1960, l'accord sur l'Indus est souvent cité comme exemple d'un traité stable et efficace. Malgré des relations tendues – en particulier au sujet du Cachemire, région disputée traversée par le fleuve –, les deux Etats collaborent et ont souvent utilisé les mécanismes de résolution de conflits définis par le traité. L'Inde a appelé en 2023 à le renégocier, en partie pour des raisons géopolitiques. Cela pourrait entraver la recherche de solutions aux problèmes provoqués par le changement climatique et la fonte des glaciers.

4 – Nil: nouvel accord bloqué

Des traités de 1902 à 1959 permettent à l'Egypte d'utiliser 75% du débit annuel du Nil, le reste allant au Soudan. Cet héritage de la période coloniale néglige les usages des neuf autres pays du bassin versant. L'Initiative du bassin du Nil de 1999 a favorisé les collaborations, mais l'accord-cadre de coopération de 2010 n'est pas entré en vigueur en raison de l'opposition de l'Egypte et du Soudan. La mise en service d'un barrage par l'Ethiopie en 2022 hors accords internationaux a ravivé les tensions.

Savoir irriguer en ville et ailleurs

Sur le Plateau comme dans les Alpes, un approvisionnement en eau nettement plus circonspect deviendra nécessaire dans un avenir proche. Comment l'Argovie, Bâle-Campagne et les communes grisonnes se préparent à la sécheresse estivale.

Texte Atlant Bieri

S'il est une ressource disponible en quantités quasi inépuisables en Suisse, c'est bel et bien l'eau. Notre pays est une véritable usine à eau avec ses glaciers, la fonte des neiges, ses immenses nappes phréatiques, ses lacs ainsi que les Alpes – grâce auxquelles les nuages déversent leur pluie de manière fiable. Mais avec le changement climatique, sa production commence à avoir des ratés. Désormais, il faut aussi s'attendre à des périodes de sécheresse, voire d'aridité durant les mois d'été. Cela laisse présager des conflits autour de l'utilisation de l'eau. Confédération, cantons et communes, en collaboration avec les scientifiques, s'empressent ainsi désormais d'anticiper le conflit imminent autour d'une ressource qui semblait jusqu'ici inépuisable et de remédier à la pénurie par des contre-mesures. D'anciens chercheurs et chercheuses sont souvent aux commandes des autorités compétentes. Outre leur expertise, ils et elles apportent aussi une objectivité bienvenue dans des discussions chargées d'émotions.

Il y a deux décennies encore, il était inconcevable que la Suisse puisse un jour manquer d'eau. «La question ne préoccupait ni la science ni les autorités», constate Massimiliano Zappa, hydrologue à l'Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage WSL. Mais alors s'est produit l'été caniculaire du siècle de 2003. «Ce fut une vraie prise de conscience. Il a bien fallu reconnaître que la pénurie d'eau pouvait présenter un danger naturel dans notre pays aussi.»

Aujourd'hui, grâce aux modèles climatiques, la recherche et les autorités savent assez précisément ce qui nous attend. Ces modèles montrent que l'écart le plus important entre offre et demande apparaît sur le Plateau, là où les besoins en eau sont les plus grands. L'an dernier, des chiffres éloquentes sont ressortis de l'étude réalisée par l'institut de recherche Agroscope nommée «Grandes cultures résilientes au climat en 2035»: si aucune mesure n'est prise, les modèles prévoient une diminution des débits – soit du volume d'eau transporté par les cours d'eau – pouvant atteindre 20% sur le Plateau. Cette baisse pourrait même aller jusqu'à 40% en Suisse centrale et dans les Alpes.

Simultanément, les besoins en irrigation augmentent massivement. Pour des cultures telles que les fruits, les baies ou les légumes, ils pourraient augmenter de 50 à 300% au cours des prochaines décennies, selon le scénario climatique et la région. Cette évolution recèle un grand potentiel de conflit avec d'autres consommatrices d'eau. Les agriculteurs sont ainsi en concurrence directe avec les ménages privés et l'industrie. «C'est pourquoi de nombreux cantons ont élaboré ou élaborent une stratégie de l'eau. Ils peuvent aussi y définir des règles d'attribution en cas de pénurie», explique Petra Schmockler-Fackel de la division hydrologie à l'Office fédéral de l'environnement et ancienne chercheuse en hydrologie de montagne.

Robinets fermés aux agricultrices en mai et en juin

Pionnier de la gestion de l'eau, le Canton d'Argovie est en train de définir une stratégie ad hoc, indique Norbert Kräuchi, chef de la division paysage et cours d'eau. Scientifique de l'environnement, il est spécia-

lisé dans l'influence du changement climatique sur les écosystèmes forestiers. Le projet a été déclenché par le manque d'eau récurrent de la Bünz, une rivière de taille moyenne située au sud du canton. Elle traverse des terres agricoles cultivées de manière intensive et sert à l'irrigation. Mais les besoins dépassent sa capacité. «Chaque année, je devais couper l'eau aux agriculteurs de la vallée de la Bünz à partir de mai ou juin pour que le débit résiduel légal de la rivière ne soit pas inférieur à la limite fixée», raconte Norbert Kräuchi. Les intérêts de l'écologie des eaux se heurtaient à ceux de l'agriculture.

Nouvelles cultures mûres avant la sécheresse estivale

Pour résoudre ce problème, le Canton, en collaboration avec la Confédération, a lancé un projet sur le thème de l'irrigation agricole. Dans la vallée de la Bünz, l'accent portait aussi sur les cultures pratiquées. «Nous avons examiné la manière dont l'eau est employée. Il s'est avéré que 90% de la surface a été jugée comme ne demandant pas d'irrigation», explique Norbert Kräuchi. Cela signifie que les coûts de l'irrigation sont plus élevés que les gains de rendement qu'elle engendre. C'est par exemple le cas de fourrages grossiers telle l'herbe. L'effort devrait donc être concentré sur les cultures dignes d'être irriguées, notamment les légumes, les fruits ou les baies, où la création de valeur est importante. «L'eau de la Bünz est tellement bon marché comparée à l'eau potable que, jusqu'à présent, les agriculteurs n'ont pas eu à se poser la question, note-t-il. Lorsqu'ils n'ont plus le droit de prélever de l'eau dans la Bünz, ils utilisent souvent l'eau du réseau public, qui atteint aussi ses limites.» C'est pourquoi 19 communes ont lancé le projet «Wasser 2035», qui doit raccorder les services d'approvisionnement communaux à une grande conduite circulaire. «Elle devrait être construite d'ici à 2035 et assurer l'approvisionnement suprarégional en eau, dit le chef de service. L'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques prendra bien plus de temps.» Or, ces dernières années, il y a eu une nette prise de conscience de la nécessité d'aborder activement cette thématique.

Une autre approche vise à réduire la dépendance des cultures de l'arrosage, c'est-à-dire à miser sur celles qui supportent une faible irrigation, voire peuvent s'en passer. Il pourrait s'agir, par exemple, de variétés précoces, déjà cultivées dans le bassin méditerranéen et récoltées avant la grande sécheresse estivale. Toutefois, ces possibilités ne suscitent pas encore un grand intérêt, comme le montre l'évolution des besoins en eau dans l'agriculture à l'échelle de la Suisse. Selon le rapport «Grandes cultures résilientes au climat en 2035», la part des surfaces agricoles tributaires de l'irrigation va passer de 50% aujourd'hui à environ 70% d'ici à 2035.

La diminution de la quantité d'eau dans les rivières est principalement due à la baisse de l'enneigement. «C'est l'un des principaux problèmes d'un climat plus chaud», indique Klaus Lanz, directeur d'International Water Affairs, un institut indépendant de recherche sur l'eau. Il conseille les cantons et la Confédération en matière de conflits

liés à l'eau. «De moins en moins de précipitations sont stockées sous forme de neige ou de glace en hiver. Cette eau nous manque en été et en automne. Nous devons donc parvenir à sauver l'eau d'hiver en été d'une autre manière.»

Actuellement, les cantons voient un grand potentiel dans les réservoirs d'eau locaux – de petits bassins artificiels d'une surface au sol de quelques milliers de mètres carrés et d'une capacité d'environ 10 000 mètres cubes. Dans le canton de Bâle-Campagne, ils ont fait l'objet d'une étude plus approfondie, car celui-ci est particulièrement touché par la baisse du débit des rivières: «L'eau s'infiltré très rapidement dans le karst. A l'avenir, nous n'aurons plus que peu d'eau de surface pendant les mois d'été secs», explique l'expert en eau Adrian Auckenthaler, responsable des eaux à l'Office de la protection de l'environnement et de l'énergie de Bâle-Campagne. Les réservoirs locaux doivent être creusés à 2 ou 3 mètres de profondeur. Ils sont ensuite recouverts d'un film protecteur. Le remplissage se fait lorsqu'il y a de l'eau à profusion, comme en hiver ou au printemps. «L'idée est d'alimenter ces bassins avec l'eau des rivières, la nappe phréatique ou l'eau de pluie», explique le responsable.

Le canton ne compte encore qu'un petit nombre de ces réservoirs qui servent avant tout à l'irrigation agricole. «Les agriculteurs doivent les réaliser à leurs frais. Ce sont surtout des arboriculteurs, car ils ont besoin d'eau. Pour les autres cultures, la pression n'est généralement pas encore assez forte», précise le spécialiste. Mais bientôt, de tels réservoirs régionaux pourraient aussi avoir d'autres fonctions, comme l'approvisionnement en eau potable ou la garantie de débit dans les ruisseaux. Ces réservoirs polyvalents devraient toutefois avoir une capacité beaucoup plus importante. Dans les Alpes, on y réfléchit déjà, tout en pesant très soigneusement les coûts et les avantages. En montagne, la construction de grands lacs d'accumulation est en effet complexe et coûteuse, comme le montre l'exemple du lac de Nagens à Flims (GR). Jusqu'à présent, il servait uniquement à l'enneigement des pistes de ski en hiver.

Souveraineté sur l'eau aux cantons en cas de sécheresse

«On a examiné s'il pouvait aussi être utilisé de manière multifonctionnelle sur le plan énergétique pour alimenter la Flem lors d'étés secs ou pour le stockage journalier de courant solaire», dit Marco Illien, CEO de Flims Electric AG, qui a participé au projet avec les communes des environs. Or, pour cela, il aurait fallu accroître la capacité du réservoir. «Un tel projet de construction aurait coûté des millions, sans être économiquement rentable, ni financièrement supportable pour nous.»

Avec leurs nouvelles stratégies, les cantons tentent de désamorcer les futurs conflits liés à l'eau. «Avec la planification régionale de

l'approvisionnement en eau, nous pilotons les prélèvements d'eau souterraine pour la consommation d'eau potable ou pour l'eau industrielle. La législation prescrit les quantités qui doivent rester dans les rivières», explique Adrian Auckenthaler. L'idée est donc de coordonner l'utilisation de l'eau par les divers acteurs et actrices à l'aide d'un cadre réglementaire. C'est plus simple à dire qu'à faire. Car pour l'instant, la souveraineté de l'eau est encore détenue par les communes. Or, en cas de sécheresse grave touchant de vastes régions du pays, cette souveraineté n'est guère pratique. «Nous devons discuter pour savoir si, dans un tel cas, le Canton ne devrait pas assumer temporairement la souveraineté. En cas de risque d'incendies de forêt, il revient aussi au Canton de décider d'interdire les feux en plein air», rappelle Norbert Kräuchi du service paysage et cours d'eau du Canton d'Argovie.

L'actuelle «Liste des dangers possibles» de l'Office fédéral de la protection de la population montre que la sécheresse est aussi de plus en plus traitée au niveau national. Ce document de près de 80 pages

présente tous les dangers auxquels est potentiellement exposée la Suisse, du tsunami dans les lacs aux campagnes de désinformation. Désormais, la sécheresse y figure également. Et des alertes de sécheresse peuvent déjà être diffusées via Alertswiss, le système d'alerte de la Confédération. Il fonctionne entre autres via une application pour téléphones mobiles et un site web.

«La manière de réagir concrètement à un message d'alerte fait actuellement l'objet de discussions entre la Confédération et les cantons», explique Massimiliano Zappa de WSL.

Mais pour cela, il faut encore des données: «Nous travaillons actuellement à la création d'une base de données pour prévoir les réserves d'eau actuelles et documenter les effets de la sécheresse.» Une version expérimentale de l'alerte est déjà disponible sur la plateforme drought.ch. Manque encore une prévision ou une mesure de l'utilisation actuelle au niveau national. Il est prévu que la base de données désigne qui a besoin d'eau, où et en quelle quantité, et indique quels conflits peuvent surgir. C'est du moins la vision du projet. «Notre objectif est de pouvoir prédire, un mois à l'avance, qui aura besoin de quelle quantité d'eau. Nous pourrions alors nous attaquer aux éventuels conflits d'utilisation avant qu'ils ne surviennent», note Massimiliano Zappa.

«Pour l'eau, les agriculteurs sont en concurrence directe avec les ménages privés et l'industrie.»

Petra Schmockler-Fackel

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

Champs en friche à perte de vue dans la région rurale d'East Orosi, où la situation de l'eau potable est particulièrement précaire. En avril 2015, la Californie a décrété une réduction de 25% de la consommation d'eau qui ne concernait pas seulement l'utilisation personnelle et les pelouses. L'agriculture, consommatrice principale de l'eau, en a aussi été privée.

Photo: Mustafah Abdulaziz





L'inventivité au service de l'or bleu

Seules 0,5% des ressources mondiales en eau sont utilisables pour les besoins humains. Alors que les niveaux des nappes phréatiques baissent, les besoins mondiaux augmentent considérablement. Six technologies pour exploiter des sources inhabituelles.

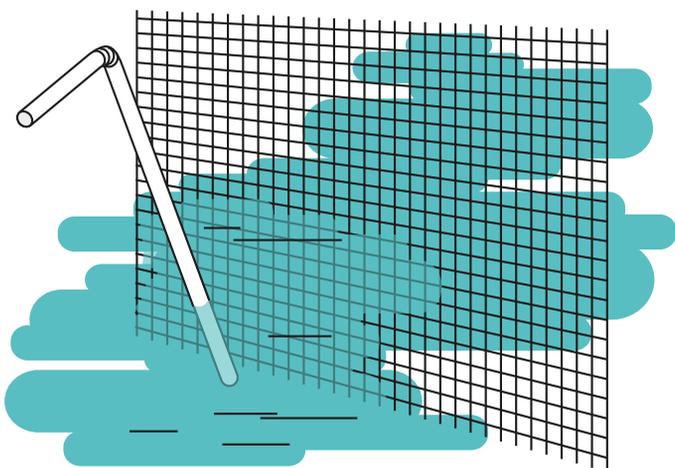
Texte Florian Wüstholtz Illustration Anna Haas

Bloquer l'humidité de l'air dans le filet

Technique: hydro-panneaux et filets à brouillard

Lieux d'application: zones arides

«L'atmosphère contient plus d'eau que l'ensemble des cours d'eau et des lacs», note Rob Bartrop, Chief Revenue Officer (CRO) de Source Global. Depuis 2014, l'entreprise américaine fabrique des hydro-panneaux pour produire de l'eau à partir de l'air dans des régions isolées. «L'approvisionnement urbain fonctionne très bien dans de nombreux



endroits. Mais 2 milliards de personnes vivent loin de là, dans des communautés décentralisées», relève-t-il. Certaines doivent parfois marcher des heures pour se procurer de l'eau ou dépendent de coûteux camions-citernes. Depuis des siècles déjà, on utilise des filets «à nuages» ou «à brouillard» au Pérou, en Angleterre, en Ukraine ou à Lanzarote. Ces filets verticaux d'environ 25 mètres carrés captent l'eau de l'atmosphère par condensation naturelle. Le problème de la méthode: son rendement dépend des conditions atmosphériques changeantes. «Dans les régions sèches, avec une faible humidité de l'air, il faut d'autres solutions techniques», précise le spécialiste.

C'est ici qu'interviennent les générateurs d'eau atmosphérique tels que les hydro-panneaux, dont de nombreuses variantes utilisent de l'électricité. A l'instar d'un climatiseur, ils refroidissent l'air jusqu'à ce que le point de rosée soit atteint et que l'eau se condense. L'hydro-panneau de Source Global fonctionne sans électricité. Il utilise des sels qui agissent comme des dessiccateurs et absorbent l'humidité de l'air. «Avec un panneau solaire, on chauffe l'air et on le fait passer à travers le matériau pour y augmenter le point de rosée», explique Rob Bartrop. Le résultat: de l'eau distillée, recueillie dans un réservoir et enrichie

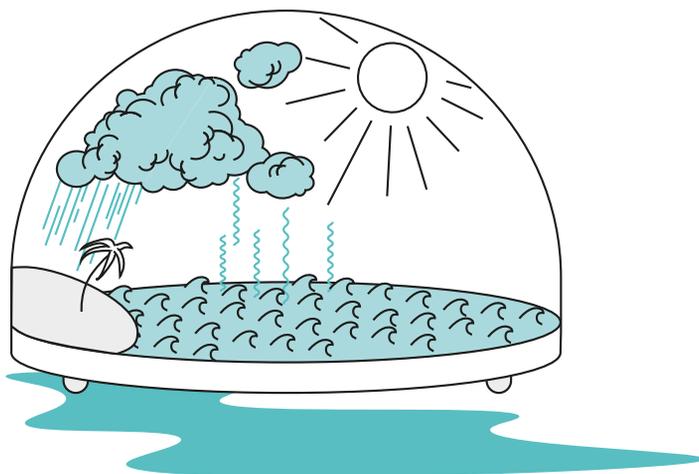
en calcium, magnésium et autres minéraux. «Cela fonctionne aussi là où l'air est vraiment sec.» Les hydro-panneaux déjà installés dans 54 pays, dont l'Afrique du Sud, les Philippines et le Chili, produisent jusqu'à 8 litres d'eau potable par jour à un coût de 10 à 15 centimes par litre. «C'est certes beaucoup comparé à l'eau du robinet dans les villes, reconnaît Rob Bartrop. Mais c'est une variante très intéressante pour des écoles, des villages ou des mines isolées sans électricité.»

Dessaler les océans

Technique: dessalement

Lieux d'application: pays méditerranéens et Moyen-Orient

«Le problème n'est pas l'eau, mais le sel», dit Süleyman Yüce. L'ingénieur de l'Université technique de Rhénanie-Westphalie a étudié pendant des décennies les procédés de dessalement et participé au développement d'installations à cette fin. «Les océans ont assez d'eau. Nous devons simplement imiter le travail quotidien du soleil et en retirer l'excédent de sel par un procédé efficace», détaille-t-il. Les usines de dessalement jouent un rôle central dans l'approvisionnement en eau de nombreux pays méditerranéens et du Moyen-Orient. Les systèmes



modernes misent sur l'osmose inverse: l'eau de mer est pompée à haute pression à travers une fine membrane qui ne laisse passer que les molécules d'eau. «On obtient ainsi environ 45 litres d'eau potable à partir de 100 litres d'eau de mer», dit Süleyman Yüce.

Parmi les quelque 20 000 installations de dessalement dans le monde, près de 80% ont adopté ce procédé, qui permet de produire environ 1000 litres d'eau avec environ 3 kilowattheures d'électricité. Des installations plus anciennes, dont certaines encore en activité, recourent à

des procédés thermiques moins efficaces, dans lesquels l'eau salée est évaporée sous vide, puis condensée. «La méthode consomme beaucoup d'énergie, note le spécialiste. Elle continue surtout à être utilisée là où l'énergie fossile est bon marché, comme dans les pays du Golfe.»

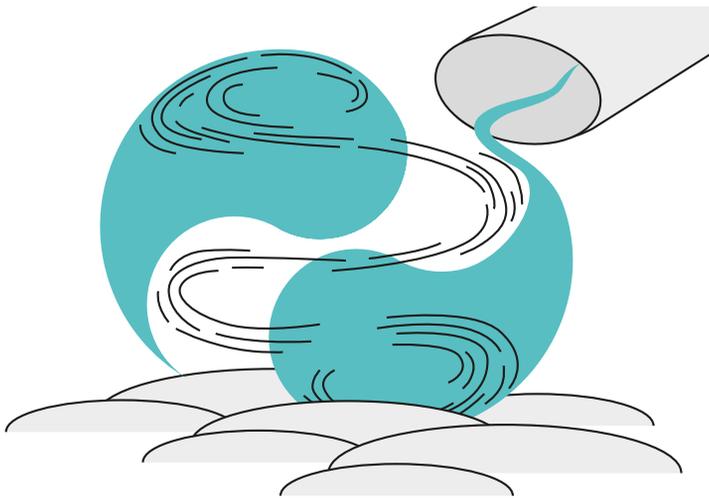
Pour Süleyman Yüce, c'est une raison de plus pour miser exclusivement sur les énergies renouvelables pour les installations de dessalement et pour fermer les cycles de l'eau. En Algérie, sur mandat de la Société allemande de coopération internationale pour le développement (GIZ), il réalise une étude sur la production d'hydrogène vert avec des installations de dessalement alimentées par des énergies renouvelables. D'un autre côté se pose la question de ce qu'il advient de la saumure issue du processus. Elle est aujourd'hui souvent pompée dans la mer, produits chimiques et métaux lourds compris et aux dépens des organismes marins. Un projet d'Horizon 2020 tente actuellement d'en extraire les matières premières telles que le magnésium, le lithium, l'indium ou le bore et de les rendre utilisables.

Utiliser chaque goutte deux fois

Technique: recyclage de l'eau

Lieux d'application: semi-déserts

Je tire la chasse d'eau, de l'eau propre s'écoule dans les WC, emporte tout, devient sale et arrive à la station d'épuration via les canalisations.



Là, sable et graisses sont séparés, puis les matières solides se déposent au fond. Des bactéries et des micro-organismes continuent à dégrader les matières organiques, ce qui produit des nitrates. Lors de l'épuration chimique finale, le phosphore est éliminé afin de protéger les eaux des substances nutritives excédentaires. L'eau quitte alors le système d'exploitation en étant rejetée dans les lacs et les rivières. Selon l'Eawag, cela représente plus d'un billion de litres d'eau par an en Suisse. Et si nous la réutilisons?

Compte tenu de la fréquence accrue des périodes de sécheresse et de l'augmentation des besoins en eau pour l'agriculture et en eau de réfrigération, 19 cantons sur 26 ont identifié un besoin de recyclage de l'eau. Or, la pratique est encore interdite pour des raisons de protection des eaux. En Israël, ce recyclage pour l'irrigation agricole est pratique courante depuis plus de quarante ans. «Le pays a été fondé dans une région semi-aride. C'est pourquoi le recyclage de l'eau s'est avéré une nécessité», explique Lior Gutman de Mekorot, la compagnie nationale des eaux. Ici aussi, cela commence avec des usines de des-

salement qui, depuis 2005, rendent l'eau de mer potable. En Israël, plus de la moitié de cette eau provient de la Méditerranée. Après son utilisation, elle est notamment acheminée vers la station d'épuration de Shafdan, la plus grande du Moyen-Orient, sise à l'extérieur de Tel-Aviv. Chaque jour, 360 millions de litres d'eaux usées y sont épurés, comme dans de nombreuses stations d'épuration du monde. Mais au lieu d'être rejetée sans servir, l'eau arrive dans un bassin d'enrichissement d'où elle s'infiltre dans la nappe phréatique en six mois par un processus d'épuration naturel à travers le sol sableux poreux. De là, 140 milliards de litres d'eau recyclée sont chaque année pompés via un pipeline dans le désert du Néguev pour l'irrigation agricole. «Environ 85% de l'eau domestique est aujourd'hui recyclée ainsi en Israël», note Lior Gutman.

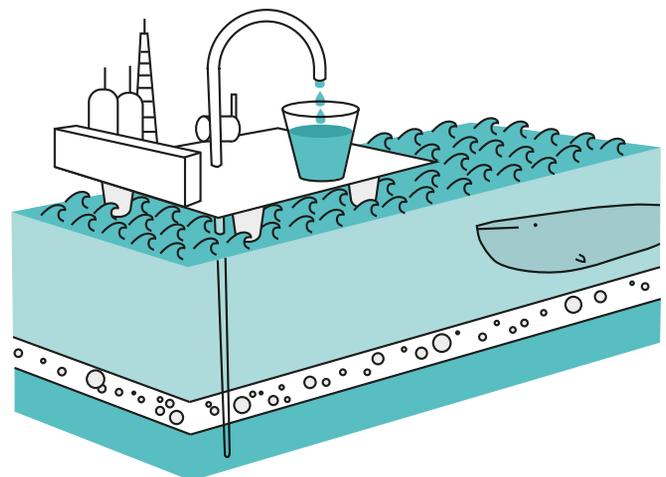
Capter des sources sous-marines

Technique: forage offshore

Lieux d'application: localités côtières et îles

Plus l'eau manque, plus le désespoir est grand. On n'hésite donc pas à recourir à des idées folles pour y remédier. Des scientifiques rêvent par exemple de remorquer des icebergs depuis les pôles. D'autres, dont Aaron Micallef de l'Université de Malte, veulent puiser dans les sources cachées sous les fonds marins. «On a découvert un peu par hasard, il y a environ soixante ans, qu'il existait des eaux souterraines exploitables sous le fond de la mer, raconte-t-il. La majorité du temps, elles apparaissent lors de forages pétroliers ou gaziers.» Immédiatement, de grandes questions ont surgi: quelle est la quantité d'eau souterraine offshore? Quelle est sa salinité? Est-ce économiquement et technologiquement réaliste d'exploiter cette ressource? Et quel en serait l'impact environnemental?

«Basées sur des données d'observations restreintes, des estimations modélisées suggèrent qu'il pourrait y avoir environ un million de kilomètres cubes d'eau», annonce Aaron Micallef. Soit 100 fois la consommation de l'humanité au cours des cent dernières années. Ces réservoirs se trouvent souvent à une cinquantaine de kilomètres des côtes et là où l'océan a environ 100 mètres de profondeur. Les estimations de l'âge de cette eau varient fortement. Au large de la Nouvelle-Zélande, on a trouvé des eaux souterraines qui auraient plus de 300 000 ans. «Une théorie veut que, quand le niveau de la mer était plus bas, l'eau des rivières et des lacs côtiers se soit infiltrée dans le sous-sol et ait formé ce réservoir, explique le chercheur. Une partie en aurait été conservée sous le fond marin à la suite de l'élévation du niveau de la



mer après la période glaciaire.» Afin d'effectuer des mesures plus précises, un projet de forage consacré à l'étude des eaux souterraines offshore sera lancé en 2025 sur la côte est des Etats-Unis. Mais Aaron Micallef ne croit pas que la ressource des profondeurs comblera le manque d'eau. «Elle pourrait tout au plus être une pièce du puzzle de l'approvisionnement pour des îles comme Malte, dit-il. Cette option ne devrait toutefois être choisie que si les autres technologies échouaient.» Et cela uniquement lorsqu'on comprendra beaucoup mieux comment évoluent ces réservoirs.

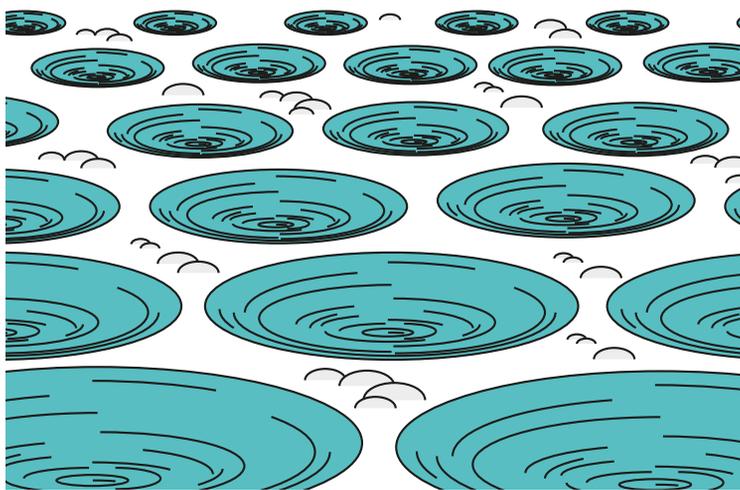
Fertiliser grâce aux petites fosses de rétention

Technique: micro-bassins dans le sol

Lieu d'application: Afrique de l'Ouest

Sur le continent africain, 80% de la nourriture est produite par de petites structures agricoles. Celles-ci sont presque entièrement tributaires de l'irrigation naturelle par les précipitations et les pluies saisonnières. «Mais les saisons sèches s'allongent et les fortes précipitations se font plus fréquentes», remarque Gideon Danso-Abbeam. A l'Université de Tamale au Ghana, l'économiste agricole étudie les liens entre les méthodes de culture indigènes et le revenu des petites paysannes.

Le zaï, une ancienne méthode indigène d'irrigation, est toujours plus utilisé. Il consiste à créer des microréservoirs dans les champs et à améliorer la qualité des sols. «Le zaï a été redécouvert comme technique de micro-irrigation dans les années 1960 au Burkina Faso, raconte le chercheur. De là, il s'est propagé au Niger, au Mali ou encore au Ghana au cours des décennies suivantes.» Le procédé consiste à creuser tous les mètres des poquets de la taille d'un ballon de football et à les remplir de fumier. Un hectare peut en accueillir entre 5000 et



10 000. On y plante ensuite des céréales locales – maïs ou sorgho. Des techniques similaires utilisent des mini-bassins, des barrières semi-circulaires ou des terrasses pour retenir l'eau de ruissellement. «Nos recherches montrent que les méthodes telles que le zaï améliorent l'absorption de l'eau par le sol et la teneur en nutriments.» En effet, dans les petites fosses, ajouter de l'engrais et empêcher le dessèchement ont pour effet de créer un sol fertile qui peut stocker deux fois plus d'eau, pourtant rare. Résultat: des rendements nettement plus grands. «Or, la technique exige beaucoup de travail, note le spécialiste. C'est l'une des raisons pour lesquelles elle n'est pas encore très répandue. Beaucoup n'ont simplement pas les moyens financiers de l'adopter.»

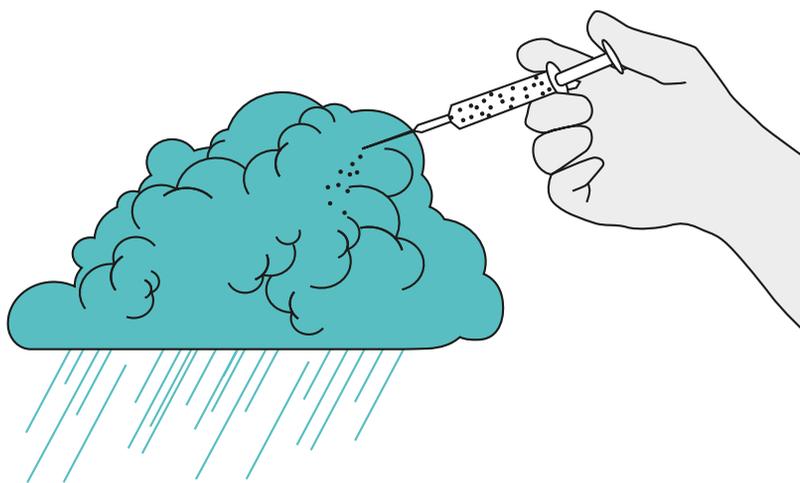
Faire la pluie soi-même

Technique: ensemencement des nuages

Lieux d'application: partout

Depuis la nuit des temps, nous essayons de contrôler les précipitations, parfois même au prix de sacrifices humains, pour arrêter des pluies incessantes, mais le plus souvent par des danses de la pluie afin que le ciel lâche enfin quelques gouttes après une longue sécheresse. Or, 90% des nuages s'évaporent sans produire de précipitations. Peut-on compenser cela par l'inoculation d'iodure d'argent?

Ulrike Lohmann, physicienne de l'atmosphère à l'ETH Zurich, est sceptique: «On ne sait toujours pas si cela génère réellement de plus grandes quantités de précipitations.» Dans ce procédé, on ajoute normalement des germes de cristallisation à l'énorme accumulation de gouttelettes d'eau dans le ciel. «Le plus souvent, de l'iodure d'argent, note-t-elle. Un aérosol est diffusé dans un nuage en surfusion pour y



favoriser la formation de cristaux de glace.» En théorie, cela accélérerait le développement des précipitations. La technique est déjà utilisée en Autriche, en Allemagne ou en Chine pour éviter les dégâts dus à la grêle. Des essais en ce sens sont aussi menés en Suisse. L'iodure d'argent dispersé entraîne la formation d'un plus grand nombre d'embryons dits de grêle et il en résulte des grêlons plus petits. «Les dommages causés par la grêle augmentent au carré de la taille des grêlons», précise la chercheuse.

Or, si un nuage n'est pas prêt pour la pluie ou la grêle, le produit chimique n'y changera peut-être rien. «On peut tout au plus tenter d'accélérer ou de retarder le moment où un nuage prêt à lâcher de la pluie le fera», note Ulrike Lohmann. Cela fut tenté en 2008, à la cérémonie d'ouverture des Jeux olympiques d'été à Pékin. Mais les recherches systématiques et comparatives dans ce domaine restent rares. «Il est difficile de savoir ce qui se serait passé dans un nuage sans inoculation d'iodure d'argent», regrette la spécialiste. C'est pourquoi, avec son équipe du Cloudlab d'Eriswil, elle étudie la vitesse à laquelle les différents processus se modifient au sein d'un nuage après une inoculation. «Nous cherchons ainsi à mieux comprendre la microphysique et à optimiser les prévisions des précipitations à long terme.»

Florian Wüstholtz est journaliste indépendant à Berne.

Dès 2015, Los Angeles a déversé près de 100 millions de petites boules de plastique noires dans le bassin d'Ivanhoé pour éviter l'évaporation. Or, cela n'a pas servi à grand-chose et les scientifiques s'inquiètent des substances supplémentaires arrivées ainsi dans l'eau. Photo: Mustafah Abdulaziz



Là où les secrets du passé sont révélés

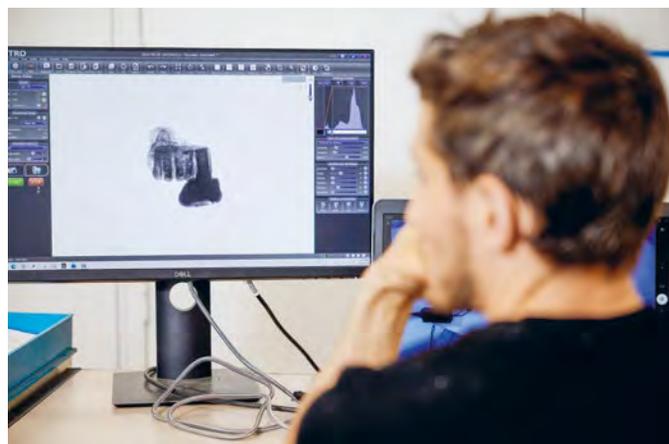
Au palais de Rumine, les trésors archéologiques vaudois ont deux vies. Alors que le public peut les découvrir dans les étages, nous visitons les sous-sols où ils sont restaurés et étudiés.

Texte Patricia Michaud Photos Marion Bernet

1



2



5

4

Pour lui poser des questions, il faudra attendre. Assis face à la micro-sableuse, les mains à l'intérieur du caisson vitré, David Cuendet est ultra-concentré. Le crayon à buse qu'il tient délicatement entre ses doigts effleure l'objet métallique avec précision, dégageant, millimètre après millimètre, la couche foncée aux reflets rougeâtres qui le recouvre. Difficile d'imaginer que cet élément allongé, dont les contours encore relativement informes sont démesurément agrandis par la loupe, se retrouvera peut-être bientôt exposé quelques étages plus haut dans une vitrine, en pleine lumière. Et que les visiteurs du Musée cantonal vaudois d'archéologie et d'histoire, situé au cœur de Lausanne, dans l'imposant palais de Rumine, l'identifieront immédiatement comme une clé très ancienne.

Pour l'instant, c'est dans l'ombre des locaux du laboratoire de conservation-restauration du musée, dont David Cuendet est le responsable, que l'objet est en transit. «Il date d'il y a près de 2000 ans, donc de la période romaine, et a été trouvé à Vidy-Boulodrome, un site de fouilles destiné à la formation des étudiants en archéologie de l'Université de Lausanne», explique-t-il un peu plus tard, après avoir éteint la machine et retiré ses gants en latex. But du micro-sablage, réalisé à l'aide de minuscules billes de verre: ôter la corrosion dont a été victime la clé, afin de retrouver sa surface et sa forme d'origine. Et, dans la foulée, être en mesure d'obtenir des informations plus précises sur son âge et son contexte d'utilisation. Mais pour ce faire, il faudra encore quelques heures de ce travail minutieux.

Le laboratoire compte actuellement cinq col-laborateurs fixes et cinq auxiliaires. Il est chargé

non seulement de la préservation des objets découverts lors de fouilles archéologiques, mais aussi du suivi des collections du musée. «Nous nous trouvons pile au milieu de toute la chaîne. Nous servons en quelque sorte d'interface entre les acteurs travaillant en amont, notamment sur les fouilles, et en aval, par exemple sur les expositions.» Une mission qui nécessite parfois un sens aigu de la diplomatie, précise avec un clin d'œil David Cuendet. Et un certain talent d'acrobate. «Pour éviter que les fouilles ne soient ralenties par notre travail, nous devons parfois le mener en parallèle, voire directement sur le terrain.» C'est notamment le cas sur le site de fouilles géant lausannois des Prés-de-Vidy, un projet sur 8 hectares réparti sur quatre ans, qui a démarré fin juin 2024 à l'emplacement d'un futur quartier d'habitations.

Toujours moins d'interventions

La conservation-restauration «répond à une demande scientifique». Celle de transmettre le patrimoine culturel matériel aux générations futures, en le sauvegardant, en le documentant et en le rendant accessible, rappelle David Cuendet. A l'époque où il s'est lancé dans le métier, il n'existait pas de formation spécifique. Entre-temps, cette lacune a été comblée: on peut désormais apprendre les ficelles de la discipline en suivant un programme master HES. Ce cursus est varié, puisqu'il porte à la fois sur la conservation préventive, la conservation curative et la restauration.

Eviter une future détérioration des objets trouvés durant les fouilles, par exemple grâce à un contrôle strict de l'humidité sur le lieu d'entreposage: voilà l'objectif de la conservation préventive. La conservation curative, elle, vise à arrêter un processus de détérioration déjà en cours, par exemple en stabilisant chimiquement des métaux corrodés. «La clé sur laquelle je travaille actuellement fera probablement l'objet d'une stabilisation», fait remarquer David Cuendet. Quant à la restauration, elle renvoie aux actions visant une meilleure compréhension d'un objet ou d'un bien, par exemple en reconstituant un vase en céramique brisé.

Chaque mesure de conservation-restauration est décidée «suivant un processus collectif et interdisciplinaire» afin de regrouper le plus d'informations et de réalités possible, relève le responsable du laboratoire. Y sont notamment impliqués des archéologues, des anthropologues, des conservateurs-restaurateurs, des responsables muséaux et des conservateurs des monuments historiques.

Riche d'une expérience de près de trente ans au musée, David Cuendet a observé une



- 1 A ce poste de travail du laboratoire de conservation du musée, on restaure de fragiles trouvailles.
- 2 De petites billes de verre ôtent la corrosion d'un artefact, couche après couche, dans la micro-sableuse.
- 3 Sous la couche rougeâtre, une clé romaine vieille de 2000 ans.
- 4 La radiographie révèle le pan-ton de la clé sous la couche de corrosion.
- 5 Les micro brosses permettent la mise à nu des structures délicates tout en les préservant.

évolution dans le métier. «Au fil des ans, on est devenu toujours moins interventionnistes.» Le but de la restauration n'est plus de rendre leur aspect original aux objets mais d'aider à les remettre en situation. «Car hors de son contexte, un objet n'a aucun sens.» Dans le cas de la clé sur laquelle le spécialiste est en train de travailler, la mise au jour de sa forme permettra peut-être de faire des associations avec d'autres objets trouvés durant les fouilles «et de comprendre pourquoi et comment elle était utilisée, de reconstituer un petit bout d'histoire». A l'inverse, un vase brisé à la fonction connue ne sera pas reconstitué à tout prix. Ou la réparation restera bien visible.

La technologie en renfort

Pour étayer leurs recherches, les conservateurs-restaurateurs du laboratoire s'appuient sur diverses techniques, notamment la tomographie, un examen d'imagerie permettant de connaître la constitution matérielle des objets. C'est grâce à cette technologie – que l'EPFL met à leur disposition – qu'ils sont parvenus à identifier des restes organiques dans la corrosion de trois épées montrées dans l'une des expositions temporaires du musée. Ces objets, qui datent de La Tène ancienne (V^e au III^e siècle av. J.-C.), ont été trouvés lors de fouilles effectuées à Denges en 2021-2022.

Pour les radiographies simples, toujours plus utilisées, David Cuendet et ses collègues n'ont plus besoin de sortir du bâtiment. Plaçant délicatement la clé romaine en fer dans un boîtier prévu à cet effet, le spécialiste descend plusieurs marches et parcourt un long couloir menant dans une pièce où trône depuis deux ans un appareil de la forme et des dimensions d'un sauna privatif. Un membre du laboratoire y dépose la clé. Quelques instants plus tard, la pièce antique apparaît sur un moniteur. Sous l'épaisse et informe couche de corrosion se dessinent son profil et les détails de construction. «La radiographie est un outil précieux. Elle nous fournit sans dégagement assez d'informations pour identifier l'objet et définir des priorités de traitement de conservation-restauration.» En s'appuyant sur cette technique, il est par exemple possible de déterminer si des urnes funéraires contiennent des objets présentant un intérêt propre, tels que des bractelets. «Dans le cadre des gigantesques fouilles de Vidy, cela fera gagner un temps bienvenu.»

Deux directeurs protègent un buste

David Cuendet récupère sa précieuse clé, toujours nichée dans un écrin sur mesure. Il note au passage que concevoir les boîtiers servant

à stocker les objets fait aussi partie du cahier des charges de son laboratoire. C'est dans une ancienne centrale nucléaire, dans la commune de Lucens, que l'Etat de Vaud a trouvé la place nécessaire pour conserver les milliers de trésors déterrés lors de fouilles archéologiques. C'est là aussi que les commissaires d'exposition viennent «faire leur marché» en fonction des besoins thématiques. Le Laboratoire de conservation-restauration est ensuite chargé d'évaluer les précautions à prendre afin que les objets ne pâtissent pas de leur exhibition: type de vitrine, intensité de la lumière, degré d'humidité, mesures de sécurité, etc. «Il faut toujours faire la part des choses entre informer le public – ce qui constitue la mission du musée – et protéger les objets.»

Lors de prêts à d'autres institutions muséales, en Suisse ou à l'étranger, David Cuendet et son équipe collaborent étroitement avec leurs homologues externes. «Parfois, il faut refuser un déplacement, par exemple parce que l'objet est trop fragile.» D'autres cas nécessitent des mesures exceptionnelles. Le responsable du laboratoire cite l'exemple du célèbre – et coûteux – buste en or de Marc-Aurèle, pièce maîtresse de l'archéologie vaudoise, prêté l'an dernier à la collection Getty. «Ensemble, le directeur du Musée romain d'Avenches et celui du Musée cantonal vaudois d'archéologie et d'histoire ont fait le voyage aux Etats-Unis en avion avec la mallette qui contenait le buste», pour garantir sa sécurité.

Nous faisons encore un détour par une autre salle. «Lorsqu'une pièce est particulièrement fragile ou sa détérioration avancée, elle doit être stabilisée.» Elle est par exemple immergée dans une cuve contenant du sulfite de sodium et de l'hydroxyde de sodium, qui permettent de solubiliser et d'extraire les chlorures. «On évite ainsi un éclatement de l'objet dû à la cristallisation des sels piégés dans la corrosion.» Une procédure qui, malgré toutes les précautions prises au préalable, peut présenter des risques de dommages. «Il s'agit alors de documenter auparavant consciencieusement l'objet en question, afin d'éviter toute perte d'informations.» David Cuendet commente sereinement: «De toute façon, un jour ou l'autre, tout objet est voué à la destruction.» Les conservateurs-restaurateurs peuvent certes ralentir ce processus, «mais pas l'éviter, car il est dans l'ordre des choses». La finalité de leur métier se situe donc ailleurs: «Comprendre d'où nous venons et qui nous sommes pour savoir où nous allons.»

Patricia Michaud est journaliste indépendante à Berne.

6



11

«De toute façon, un jour ou l'autre, tout objet est voué à la destruction.»

David Cuendet

7



8



- 6 Les pinceaux servent autant à la restauration archéologique qu'à la peinture.
- 7 David Cuendet, directeur du laboratoire de conservation du Musée cantonal d'archéologie et d'histoire de Lausanne, porte une loupe serre-tête binoculaire.
- 8 Tout n'est pas toujours mortellement sérieux: une croix sous la hotte pour le travail avec des produits chimiques nocifs.
- 9 Il faut bien stocker quelque part le plâtre et les microbilles de verre.
- 10 Des copies de divers artefacts décorent la bibliothèque du laboratoire.
- 11 L'urne funéraire a été restaurée afin que le public puisse se rendre compte à quoi elle ressemblait autrefois.



10



9

Débattre d'antisémitisme avec précision

Est-ce antisémite de qualifier Israël d'Etat d'apartheid? La question divise aussi la science. Un concept, deux définitions et trois scientifiques.

Texte Judith Hochstrasser

Occupations d'universités, manifestations appelant au boycott d'Israël – la guerre dans la bande de Gaza suscite de vives réactions dans le monde entier. Dans ce contexte, les accusations d'antisémitisme infondées fusent. C'est un problème, écrivent les scientifiques de la plateforme alémanique en ligne Geschichte der Gegenwart: «Pour lutter contre l'antisémitisme, il ne suffit pas de l'imputer aux autres de manière diffuse.» Dans un article, la spécialiste des sciences culturelles Aleida Assmann propose une clarification et classe l'antisémitisme en trois types: autochtone d'extrême droite, arabo-musulman et de politique de gauche.

La scientifique allemande définit l'antisémitisme autochtone d'extrême droite comme cette variante de haine des juifs qui hante l'Europe depuis 2000 ans, dont la motivation d'origine chrétienne s'est transformée en fantasmes nationalistes et racistes de conspiration. Cet antisémitisme a culminé avec l'Holocauste, qui est aujourd'hui relativisé ou nié par les représentants de ce courant. Pour la chercheuse, l'antisémitisme arabo-musulman est une réaction politique à la création d'Israël et à l'expulsion du peuple palestinien dès 1948. La haine n'y serait pas dirigée contre les personnes juives du monde entier, mais contre leur présence au Proche-Orient. «En fait, il s'agit d'anti-israélisme arabe», précise-t-elle lors d'un entretien téléphonique. Le fondamentalisme musulman est venu «s'y ajouter» par la suite. L'antisémitisme de gauche serait au contraire motivé politiquement et idéologiquement et un héritage de la Guerre froide et de la RDA, quand les communistes considéraient l'Etat d'Israël comme une puissance d'occupation capitaliste. La gauche militante rejette de plus le nationalisme par principe. «En fait, c'est de l'antisionisme», précise-t-elle.

La distinction est importante pour la spécialiste, même si les formes ne sont pas toujours clairement séparables. Ainsi, les cercles de gauche utilisent aussi les fantasmes de conspiration d'extrême droite. Juives et juifs y sont imaginés comme étant à la tête de la prétendue haute finance. Et il existe des positions musulmanes qui nient ou glorifient l'Holocauste et exigent l'anéantissement d'Israël.

«L'antisémitisme d'extrême droite s'est métastasé à l'échelle mondiale», admet Aleida Assmann. C'est précisément pourquoi Alfred Bodenheimer, directeur du département d'études juives à l'Université de Bâle, n'est pas sûr que la tripartition soit utile, «les formes étant extrêmement imbriquées les unes dans les autres».

Deux définitions, autres conséquences

La précision historique est également primordiale pour lui: l'antisémitisme musulman n'existe pas seulement depuis la création de l'Etat d'Israël en 1948. Dans les années 1930, les nationaux-socialistes auraient tout fait pour trouver des alliés dans le monde musulman. Par exemple en coopérant avec le grand mufti de Jérusalem. «Cela a laissé des traces bien plus durables là-bas qu'en Allemagne, où a eu lieu un travail sur le passé après la guerre.» Quant à l'antisémitisme de gauche, le cher-

«Il n'existe pas d'antisémitisme spécifiquement de gauche ou musulman.»

Christina Späti

cheur souligne l'importance de l'approche postcoloniale de la haine d'Israël: «Là-bas, l'histoire est manipulée pour condamner Israël au titre de puissance coloniale.» Les Juifs y sont comparés aux Européens qui ont occupé d'autres pays. Qu'ils sont eux-mêmes originaires de la région est passé sous silence.

L'historienne suisse Christina Späti de l'Université de Fribourg regrette que la répartition d'Aleida Assmann n'inclue pas «l'antisémitisme issu du centre de la société» et juge la réduction à trois groupes trop restrictive. «L'hostilité envers les juifs représente un prétendu système de connaissances depuis des siècles», dit-elle. Il repose sur des préjugés et des stéréotypes à connotation négative. «Les fantasmes de conspiration les tissent ensuite en modèles explicatifs. Il n'existe pas d'antisémitisme spécifiquement de gauche ou musulman. Il n'existe que divers acteurs et actrices, qui mettent en avant des aspects divers»,

ajoute-t-elle. Jusqu'ici, les scientifiques sont en désaccord. Les divergences apparaissent déjà dans les deux définitions courantes: celle de l'International Holocaust Remembrance Alliance (IHRA) de 2016, reconnue par plus de 30 Etats, dont la Suisse, et celle de la Déclaration de Jérusalem sur l'antisémitisme de 2021, avec environ 360 signataires du monde académique, dont Aleida Assmann. Contrairement à cette dernière, la définition de l'IHRA n'a pas de prétention scientifique, mais a été développée afin de pouvoir suivre des incidents antisémites concrets, explique Christina Späti. Elle fonctionne apparemment bien pour ce monitoring. «Les débats ont commencé avec la politisation croissante de la définition.» Soit quand on a commencé à qualifier d'antisémites des prises de position contre Israël sur la base de cette définition. Le fossé le plus grand entre les deux approches se situe ainsi dans la question de savoir quand critiquer l'Etat d'Israël est antisémite.

La crainte du moment de bascule

Le cœur de la définition de l'IHRA stipule: «L'antisémitisme est une certaine perception des Juifs qui peut se manifester par une haine à leur égard. Les manifestations rhétoriques et physiques de l'antisémitisme visent des individus juifs ou non et/ou leurs biens, des institutions communautaires et des lieux de culte.» Le gouvernement allemand l'a élargie: «En outre, l'Etat d'Israël (...) peut être la cible de telles attaques.» Vu ainsi, un appel au boycott contre Israël peut être vu comme antisémite. L'IHRA donne, de plus, onze exemples concrets de lignes directrices, tel le refus du droit à l'autodétermination du peuple juif, par exemple en affirmant que l'existence de l'Etat d'Israël serait une entreprise raciste.» Scander, lors d'une manifestation, qu'Israël est un Etat d'apartheid peut ainsi être vu comme antisémite. Ou encore le traitement inégalitaire de l'Etat d'Israël, dont on exige d'adopter des comportements qui ne sont ni attendus ni exigés de toute autre démocratie. Selon ce principe, exiger d'Israël de ne pas répondre au terrorisme par la violence peut être perçu comme antisémite.



La bannière d'une manifestation à Berlin le 10 mars 2024. Au centre, Volker Beck, président de la Société d'amitié germano-israélienne, désigne diverses formes d'antisémitisme – une tripartition controversée. Photo: Christophe Soeder/Keystone

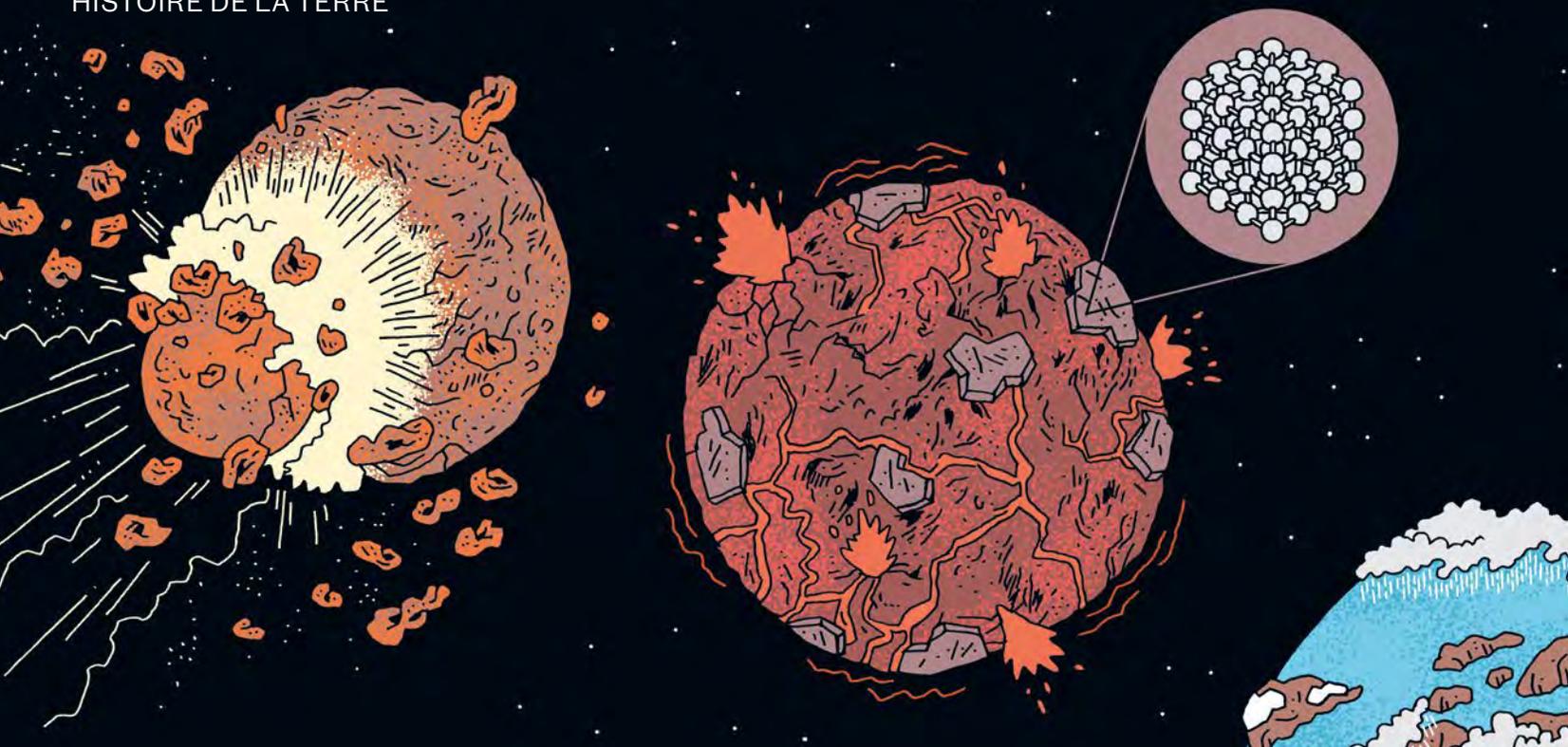
Au cœur de la Déclaration de Jérusalem, il est écrit: «On appelle antisémitisme la discrimination, les préjugés, l'hostilité ou la violence envers les Juifs, en tant que juifs (ou contre les institutions juives, en tant qu'elles sont juives).» La précision «en tant que juifs» est capitale: un appel au boycott d'Israël ne serait pas considéré comme antisémite en soi. La Déclaration de Jérusalem donne aussi 15 lignes directrices à titre d'exemples, dont cinq explicitement non considérées comme antisémites. S'opposer au sionisme en tant que forme de nationalisme en fait partie. Se prononcer en faveur de modalités politiques accordant une égalité pleine et entière à tous les habitants de la région «entre le Jourdain et la Méditerranée» n'est donc pas antisémite. Le fait de «critiquer Israël en tant qu'Etat, en s'appuyant sur des faits» et en incluant sa politique, en particulier, son comportement en Cisjordanie et à Gaza, en fait partie. «Il n'est pas antisémite de montrer une discrimination raciale systématique en Israël», ni d'établir des

parallèles avec d'autres contextes historiques, dont la colonisation de peuplement ou d'apartheid. Pour Israël, comme pour la Palestine, les normes de discussion valables sont les mêmes que pour tout autre Etat. Une pancarte de manifestant qui traite Israël d'Etat d'apartheid ne serait donc pas antisémite en soi, ni le slogan «From the river to the sea». Or, dans la pratique, c'est vite compliqué, dit Alfred Bodenheimer: «Prétendre aujourd'hui que «From the river to the sea, Palestine will be free» est un appel amical, couvert par la Déclaration de Jérusalem, invitant Palestiniens et Juifs à s'asseoir autour d'une table revient à nier la réalité. La présence de l'appel en Europe et aux Etats-Unis juste après le massacre du Hamas a donné une couleur génocidaire évidente à la vision.»

Le choix de la définition est politique pour Christina Späti. Les gens assez critiques à l'égard d'Israël opteront plutôt pour la Déclaration de Jérusalem. Les autres pour celle de l'IHRA. Mais les définitions n'inquiètent pas

Alfred Bodenheimer. «Je crains que la notion même bascule, que les gens disent à nouveau: je suis antisémite.» Des déclarations déjà lues dans des commentaires, par exemple avec la justification suivante: «Quand je vois ce que font les Juifs, ils incarnent vraiment le mal du monde.» Ainsi, le discours sur l'antisémitisme devient soudain celui sur une opinion parmi d'autres. «Jusqu'ici, le tabou interdisant de haïr les Juifs nous en a protégé. Or, ce consensus est très fragile», dit Alfred Bodenheimer. Il propose un exercice de pensée: «Imposer, tous les deux ans, un moratoire sur la notion d'antisémitisme qui cache plus qu'elle ne révèle.» On pourrait la remplacer par des adjectifs tels «méprisant l'être humain», «généralisant», «niant l'Holocauste» ou simplement «injuste». «Ainsi, on devrait réellement réfléchir à ce que l'on veut dire et formuler honnêtement les reproches. On se reparlerait alors certainement davantage.»

Judith Hochstrasser est codirectrice de la rédaction d'Horizons.



Le grand 8 des hasards

La vie humaine doit son existence aux propriétés uniques de la planète bleue. Mais tout aurait pu se passer autrement. Cinq points de bascule.

Texte Stéphane Praz Illustration Jeremy Perrodeau

Il y a 4,5 mia d'années – La Lune stabilisatrice

Tous les débuts sont difficiles: née de poussière et de gaz, la Terre grandit au gré des collisions avec des astéroïdes plus ou moins gros. Alors qu'elle a presque atteint sa taille actuelle, elle percute très violemment Théia, un corps céleste. Des fragments sont alors projetés dans l'espace et s'accumulent dans l'orbite de la Terre, donnant naissance à la Lune. Maria Schönbächler, géochimiste à l'ETH Zurich, étudie cette collision pour tenter de savoir si la Lune est essentiellement constituée de matière terrestre ou de restes de Théia. Elle mène son enquête grâce à des échantillons de roches terrestres et lunaires dans lesquels elle cherche des indices sur leur provenance. «Si la Lune devait être composée en grande partie de matériaux terrestres, elle constituerait une fenêtre sur le passé géologique de la Terre», explique-t-elle.

La Lune est en effet restée pratiquement la même depuis des milliards d'années. Elle a d'autant plus contribué au développement de la planète Terre telle que nous la connaissons aujourd'hui: «L'attraction mutuelle stabilise les mouvements de la Terre et de la Lune, explique Maria Schönbächler. Sans la Lune, la Terre vacillerait au sens propre du terme, son axe s'inclinerait sans cesse différemment, les conditions climatiques alterneraient entre divers extrêmes.» La vie humaine serait impossible sur une telle Terre.

Il y a 4 mia d'années – Précieuse croûte terrestre

«Sans la croûte continentale et ses gisements de métaux, l'être humain n'aurait jamais eu l'idée d'extraire ces matériaux: sans chaudrons en cuivre, smartphones et chemins de fer, nous serions restés à l'âge de pierre», dit le géochimiste Klaus Mezger de l'Université de Berne. L'exemple montre à quel point la croûte de granite continentale est centrale pour la vie actuelle. Pour l'instant, on ne la connaît que de la Terre. Elle fournit notamment le phosphore nécessaire à l'ADN et à l'ARN. Mais la manière dont la croûte purement basaltique d'origine, qui forme toujours le fond des océans, s'est transformée en croûte continentale n'est pas encore tout à fait claire. Récemment, Klaus Mezger a pu apporter une contribution importante à la question. Il a analysé deux échantillons de roche issus de deux régions spécifiques en Inde: l'un daté du début de la formation de la croûte, l'autre de l'époque à laquelle elle a atteint son maximum. Les deux sites où ont été trouvés ces échantillons sont restés largement intacts au cours des derniers milliards d'années. «La comparaison de ces périodes fournit des indications pour savoir quels éléments se sont accumulés dans la croûte continentale et ont ainsi été soustraits à la croûte basaltique», précise-t-il. La roche basaltique a en partie fondu dans les profondeurs. Conclusion de l'analyse: la croûte continentale est une conséquence de la tectonique des plaques – et non l'inverse.

Il y a 3,8 mia d'années – Parfait pour la pluie

La vie a besoin d'eau sous forme liquide. Une spécificité que l'on ne connaît pour l'instant que sur Terre. Il suffirait toutefois de peu pour qu'ici aussi, il n'y ait pas de rivières, de lacs et d'océans, comme le montre l'exemple de Vénus, notre planète sœur. Bien qu'elle ressemble en de nombreux points à la Terre, et qu'elle abrite même de la vapeur d'eau, elle n'a probablement jamais eu d'océans. C'est ce que montre une étude menée à l'Université de Genève. L'astrophysicienne Emeline Bolmont et ses collègues ont modélisé le climat de Vénus peu après sa formation et ont découvert que la vapeur d'eau n'avait jamais pu s'y condenser et provoquer de précipitations. L'effet de serre est très prononcé sur Vénus et a déjà engendré des températures de plusieurs centaines de degrés lorsque le Soleil avait encore sa plus faible puissance de rayonnement. «Pour l'instant, la Terre a eu plus de chance, constate Emeline Bolmont. Mais l'intensité du Soleil augmente continuellement et donc toute l'eau qui est à l'intérieur de son rayon s'évapore inévitablement.» Dans 1 à 2 milliards d'années, ce sera le cas et la Terre partagera le même destin que Vénus.

Il y a 2,5 mia d'années – L'oxygène change tout

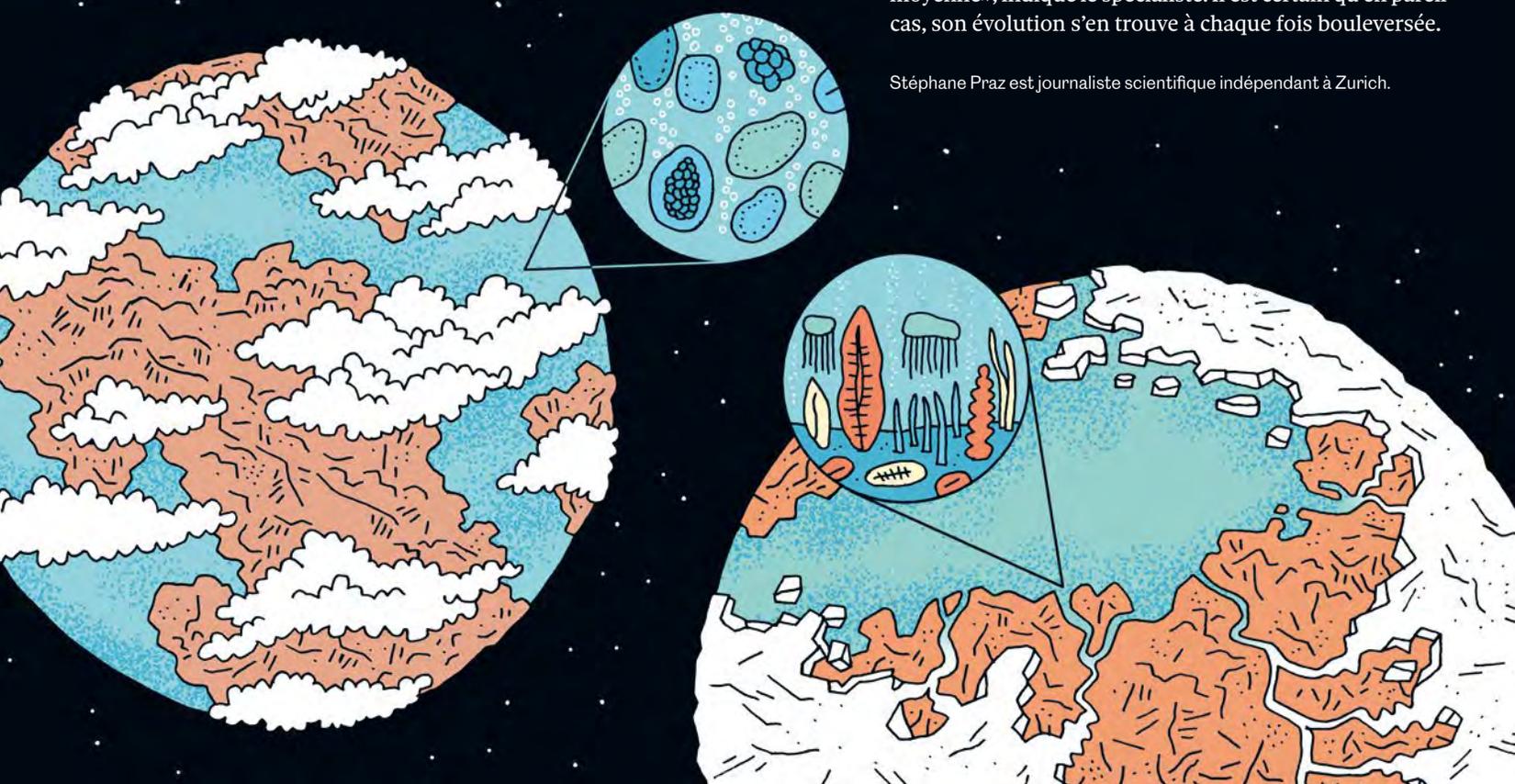
Les premières cellules présentes sur Terre n'avaient pas besoin d'oxygène – elles le produisaient. Ce produit de dégradation de la photosynthèse des micro-organismes s'est progressivement enrichi dans l'eau et dans l'air. «Après que la Terre a été largement dépourvue d'oxygène pendant 2 milliards d'années, ce seul phénomène a tout changé, explique le spécialiste en géochimie Derek Vance de l'ETH Zurich. Avant cela, la biologie était une conséquence de la géologie. Mais à partir de ce moment, elle l'a influencée de manière décisive.» Dès l'instant précis où une quantité

suffisante d'oxygène libre a été disponible, la biologie s'est influencée elle-même: les formes de vie capables de respirer ont commencé à dominer. Les océans ont cependant mis plus de temps que l'atmosphère pour s'enrichir en oxygène. Et une succession de phases riches et pauvres en oxygène a précédé la stabilisation de la situation. Derek Vance étudie ces phases. Son groupe a développé de nouvelles méthodes qui permettent de déduire la chimie des océans des époques passées à partir de sédiments marins.

Il y a 0,7 mia d'années – Une boule de neige fertile

Pendant très longtemps, seuls des organismes ont existé sur Terre. Il aura fallu au moins deux périodes glaciaires globales pour qu'une vie multicellulaire complexe commence à s'y développer. Les scientifiques supposent que cela est dû aux nombreux nutriments apportés de la croûte continentale vers les océans par les eaux de fonte. Mais ils ignorent encore ce qui a déclenché la glaciation complète qui a précédé ce phénomène. Christian Köberl, qui étudie l'impact des corps célestes à l'Université de Vienne, a récemment proposé une piste. Au départ, il voulait savoir si un impact d'astéroïde de l'ampleur de celui qui, bien plus tard, a probablement signifié la fin des dinosaures, aurait pu faire fondre la glace. «Le modèle informatique a toutefois montré que l'énergie n'aurait probablement pas suffi, explique-t-il. Nous avons donc renversé la question: un impact aurait-il pu être à l'origine de la Terre boule de neige?» Effectivement, il est apparu que la poussière produite lors d'un impact pourrait protéger suffisamment la Terre du rayonnement solaire si celle-ci traversait de toute façon une phase de refroidissement à ce moment. Personne ne sait si cela s'est réellement produit. «Toujours est-il que l'on s'accorde à dire que la Terre entre en collision avec un astéroïde de cette taille tous les 100 millions d'années en moyenne», indique le spécialiste. Il est certain qu'en pareil cas, son évolution s'en trouve à chaque fois bouleversée.

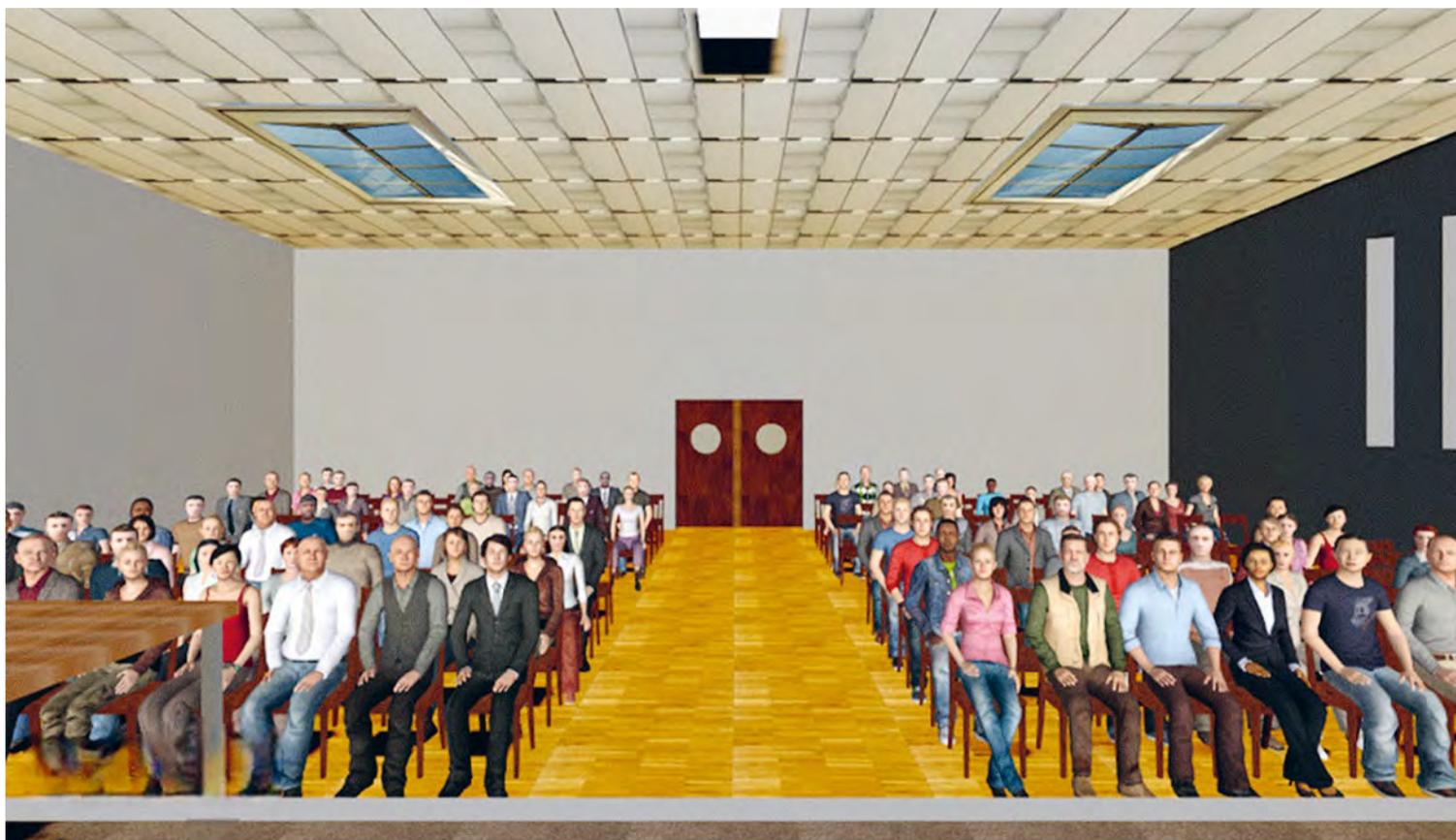
Stéphane Praz est journaliste scientifique indépendant à Zurich.



Mettre un casque VR – plus simple que d’aller sur le terrain

La candidate deepfake est-elle sympathique parce qu’elle sourit? Trouverai-je plus facilement la sortie si le cube de béton est transformé précisément à cet effet? Des modèles virtuels permettent de tester diverses versions de personnes ou de bâtiments dans le cadre d’études. Un boom qui suscite de nombreux mais.

Texte Hubert Filser



Ouah, tant de spectateurs! Qu’arrive-t-il lorsque quelqu’un se trouve sur scène, par exemple pour donner une conférence? C’est ce qu’on peut étudier aujourd’hui dans des mondes virtuels, par exemple dans le cadre d’études de psychologie. Photo: Vizard

La tâche est toujours identique. Près de 150 personnes tests doivent trouver une pièce dans le bâtiment Sanaa, l’édifice d’Essen (D) considéré comme un chef-d’œuvre architectural, avec ses plus de 130 fenêtres différentes et quatre niveaux avec des hauteurs de pièces variables. «Un bâtiment magnifique, mais compliqué», note Christoph Hoelscher. Ainsi, qui veut passer de l’auditorium lumineux du rez-de-chaussée à une salle de réunion au troisième étage y perd rapidement ses repères.

L’équipe du chercheur en sciences cognitives de l’ETH Zurich a donc créé un modèle virtuel de ce cube de béton pour ses tests. Car l’un des problèmes fondamentaux est qu’il est difficile d’avoir une vue d’ensemble précise du fonctionnement de l’édifice. Les scientifiques ont donc par exemple remplacé la cage d’escalier fermée par un escalier ouvert et inséré, à certains endroits dans les plafonds, des ouvertures

qui laissent voir les autres étages. «Il est impossible de modifier ce genre de choses ainsi dans un bâtiment réel», note Christoph Hoelscher. Résultat du test: des axes visuels améliorés vers des points d’orientation importants telles les cages d’escalier permettent une navigation plus rapide. L’architecture doit prendre en compte le fonctionnement cognitif de l’être humain, note Michal Gath-Morad, sa directrice d’étude.

Réduit à l’essentiel

Les sciences cognitives, la psychologie sociale, l’architecture et les études de marché recourent toujours plus aux modèles virtuels pour leur recherche, observe Christoph Hoelscher. Les sujets qui portent des lunettes VR interagissent avec des personnes et des environnements virtuels et testent systématiquement le comportement humain.

Les scénarios sont reproduits à l'aide de logiciels de l'industrie du jeu. L'important, selon le chercheur, est de savoir dans quelle mesure cela permet de se projeter dans une autre réalité; les spécialistes parlent de degré objectif d'immersion. «L'expérimentation dans la réalité virtuelle présente de grands avantages, souligne-t-il. Les expériences sont en général plus simples et donc moins chères à réaliser. Chacune a un cadre clair et est donc facile à reproduire – un grand plus pour les sciences où la reproductibilité est un sujet de discussion depuis des années. Certaines expériences, telle celle de Christoph Hoelscher, seraient difficiles, voire impossibles à mener dans la réalité. Car, quel maître d'ouvrage accepterait qu'on perce son plafond à titre d'essai?»

Sur le plan méthodologique, l'utilisation de modèles virtuels pour les sciences cognitives et sociales rappelle les pratiques des sciences naturelles. Les chercheuses en sciences de la vie travaillent souvent avec des organismes modèles pour comprendre des processus fondamentaux. Du cube d'Essen, Christoph Hoelscher a essentiellement reproduit la structure spatiale et les perspectives visuelles centrales, alors que la nature des sols et les couleurs des parois sont par exemple absentes. L'expérience est donc réduite aux éléments essentiels. Certains détails sont ajoutés en fonction des questions. Pour pouvoir utiliser des modèles virtuels de manière à en tirer des enseignements, les scientifiques doivent déterminer quels facteurs peuvent être représentés de manière pertinente dans une expérience de réalité virtuelle (VR) – et donc aussi évaluer de manière réaliste les limites de la méthode. «La réalité virtuelle n'est jamais qu'un modèle. De la même manière qu'en physique les modèles atomiques aident à comprendre la réalité sans la représenter entièrement», note Jascha Grübel de l'Université de Wageningen (NL), qui travaille sur l'application des technologies informatiques dans les domaines de recherche les plus divers et collabore avec Christoph Hoelscher à l'ETH Zurich. Ce dernier ajoute qu'on peut étudier dans le modèle des variantes contrôlées qui se démarquent clairement les unes des autres: «En les comparant, nous pouvons distinguer des modèles de comportement fondamentaux.»

Changement de décor – un laboratoire à Lausanne: la jeune femme aux yeux sombres vous regarde, cligne des yeux, hoche brièvement la tête et sourit légèrement. Rien de plus. Dans une deuxième scène, elle ne sourit plus, ne regarde plus non plus directement l'observateur, mais à côté de lui. Ces deux scènes sont tirées d'une expérience psychologique menée par Marianne Schmid Mast à l'Université de Lausanne. La chercheuse en comportement veut élucider le rôle joué par les hochements de tête, les sourires et le contact visuel direct lors d'un entretien d'embauche. Des sujets tests évaluent tour à tour diverses personnes virtuelles telle la femme aux yeux sombres: quel comportement trouvez-vous le plus sympathique, qui engageriez-vous plutôt?

En principe, le dispositif expérimental est un classique pour comprendre les règles de l'interaction sociale, par exemple au travail ou lors d'entretiens d'embauche. Au laboratoire de Marianne Schmid Mast, les participants à l'étude regardent toujours plus souvent des vidéos générées par l'IA à cette fin au lieu d'actrices mises en scène. A partir de la photo de n'importe quelle personne test, un logiciel peut créer un deepfake exécutant un modèle défini de mouvement. L'arrière-plan est souvent plutôt neutre. «Il importe que rien ne distraie de l'expérience, dit la professeure. La scène peut tout à fait paraître simple, cela aide même parfois.» Tout ce qui irrite détourne l'attention de l'observateur. Un avatar trop parfait serait d'ailleurs déroutant – un effet nommé

«canny valley». Cela vaut aussi en architecture: «Pour donner une impression, les esquisses sont souvent meilleures qu'un rendu parfait», remarque Christoph Hoelscher.

Une fois les avatars programmés, on peut tester leur comportement avec les variables les plus diverses: hommes, femmes, à la peau claire ou foncée. Une autre solution serait de faire répéter à différentes actrices les gestes et les regards définis et toujours de la même manière. Ce n'est pas une mince affaire et c'est surtout très coûteux. «Dans nos vidéos deepfake, nous pouvons aussi combiner de façon ciblée divers comportements et étudier leur impact de manière contrôlée», note Marianne Schmid Mast. Quand on étudie la communication non verbale, la nervosité ou l'assurance, par exemple, doivent être traduites en une combinaison de gestes. «Seule la standardisation du comportement permet d'établir des liens de causalité», précise-t-elle. Les observations sur le terrain, en situation réelle, sont souvent trop complexes. Trop de variables supplémentaires peuvent exercer une influence. D'où, parfois, des interprétations basées uniquement sur des phénomènes aléatoires. En condition contrôlée, en revanche, on mesure un résultat clair.

La spécialiste du comportement voit aussi les limites des expériences IA dans son domaine. Les deepfakes d'interactions sociales entre deux personnes, par exemple, restent difficiles à réaliser. Dans l'expérience qu'elle mène, le sourire est plutôt discret, car un sourire qui montre les dents peut vite devenir sinistre. Les limites de la technologie déterminent-elles la manière de poser les questions? Cela ne devrait pas arriver. On peut toujours se rabattre sur des essais réels, dit Marianne Schmid Mast. Néanmoins, en raison de l'évolution fulgurante des possibilités techniques, les expériences avec des vidéos générées par l'IA gagnent en importance dans son domaine.

«La scène peut tout à fait sembler simple, cela aide même parfois.»

Marianne Schmid Mast

Des limites éthiques aussi dans le virtuel

Le boom de la recherche avec des vidéos générées par l'IA et la VR est là. Des villes virtuelles sont créées pour une étude de santé publique afin d'examiner les effets de l'ordre et de la négligence dans l'environnement urbain sur la santé. Ou bien on étudie à l'aide de modèles virtuels si de nouvelles éoliennes et installations solaires sont plutôt perçues comme agréables dans un environnement bâti ou naturel. La diversité des domaines d'application est énorme. «Mais les résultats de certaines études montrent qu'il y a d'importantes différences entre la perception dans la VR et dans le monde réel», note Jascha Grübel. Ainsi, les zones du cerveau actives lors d'un mouvement physique dans un environnement virtuel sont différentes de celles actives lors d'un mouvement réel. Mais il n'est pas clair si cela pose un problème. «Peut-être que le cerveau traite le monde réel différemment au niveau neurologique, mais nous constatons des résultats similaires au niveau cognitif décisionnel.»

Les voix, les odeurs, la foule, les températures sont des facteurs qui peuvent aussi avoir une influence qu'on ne peut pas toujours déterminer clairement, dit Jascha Grübel. «Les données du monde réel ont ici une grande plus-value et peuvent montrer où les modèles simplifient trop.» Les technologies futures pourront peut-être en reproduire une partie. L'Université de Delft travaille sur un simulateur VR qui peut reproduire l'odeur et la température. Un monde virtuel complet pourrait aussi faire paniquer les personnes tests. Par exemple un incendie dans le bâtiment de Sanaa, avec fumée et chaleur. Même dans un environnement virtuel, on atteint rapidement les limites éthiques.

Hubert Filser est journaliste scientifique à Munich.



Vivre de façon autonome, même lorsqu'on va si mal psychologiquement qu'on a besoin de soutien. Les études sur le coaching au logement représentent un défi à plus d'un titre. Photo: Getty Images

Vivre chez soi malgré la dépression

Un coaching professionnel permet aux personnes souffrant de graves troubles psychiques d'habiter chez elles, ce que beaucoup d'entre elles désirent précisément. Mais le modèle peine à se mettre en place.

Texte Ümit Yoker

Les personnes atteintes de dépression grave ou de troubles de la personnalité préfèrent en général vivre entre leurs propres quatre murs plutôt que dans un lieu encadré. Mais la vie autonome soutenue par un coaching est encore peu répandue. Dirk Richter, des services psychiatriques universitaires de Berne, et Matthias Jäger, directeur de la psychiatrie des adultes à Bâle-Campagne, ont voulu en connaître les raisons.

Abandon d'étude pour raisons éthiques

La réhabilitation psychiatrique est en général un processus graduel: les personnes concernées doivent d'abord passer par divers environnements encadrés avant qu'on leur laisse entrevoir la perspective de leur propre logement. Le séjour en foyer et les groupes d'habitation obéissent à des conditions strictes, allant du respect des tâches quotidiennes jusqu'à l'abstinence. Pas à pas, patientes et pa-

tients doivent donc apprendre à faire face aux exigences de l'autonomie au quotidien. «C'est du moins l'idée, note Dirk Richter. Sauf que la plupart du temps, elle ne fonctionne pas.»

Habiter de façon autonome avec un coaching est une approche diamétralement opposée: les personnes concernées obtiennent d'abord une aide pour trouver un logement ou conserver celui qu'elles occupent. Elles y bénéficient ensuite d'un soutien individuel, que ce soit pour un rendez-vous avec le bailleur ou pour le ménage. Il n'existe encore que peu d'études sur l'impact des diverses formes de logement. Et les comparer soulève des défis méthodologiques: les essais randomisés contrôlés (RCT) sont le standard en or, mais l'affectation aléatoire à un coaching résidentiel ou à un groupe de contrôle n'est guère réalisable: rares sont les sujets de recherche prêts à renoncer au choix du type de logement. Les études d'observation, cependant, ont l'avan-

tage que le cadre correspond plus au souhait de la personne. Mais ce type d'étude est considéré comme peu probant.

Avec leurs équipes, Matthias Jäger et Dirk Richter ont voulu réaliser un premier RCT sur le logement autonome avec un coaching chez les sans-abri pour comparer ses résultats avec une étude d'observation. «Nous avons dû arrêter l'essai avant l'heure, raconte Matthias Jäger. La majorité des sujets n'avaient accepté d'y participer que parce que cela leur permettait de figurer sur la liste d'attente pour le coaching résidentiel. Les priver artificiellement d'une place disponible n'aurait pas été justifiable.»

Pour les scientifiques, une étude d'observation est tout à fait envisageable comme alternative, à condition de répondre à des exigences statistiques élevées. «Il serait peu judicieux de ne proposer de coachings au logement que s'il existait une preuve empirique du plus haut niveau d'évidence», souligne Matthias Jäger. Et ce, d'autant plus que le modèle n'a jusqu'à présent pas obtenu de moins bons résultats que d'autres et que son rapport coût-efficacité devrait être nettement meilleur. «Lorsque, en plus, les préférences des personnes concernées sont si claires, cela devrait constituer un argument suffisant», estime-t-il.

Même les meilleures données n'ont que peu d'effet si les services responsables ne sont pas prêts pour le coaching résidentiel, note Marius Knorr, médecin-chef à la Clinique psychiatrique universitaire de Zurich. Les bailleurs de fonds telle la Direction générale de la santé du Canton ne savent souvent pas où situer le modèle, car ce n'est pas une prestation clairement médicale: «Il est difficile de montrer empiriquement qu'une amélioration de l'état de santé peut aussi être liée à la situation de logement.»

Plus répandu en Suisse romande

Charles Bonsack, responsable du service de psychiatrie communautaire du CHUV à Lausanne, explique le caractère hésitant de la propagation du coaching résidentiel par des raisons financières et culturelles. Côté romand, le transfert vers les soins ambulatoires est plus répandu qu'outre-Sarine. Et le savoir acquis en psychiatrie sociale serait souvent éclipsé par les promesses des neurosciences. «Ces dernières années, ce sont surtout les interventions de la psychiatrie sociale basées sur les preuves qui ont révolutionné le quotidien des personnes souffrant de troubles psychiques graves, explique-t-il. La plupart des médicaments sont connus depuis les années 1950.»

Ümit Yoker est journaliste indépendante à Lisbonne.

La couche d'ozone, un sujet chaud

Les modifications de la couche d'ozone ont un impact plus important qu'on ne le pensait sur le réchauffement climatique. De nouvelles études montrent un lien jusqu'ici sous-estimé.

Texte Lia Rosso

Bien connu, le rôle de la couche d'ozone consiste à absorber l'essentiel du rayonnement solaire ultraviolet dangereux pour les organismes et permettre ainsi la vie à la surface de la Terre. Une équipe menée par Gabriel Chiodo de l'ETH Zurich a récemment montré que la couche d'ozone avait d'autres fonctions. Les variations de son épaisseur influencent notamment le climat global, avec des répercussions également dans l'hémisphère Nord.

La couche d'ozone rétrécit aussi encore dans l'hémisphère Nord

L'ozone est généré par les interactions entre l'oxygène et le rayonnement solaire dans la stratosphère – la partie de l'atmosphère qui s'étend d'environ 10 km à 50 km d'altitude. Dans les années 1970, la couche d'ozone s'est mise à fortement rétrécir au niveau du pôle antarctique. Les responsables: les émissions industrielles de gaz telles que les chlorofluorocarbures (CFC), qui ont été utilisés entre autres dans les réfrigérateurs et les aérosols.

L'hémisphère Sud présente des conditions plus propices à ce phénomène que l'hémisphère Nord: au-dessus de l'Antarctique, les températures sont assez basses pour que des nuages stratosphériques se forment pendant le long hiver polaire et persistent jusqu'au printemps. «Lorsque la lumière du soleil revient dans la stratosphère, elle enclenche une réaction chimique de dégradation des molécules contenant le chlore des CFC à la surface de ces nuages. Cela rejette des atomes de chlore dans l'atmosphère, qui détruisent massivement la couche d'ozone», explique Gabriel Chiodo. En été, les conditions changent et la destruction de l'ozone s'arrête à nouveau.

Au nord, ce phénomène se produit beaucoup moins souvent. Mais lorsque la stratosphère arctique est plus froide que d'habitude à cause des variations météorologiques, de grands nuages polaires y apparaissent aussi. Ils contribuent alors à la destruction de l'ozone par les CFC dans l'hémisphère Nord. «Et nous avons de bonnes raisons de penser que cela s'est produit en 1997, 2000, 2011 et 2020», précise le chercheur. Avec son équipe, Gabriel Chiodo a modélisé les phénomènes météoro-

logiques en intégrant les variations de l'ozone dans la stratosphère. Il a ainsi montré pour la première fois l'impact des changements d'épaisseur de la couche d'ozone au pôle Nord sur le climat. En absorbant les rayons ultraviolets émis par le soleil, l'ozone réchauffe la stratosphère. Par conséquent, s'il y a moins d'ozone, la stratosphère se refroidit. Ce mécanisme peut ensuite influencer les vents et les conditions météorologiques près de la surface de la Terre.

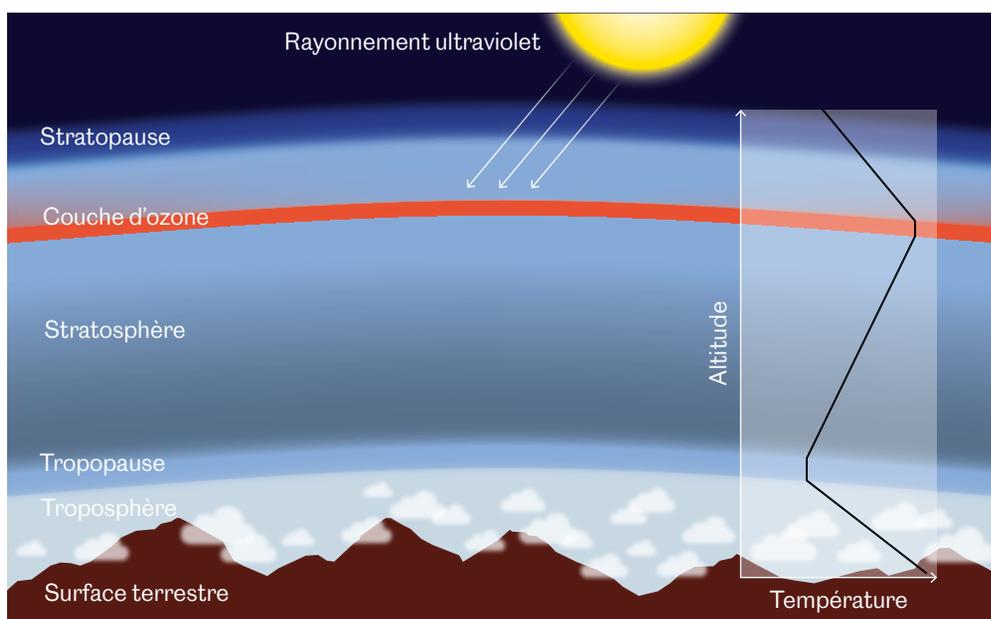
Selon Amy Butler, chercheuse à la National Oceanic and Atmospheric Administration au Colorado, la prise en compte des variations de la couche d'ozone dans les changements climatiques «pourrait nous aider à mieux évaluer comment les conditions météorologiques réagissent à l'augmentation des gaz à effet de serre». De façon générale, l'impact des variations de la couche d'ozone représenterait-il plutôt une bonne ou une mauvaise nouvelle pour le climat? «Difficile à prévoir, répond Gabriel Chiodo. Pour sûr, il s'agit là d'une alerte. Jusqu'à présent, on ne savait pas que le climat de l'hémisphère Nord pouvait aussi être

affecté par les variations de l'ozone provoquées par les émissions de CFC.» Convaincu que la prise de conscience est le premier pas vers le changement, le climatologue espère que ces résultats encourageront des mesures encore plus drastiques pour préserver la couche d'ozone. Son rétrécissement a pu être stoppé et l'ONU prévoit sa reconstitution d'ici une quarantaine d'années.

Protection à poursuivre impérativement

Johannes Stähelin, professeur émérite de l'Institut des sciences atmosphériques et climatiques de l'ETH Zurich, corrobore ces propos et ajoute: «Ces résultats montrent qu'il faut continuer à étudier et protéger la couche d'ozone. Le protocole de Montréal de 1987 pour limiter les CFC représente un bon début. Mais ces composés mettent plusieurs dizaines d'années à être éliminés de l'atmosphère. Il faut donc que tout le monde respecte vraiment cet accord.»

Lia Rosso est journaliste scientifique indépendante à Léchelles.



Dans la couche d'ozone (orange), la concentration d'ozone est la plus haute. Elle absorbe les rayons ultraviolets du Soleil, ce qui influence aussi les températures sur la Terre. Graphique: Bodara

L'humain, ce drôle de singe

Plus les scientifiques tentent de comprendre ce qui distingue l'humain des autres singes, plus les pistes se brouillent. Enquête chez les chimpanzés, les bonobos et les gorilles.

Texte Sophie Rivara

Une succession de silhouettes montrant un singe quadrupède qui se redresse progressivement pour s'ériger en Homo sapiens, droit sur ses deux jambes. La célèbre fresque familiarise les gens avec la théorie de l'évolution. Si elle rappelle notre parenté avec les singes, elle donne l'impression, à tort, que nous trônons au sommet de l'évolution et que les gorilles, bonobos et autres chimpanzés sont nos aïeux. En réalité, ils ont aussi évolué depuis notre dernière ancêtre commune. «Il ne faut pas oublier que nous sommes une espèce de grands singes. Ni le prendre mal», déclare Thibaud Gruber, professeur en psychologie à l'Université de Genève et codirecteur du Bugoma Primate Conservation Project en Ouganda. Alors que nous sommes génétiquement plus proches des chimpanzés que ces derniers des gorilles, le primatologue balaie la question de savoir qui ressemble le plus à qui. «Nous sommes tous cousins, avec de nombreux traits communs et des spécificités développées dans chacune des espèces», insiste-t-il.

Petits mots, grandes conséquences

De nombreuses études montrent que certains singes possèdent des caractéristiques longtemps considérées comme propres à notre espèce: usage d'outils, personnalité, empathie, structures sociales et culture propre à des groupes précis. Thibaud Gruber explicite la notion de culture retenue par les biologistes de l'évolution, qui englobe les comportements non innés ou instinctifs et se transmettent par apprentissage au sein du groupe. Il peut par exemple s'agir de laver ou non sa nourriture ou d'utiliser des bâtons pour extraire du miel d'un tronc d'arbre. Le chercheur souligne l'importance d'étudier aussi les primates dans leur habitat naturel afin de pouvoir observer des différences entre clans.

«Nous sommes probablement les seuls à nous interroger sur notre place dans l'Univers.»

Thibaud Gruber

Un point également relevé par Kathelijne Koops, professeure en anthropologie et spécialiste de l'évolution des comportements à l'Université de Zurich, qui part régulièrement sur le terrain en Afrique. Elle étudie l'apprentissage chez les grands singes, humains inclus, et s'intéresse notamment à l'emploi d'outils, courant chez les chimpanzés et majoritairement absent chez les gorilles et les bonobos sauvages. «L'environnement écologique et social joue un rôle dans ces différences

de comportement, expose la chercheuse. On constate par exemple que les bonobos peuvent tout à fait apprendre à utiliser des outils en captivité. Qu'ils ne le fassent pas dans la nature reste un mystère.»

Nos cousines simiesques les plus proches communiquent, vivent selon des règles sociales précises, peuvent utiliser des outils et sont influencées par la culture de leur groupe. Malgré tout, des différences nous séparent: «Au cours de l'évolution, quelque chose est parti en vrille chez les humains, ils ont tracé leur propre route et changé de dimension, concède Thibaud Gruber. Une invention relativement récente, le langage, a eu une incidence incroyable sur notre cognition.» Une nouvelle capacité de conceptualisation du monde se serait alors ouverte à nous. Pour Kathelijne Koops, l'acquisition de cette communication sophistiquée aurait aussi eu un impact au-delà du développement cérébral, en améliorant la transmission du savoir. «Des technologies complexes nécessitent un enseignement actif, l'apprentissage par l'observation ne suffit pas toujours, détaille-t-elle. Le langage permet de franchir ce pas.»

Une hormone de la coopération

Notre aptitude à communiquer de façon complexe fait également rebondir Redouan Bshary, éco-éthologue à l'Université de Neuchâtel. Il met en avant une autre de ses conséquences: «Ce qui nous rend bizarres par rapport à d'autres espèces, c'est que nous aidons des étrangers. Le langage et l'intentionnalité partagée nous permettent de découvrir des opportunités de coopération.» Notre aptitude à imaginer ce qui se passe dans la tête d'une autre personne et à s'apercevoir qu'on pense à la même chose qu'elle représenterait donc, avec le langage, une capacité centrale pour expliquer l'hyper-coopérativité de l'espèce humaine.

S'il s'intéresse aussi à ses congénères, Redouan Bshary est avant tout un spécialiste des poissons et a également travaillé avec des petits singes. Il étudie les interactions entre les espèces et l'influence de l'environnement sur leurs comportements et leur évolution: «La sélection naturelle s'intéresse uniquement aux mécanismes qui sont bons pour le succès de l'individu et ses gènes. Chez nous, en tant qu'espèce, c'est le cas de ce qui favorise la coopération.» Les mécanismes psychologiques et hormonaux nécessaires à ce comportement offrent un avantage pour la survie et la reproduction et ont donc été sélectionnés.

Le chercheur cite l'ocytocine, l'hormone de l'attachement qui crée le lien parents-enfant. «Nous avons détourné ce mécanisme pour être capables de tisser des liens avec des partenaires, amis et autres membres du groupe.» Et la notion même de groupe est large chez les êtres humains, puisqu'elle peut aller du club de foot à une nation, en passant par une religion. Des structures sociales au sein desquelles nos comportements se rapporteraient à de l'altruisme biologique: aider les autres permet d'en tirer un bénéfice direct ou indirect. «Le sens de la justice, la morale, l'empathie... Une partie de notre envie d'être gentils est physiologique. Elle est là pour augmenter notre coopérativité, dans l'intérêt de l'individu et de ses gènes.»



Comme les gorilles nous ressemblent! Et pourtant, la vie dans la savane a considérablement changé les humains. Photo: Shutterstock

Homo sapiens serait donc le fruit d'une spirale évolutive vertigineuse: un plus gros cerveau, une cognition plus développée, le langage, l'intentionnalité partagée et la coopération sont autant de facteurs qui pourraient avoir constitué des tournants ou de petites étapes. Des traits qui s'accompagnent du recours à des outils et des technologies de plus en plus pointus. «Pas besoin de réinventer la roue à chaque génération. Il suffit de quelques génies et d'une grande capacité de coopération pour pousser tout le groupe en avant», postule l'éco-éthologue.

Pour comprendre pourquoi les chimpanzés, bonobos et gorilles n'ont pas suivi la même route, il faut se rappeler que la génétique existe dans un contexte. «C'est l'écologie qui nous a séparés des autres grands singes», lance Redouan Bshary. La pression sélective change drastiquement selon l'environnement, par exemple en passant de la forêt tropicale à la savane. Ce qui peut expliquer d'immenses différences d'évolution en un temps relativement court. «Nous avons eu environ 7 millions d'années pour nous séparer des chimpanzés et bonobos. Mais notre cerveau n'a explosé qu'il y a environ 300 000 ans», détaille Redouan Bshary. Les humains auraient donc embrayé sur leur auto-route évolutive unique grâce à un concours de circonstances, un cocktail bien dosé entre bagage génétique et environnement.

Recherche biaisée par la morale

Il n'y a pas de réponse claire à la question de savoir si le langage et la coopération exacerbée des humains sont directement bénéfiques pour la survie et la reproduction ou si ce sont plutôt des effets collatéraux d'autres caractères sélectionnés par l'évolution. «Nous devons

admettre que nous ne savons pas grand-chose sur ce qui s'est passé, les capacités cognitives ne se retrouvent pas dans les fossiles», constate Rebekka Hufendiek, spécialiste de la nature humaine et de la théorie de l'esprit. La professeure en anthropologie philosophique à l'Université d'Ulm (Allemagne) voit d'ailleurs des écueils potentiels à trop vouloir comprendre ce qui nous distingue des autres animaux: «En décrivant ce qui nous rend vraiment humains, les scientifiques se focalisent souvent sur des caractéristiques qu'ils considèrent comme fascinantes ou moralement désirables.» Pour garder une vision non biaisée et complète, il faudrait donc considérer tous les facteurs ensemble et ne pas absolument chercher un élément distinctif décisif.

Un point de vue qui fait consensus parmi les quatre spécialistes interrogés. Qui s'accordent aussi pour dire que définir quelles particularités humaines expliquent notre singularité et comment elles ont évolué relève pour l'instant plus du domaine des opinions que des faits. Leurs avis convergent d'ailleurs vers l'une des réflexions finales de Thibaud Gruber: «Personne ne peut nier que les humains sont particuliers. Nous sommes probablement les seuls à nous interroger sur notre place dans l'Univers.» On pourrait presque pardonner à la fresque de l'évolution de nous avoir fait penser que nous étions spéciaux.

Sophie Rivara est rédactrice d'Horizons.



La cérémonie avant tout

Ig Nobel, Cambridge (USA)

«Welcome! Welcome!» C'est à cela que se résume le discours de la remise des prix Ig Nobel 2019. Au moment de l'accueil par une vénérable professeure, deux avions en papier ont déjà volé dans le public. Un professeur un peu plus jeune, coiffé d'un chapeau de paille vietnamien, a pour seule mission de balayer ceux qui atterrissent sur la scène.

C'était la dernière remise des prix Ig Nobel physique, avant que la pandémie en impose l'arrêt. Mais cette année, les réjouissances reprennent. Seront récompensés des travaux qui «font d'abord rire puis réfléchir». Le prix de physique est décerné à des scientifiques qui ont découvert «comment et pourquoi les wombats produisent des crottes cubiques». Le prix est remis sous la forme d'une sculpture bricolée, d'un certificat froissé, de 10 trillions de dollars zimbabwéens et de poignées de main données par trois lauréats du prix Nobel original, assis sur scène.

La remise des prix Ig Nobel est une parodie sérieuse. «S'agissant des prix scientifiques, le rituel de la cérémonie est primordial», explique Jana Gallus, professeure d'économie à l'Université de Californie à Los Angeles, qui a participé à la publication d'un livre sur les distinctions. «Pour les récompenses importantes, l'argent n'intéresse personne.» Mais la présence des protagonistes et la réputation des donatrices et donateurs sont déterminantes. ff

Une meilleure réputation après la mort

Nobel, Stockholm (S) et Oslo (N)

«Les super-riches veulent que leur nom soit associé à quelque chose de positif et de durablement visible après leur mort – leur héritage», affirme Jana Gallus, qui a étudié à l'Université de Zurich comment l'honneur et l'argent incitaient à la performance. Alfred Nobel était aussi très soucieux de sa mémoire après avoir eu l'occasion, rare, de lire sa propre nécrologie, peu flatteuse, sur ses activités dans l'industrie de l'armement en 1888, en raison d'une confusion avec son frère Ludvig. Sept ans plus tard, il créait les cinq prix qui ont assuré à son nom une postérité certaine. ff

Cueillis dès les bancs de l'école

Science et jeunesse, Berne

Préparer la relève en permettant à des élèves de soumettre leur travail de fin d'études secondaires ou un projet personnel à des expertes: les jeunes qui atteignent la finale du concours de Science et jeunesse y présentent leur prototype, recherche ou œuvre et obtiennent une mention parfois accompagnée d'un prix spécial qui leur ouvre la porte d'événements scientifiques internationaux.

Pour Julián Cancino, lauréat en 2005, ce fut un stage de recherche à l'Institut Max-Planck de Stuttgart. Le Genevois a ensuite rejoint l'ETH Zurich jusqu'au doctorat. «J'avais déjà décidé d'étudier la physique avant le concours, admet-il. Mais j'ai pu rencontrer des gens d'Uri ou du Tessin avec qui la langue commune était notre intérêt pour le sujet.» Il s'agirait donc d'un rassemblement de passionnés. «Ce n'est pas un festival de nerds, nuance Julián. Mais les gens y sont plus motivés que la moyenne.» *sr*

Pas bon pour le curriculum vitae

Herz aus Stein, Cologne (D)

Tous les prix ne sont pas destinés à encourager. Avec son prix négatif, l'association allemande militant pour l'abolition de l'expérience animale «Ärzte gegen Tierversuche» désigne l'étude la plus absurde de l'année à laquelle ont participé des animaux.

«Nous savons que la crainte de perdre la face peut avoir un fort effet rédhibitoire, affirme Jana Gallus, économiste du comportement. Je ne ferais certainement pas figurer le prix 'Cœur de pierre' dans mon curriculum.» Cependant, sur des questions à caractère politique, les réprimandes des uns peuvent conduire à un gain de réputation pour les autres. *ff*

La première femme après 90 ans

Marcel-Benoist, Berne

Décerné depuis 1920, le prix scientifique suisse le plus important a jusqu'à présent récompensé 115 chercheurs et seulement trois chercheuses. La première d'entre elles, Gisou van der Goot, a reçu le Marcel-Benoist en 2009 et a dû attendre 2019 pour ne plus être la seule lauréate. La biologiste de l'EPFL témoigne de son expérience:

«L'impact professionnel du prix a été étonnamment inexistant, on ne m'en a jamais reparlé comme signe de la qualité de ma recherche. Peut-être qu'être la première femme a éclipsé ma science. En revanche, quand les maîtresses et mamans des camarades de mes enfants ont appris à la radio que j'avais reçu un prix prestigieux, les remarques comme quoi j'étais une mère trop absente se sont soudain taries. Que l'effet du prix ait été plus important dans ma vie personnelle qu'académique et que des femmes aient commencé à le recevoir si tard... Ça en dit long, mais je ne sais pas exactement sur quoi.» *sr*

S'encourager mutuellement

John Maddox, London (GB)

L'Anglais John Maddox a longtemps édité la revue Nature et s'est battu toute sa vie contre les pseudosciences. En son honneur, la fondation Sense about Science décerne le prix du même nom aux scientifiques qui «s'engagent avec courage et intégrité pour une science et des preuves rigoureuses».

Dans un article sur le nombre accru de prix, le sociologue émérite Joel Best de l'Université du Delaware à Newark (USA) admet que ce prix est une incitation pour les lauréats. Mais il constate aussi que la récompense sert ceux qui le décernent: «Ils sont heureux de pouvoir montrer ce qu'il y a de bien dans leur monde. Et le public se voit conforté dans ses propres valeurs.» *ff*

Prima Spirit battu par des spiritueux

Conseil international des sciences, Paris (F)

Il a pour vocation de «rassembler le monde à travers le pouvoir de la science». Dans sa quête, le Conseil international des sciences a créé l'ISC Awards en 2021 pour «célébrer l'excellence pour l'avancement de la science en tant que bien public mondial». Avec un impact incertain: de multiples ISC Awards cohabitent sur le web, dont l'International Spirits Challenge, «le plus important, prestigieux et influent des concours de spiritueux au monde». *sr*

Utiliser son prix pour son hypothèque?

Latsis, Genève

Bien qu'on rechigne à parler d'argent en Suisse, une personne lauréate du prix Latsis – qui souhaite garder l'anonymat – a été disposée à évoquer l'utilisation de l'argent reçu: «En effet, 100 000 francs, c'est une belle somme pour la recherche. On en dispose à sa guise, et elle m'aurait par exemple permis de ne plus devoir donner de cours ou d'engager une collaboratrice administrative temporaire. J'ai investi l'argent dans un projet de recherche, pour lequel je n'aurais pas reçu de fonds. Comme la somme a été versée sur un compte de la haute école, je n'ai pas eu à payer d'impôts. Nous ne parlons pas d'argent entre lauréats, mais je sais que certains ont utilisé cette somme pour leur hypothèque. Personnellement, je trouve qu'il devrait rester dans la recherche. Je n'ai jamais ressenti de jalousie, au contraire. Le prix conforte indirectement aussi d'autres scientifiques sur le terrain dans le choix de leur méthode.» *ff*

De communication à communication

Heinz Oberhammer, Vienne (A)

Les cabarettistes autrichiens Science Busters sont montés à un niveau méta en couronnant depuis 2016 la meilleure communication scientifique. Leur prix, créé en hommage

au physicien Heinz Oberhammer, membre disparu du groupe, est doté de 20 000 euros et d'un pot de crottes d'alpaga. Il met sous les feux de la rampe ce qui communique la science de manière attrayante. En 2021, le prix Ig Nobel a reçu le trophée. Un prix de la communication scientifique pour un prix de la science communicative – l'alpaga s'est mordu la queue. *sr*

Pour une meilleure humanité

Balzan, Milan (I) et Zurich

La Fondation Balzan a décerné cinq prix en 2023, dont un prix scientifique pour des «images à haute résolution: des objets planétaires aux objets cosmiques» et un prix pour les mesures d'aide d'urgence après des catastrophes en Italie et en Amérique latine. La constellation avec le prix pour «l'humanité, la paix et la fraternité entre les peuples» rappelle le prix Nobel de la paix.

Le lien entre humanité et science est discutable. Même si une large partie du monde scientifique s'engage en faveur de l'humanisme, la recherche doit également promouvoir les sites économiques nationaux, industrie militaire incluse.

L'Institut danois des droits de l'homme écrit à ce propos: «Le rôle des universités dans les systèmes nationaux des droits de l'homme n'est pas aussi évident que celui d'autres acteurs comme les gouvernements, les parlements, les tribunaux, les autorités de poursuite pénale, les médias ainsi que les ONG.»

Il n'est dès lors pas surprenant que les fondateurs des prix de la paix et de l'humanitaire ne soient pas eux-mêmes issus du monde scientifique: Alfred Nobel, par exemple, était un industriel, et Eugenio Balzan était le directeur général et copropriétaire du quotidien milanais Corriere della Sera. *ff*

Gloire plus efficace que l'argent

Millenium Problems, Cambridge (USA)

Sept problèmes retentissants, dont la conjecture de Riemann sur les nombres premiers, considérée depuis plus d'un siècle comme un problème fondamental en mathématiques: le Clay Mathematics Institute de Cambridge (USA) a promis un million de dollars à qui résoudrait l'un d'entre eux. Contrairement à de nombreux prix, les critères auxquels une personne doit satisfaire sont définis à l'avance. La mise au concours publique est efficace, souvent plus que la somme promise, constate Jana Gallus, spécialiste de l'économie comportementale. «On ne discute pas au bar du versement d'un bonus, alors qu'un prix est annoncé dans les médias.» Le cas du mathématicien russe Grigori Perelman semble le confirmer: en 2002 et 2003, il a publié une preuve de la conjecture de Poincaré, sur laquelle les scientifiques planchaient depuis 200 ans, mais a refusé le prix. De quoi s'assurer l'intérêt de la presse. *ff*

Petit sucre pour doctorants

Présentation d'affiches, conférence quelconque

Dans la salle de conférence, les grandes professeures présentent leurs percées et leurs innovations tandis que dans le couloir sont alignés les posters des doctorants qui résumant leurs résultats semi-réussis. La récompense pour les meilleurs d'entre eux: un certificat. «Je ne pense pas que les prix décernés aux affiches soient dévalorisants, estime le sociologue américain Joel Best. Les personnes primées peuvent ainsi se distinguer de la masse. Recevoir un prix est généralement agréable.» *ff*

Sophie Rivara est rédactrice d'Horizons.

Florian Fisch est codirecteur de la rédaction d'Horizons.



Celui qui s'attaque au mal

Dirk Baier mène des recherches sur l'extrémisme, l'hostilité envers l'Etat et la police ou encore la xénophobie. Le criminologue connaît la violence depuis son enfance. Malgré son regard constant sur les abîmes, il garde sa bonne humeur.

Texte Katharina Rilling Photo Mara Truog



«Non, je n'ai encore jamais vu de monstre. Ces personnes sont faites de chair et de sang. Elles ont deux yeux, un nez, une bouche.» Dirk Baier, criminologue à l'Université de Zurich et directeur de l'Institut pour la délinquance et la prévention criminelle de la ZHAW, sourit aimablement et appuie une deuxième fois sur le bouton de l'ascenseur. «Quand tu es assis en face d'une personne qui a tué, tu ne le vois pas sur son visage. C'est quelqu'un qui a des rêves normaux. Qui n'est pas foncièrement mauvais.» Ici, dans l'imposant complexe de bâtiments en béton et verre du campus du Toni-Areal de Zurich, son institut, sis dans «le coin le plus reculé», est davantage «toléré» qu'accepté par les créatifs de la haute école d'art, dit-il avec un clin d'œil.

Il passe la plupart de son temps dans un bureau et y prépare des enquêtes sociologiques qui sont ensuite envoyées par lien, parfois en collaboration avec un institut de sondage. Donc, ni expéditions dans la jungle du crime, ni recherches en laboratoire. Les entretiens en face-à-face avec des criminels sont également rares. Le dernier a eu lieu dans un groupe de vie extérieur du pénitencier d'Hindelbank où les délinquantes se réadaptent à la liberté au terme de leur détention. «Entre le crime et moi, il y a généralement un questionnaire», dit-il.

Dirk Baier s'exprime en gros titres, directs et accrocheurs, malgré son fort dialecte de Saxe. Rien d'étonnant donc à ce que la presse –

La violence en point de mire

Dirk Baier est criminologue à l'Université de Zurich et responsable de l'Institut pour la délinquance et la prévention criminelle de la Haute Ecole des sciences appliquées de Zurich. Il est né et a grandi en Saxe et a étudié la sociologie, la psychologie et les sciences politiques à Chemnitz. Ses recherches se concentrent sur la délinquance juvénile et sur la violence et l'extrémisme.

de 20 minutes au Blick, en passant par le Tages-Anzeiger et jusqu'aux médias allemands – lui demande régulièrement son avis sur les déviances de notre société. Un jour à propos d'antisémitisme chez les jeunes, un autre au sujet de mères qui maltraitent leurs enfants ou des raisons pour lesquelles des gens sont poussés sur les voies ferrées. On l'interviewe aussi sur les assassinats de joggeuses, sur les «migrants au couteau», les personnes âgées agressées à coups de pied, les politiciens sur qui on crache, la violence policière ou, plus largement, «l'ambiance d'agressivité généralisée», comme le cite la SRF.

L'humanité est toujours plus civilisée

Dirk Baier semble être un érudit universel en matière de comportements violents, voire non civilisés en tous genres. Néanmoins, il a l'air enjoué: «Il reste maintenant huit étages entre nous et l'interview, lance-t-il. Huit et demi, pour être précis. Il faut attendre l'ascenseur trop longtemps.» Nous grimpons donc à pied. «Au moins, nous serons chauds. Que c'est agréable!» se réjouit-il.

Le criminologue dit avoir appris tôt à mettre l'accent sur le positif dans le négatif, tant dans la recherche que dans le travail médiatique: «Nous, criminologues, n'avons pas que des mauvaises nouvelles. Des études le montrent: l'humanité devient toujours plus civilisée, malgré des dérives telles les guerres. Et la violence interpersonnelle recule progressivement depuis le Moyen Age déjà.» L'image qu'ont beaucoup de gens de notre époque est tout autre: elle réunit brutalisation et menace. Le spécialiste, arrivé essoufflé dans l'un des austères bureaux partagés, explique: «Un cas brutal individuel ne décrit pas la situation globale. Nous l'oublions parfois. A cause du flot d'informations, nous peinons à faire la part des choses: où les crimes ont-ils été commis? Combien y en a-t-il? Quelle en est la gravité?» Et l'instrumentalisation politique est prompt: «Un incident s'est produit! Maintenant, il faut faire quelque chose!» On réclame alors des peines draconiennes, bien que, selon la science, celles-ci ne soient souvent pas du tout judiciaires. «Négocier la hauteur des peines dans la société est difficile. J'apporte ma contribution et je considère que ma mission consiste à surveiller ce qui se passe réellement dehors. Je me suis donné pour tâche de nommer les choses et, si nécessaire, de les rectifier. Nous vivons actuellement une phase de hausse de la criminalité. Mais nous constatons surtout une augmentation des délits contre le patrio-

ne cambricole une voiture. Mais sur le long terme, nous observons un recul de la violence physique.»

Quand les médias lui demandent son avis, il se refuse au sensationnalisme. Il cite l'exemple des prévenus étrangers en Suisse. «On lit beaucoup de choses sur les prétendus criminels étrangers. Or, la plupart du temps, ils n'agressent personne, mais raflent ce qui traîne. C'est pourquoi il faut fermer sa voiture à clé.» De plus, la plupart des étrangers n'agissent pas ainsi. «C'est totalement passé sous silence dans la presse», reconnaît-il. Quand Dirk Baier s'aventure sur des thèmes aussi émotionnels tout en se refusant à la «science réconfortante», il est souvent lui-même victime de violences verbales. On le traite de «putain du système» dans les commentaires de lecteurs ou on lui dit à quel point il est stupide par e-mail. Mais cela en vaut la peine, dit-il, car une partie des connaissances scientifiques est ainsi diffusée dans la société.

Des agentes de police satisfaites

Les personnes travaillant dans ce contexte, à l'instar des agentes de police, sont bien plus touchées. Le criminologue mène actuellement des recherches à leur sujet. «Nous interrogeons plusieurs fois l'ensemble des policiers pendant leur formation. La recherche suggère que les attitudes xénophobes augmentent durant cette période. C'est ce que nous voulons examiner pour la Suisse, en plus de nombreux autres thèmes.» L'étude préliminaire menée auprès d'environ 80 personnes a montré qu'au début, les futurs policiers sont très motivés à faire quelque chose de bien. Cette conviction s'effondre ensuite rapidement. Toutefois, ces jeunes sont en principe moins xénophobes, se disent plus satisfaits de la démocratie et croient moins aux conspirations que le reste de la population. Ces théories du complot préoccupent Dirk Baier de façon plus générale et font aussi l'objet de ses recherches.

«Le covid a rendu le phénomène plus visible. Restés à l'écoute, nous avons constaté que cette façon de penser ne disparaît pas. Les détracteurs de l'Etat sont très actifs et interconnectés. Il existe de grands groupes de discussion sur Telegram. Nous venons de remarquer dans un sondage que la part de celles et ceux qui sont contre l'Etat continue d'augmenter.» L'idée que quelque chose ne va pas, que des puissances étrangères sont derrière tout cela, peut facilement être transposée à tout: le nucléaire, la guerre, le climat, le gendering. «La propension à la violence de ces personnes est dix fois plus élevée que dans la population

moyenne, comme nous l'avons découvert dans une enquête sur l'extrémisme violent. Certains ont l'écume aux lèvres et stockent des armes.» Pour le spécialiste, s'il n'y a nul besoin de suspicion générale, il faut néanmoins prendre ces groupes au sérieux, les observer et sensibiliser

«Un cas particulièrement brutal ne reflète pas la situation globale.»

les fonctionnaires à l'existence de cette vision du monde hermétiquement fermée. Treize ans passés en RDA et les turbulences de l'après-réunification allemande lui ont montré pourquoi la démocratie et la liberté méritent tant d'être protégées.

Dirk Baier a réponse à tout. L'être humain est-il un prédateur? Dans certaines situations, il perd ses inhibitions. Mais on ne peut pas tester cette thèse parce que l'homme vit toujours au sein d'un groupe qui fixe des limites. Les hommes sont-ils plus brutaux que les femmes? Différemment, selon lui. Quand ils utilisent la violence contre les femmes, c'est pour les posséder. Lorsque les femmes y recourent contre les hommes, c'est pour se libérer. Qui devient violent? Beaucoup de gens ont déjà subi des violences dans leur enfance. Cela ne veut pas dire que tous battront leurs enfants. Le chercheur lui-même en est le meilleur exemple: «Je vois l'escalier dans notre maison, j'ai environ 7 ans. Mon père, immense, s'approche de moi, m'attrape et me bat sur les marches.» Un jour, sa mère lui a demandé s'il voudrait avoir un nouveau papa. Il a haussé les épaules et dit oui. La séparation de ses parents a mis fin aux violences. Et si la violence d'un tiers touchait sa propre fille? Il réfléchit. «Je m'imagine parfois ce que je ferais à l'agresseur. Les humains ont des fantasmes de violence, j'en ai. Je suis un père inquiet, dit-il. Mais je sais par la recherche que les proches de victimes doivent d'abord surmonter leur douleur. Elles font confiance au système judiciaire. Pour les victimes, le châtement physique des agresseurs est secondaire.» Dirk Baier reste positif. «La violence ne tombe pas du ciel. Tout a une cause. L'être humain n'est pas mauvais, cela m'aide. Et de voir que la plupart respectent les règles. Un nombre étonnamment grand!»

Katharina Rilling est journaliste indépendante à Zurich.

La science citoyenne fait avancer tout le monde

La pandémie de Covid-19 a propulsé la science sous les projecteurs. Grâce à la recherche fondamentale, à la collaboration internationale et à la science ouverte, des vaccins ont pu être fournis à la population à une vitesse inégalée dans l'histoire de l'humanité. Des chercheuses et

chercheurs de divers horizons ont uni leurs efforts pour répondre aux besoins de notre société, soulignant le rôle vital de la science comme force de progrès et de résilience. Ce triomphe s'est pourtant accompagné d'une montée en puissance d'une forme de scepticisme d'une partie du public, illustrée par les mouvements antivaccins. Ce scepticisme et la dérive complotiste qu'il a entraînée mettent en lumière l'importance de renforcer la confiance dans la science.

Pour y parvenir, il est impératif tout d'abord de réaffirmer l'engagement des chercheuses et chercheurs envers les principes de base de la science.

L'ouverture, la transparence des pratiques de recherche et le respect des normes éthiques et inclusives sont essentiels pour un avenir où la science est synonyme d'espoir, de progrès et de confiance. La communication scientifique est un facteur tout aussi décisif pour renforcer la confiance. Dans l'idéal, la société devrait à son tour pouvoir donner des impulsions pour stimuler la recherche scientifique.

De ce point de vue, la science citoyenne (SC) joue un rôle crucial. En engageant activement le public dans la collecte de données, la SC démocratise le processus de recherche et favorise une meilleure compréhension entre scientifiques et société. En participant aux découvertes et en permettant au public de comprendre la démarche scientifique, la SC enrichit notre connaissance collective et renforce l'idée que la science est une entreprise collaborative pour le bien de toutes et tous. Impliquer la population dans la réalisation même de la science est un moyen privilégié de la sensibiliser aux méthodes scientifiques et d'aller au-delà d'une simple diffusion des connaissances. La SC permet par exemple d'améliorer la surveillance de la biodiversité, à moindre coût pour les Etats. Un rapport très récent de la fondation Science et Cité montre la diversité des activités liées à la SC en Suisse.

Pour bâtir un avenir où la science inspire confiance et progrès, il est essentiel de promouvoir la participation citoyenne et de consolider les liens entre la science et la société, deux missions qui sont au cœur de l'activité des Académies suisses des sciences.

Photo: Annette Boutellier



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

Gestion compétente des données

Les données régissent notre quotidien et soulèvent de nombreuses questions sur l'utilisation qui en est faite ainsi que sur les aspects juridiques et techniques. Les Académies suisses des sciences abordent ces questions dans leur charte de compétence en matière de données, aussi appelée la «Charte suisse de littératie des données». Celle-ci sert de guide pour l'utilisation des données personnelles, mais doit également encourager la capacité à évaluer de manière critique les données et les déclarations basées sur celles-ci. La charte a été élaborée avec des expertes et experts en tenant compte des dernières recherches et des développements internationaux.

[go.academies-suisse.ch/
charte-de-litteratie-des-donnees](https://go.academies-suisse.ch/charte-de-litteratie-des-donnees)

Assurer la pérennité des infrastructures



Photo: Jose Cuenca Garcia

La Suisse dispose de nombreuses infrastructures de recherche d'envergure locale, nationale et internationale, telles que le CERN. La responsabilité de ces infrastructures incombe majoritairement aux institutions de recherche et à la Confédération. Comme leur financement et leur développement dépendent de la planification stratégique à court et moyen terme desdites instances, leur pérennité n'est pas assurée. Le FNS soumet à présent une proposition de planification stratégique au niveau national afin d'assurer une planification et une gestion cohérentes et durables des infrastructures de recherche.

Deux nouveaux membres du Conseil de fondation du FNS

A la suite du projet de réorganisation du FNS, le nouveau Conseil de fondation est entré en fonction début 2024. Il a depuis accueilli deux membres supplémentaires pour élargir et renforcer ses compétences: Jörg Gasser et Lothar Thiele. Présidé par Jürg Stahl, le Conseil compte désormais neuf personnes.

Ingérence dans les parcours de vie



Photo: Marco Finsterwald/SNF

Le droit à la participation et à l'autodétermination des personnes vivant dans la précarité n'est pas toujours garanti. C'est ce qui ressort du Programme national de recherche «Assistance et coercition» (PNR 76) réalisé par le FNS sur mandat du Conseil fédéral. Avec un budget de 18 millions de francs, 150 chercheuses et chercheurs ont analysé les caractéristiques, les mécanismes et les effets de la politique et de la pratique suisses en matière d'aide sociale jusqu'en 2023. Les résultats ont été publiés dans trois volumes thématiques et synthétisés dans la publication «Ingérence dans les parcours de vie», qui propose dix incitations pour améliorer la situation.

Hausse des fourchettes salariales

Le FNS s'efforce de maintenir des conditions de travail favorables pour les chercheuses et chercheurs employés dans ses projets. Il a donc décidé d'augmenter ses fourchettes salariales afin que les hautes écoles puissent adapter les salaires des personnes concernées à la hauteur de la compensation du renchérissement de leur institution. La mesure est entrée en vigueur rétroactivement au 1er janvier 2024.

Applications concrètes avec Bridge

Le FNS et Innosuisse ont fait évaluer leur offre d'encouragement commune: Bridge Discovery. Et les résultats sont très prometteurs. Tous les projets s'approchent d'une application potentielle, même si les premiers effets économiques et sociétaux ne seront, eux, visibles que dans quelques années. De plus, les projets aboutissent généralement à la création d'un spin-off ou à une application par un partenaire industriel. L'instrument répond ainsi aux attentes et le FNS et Innosuisse souhaitent l'orienter encore plus vers la mise en œuvre.

Clôture du programme r4d après dix ans de recherche

De 2012 à 2023, le «Swiss Programme for Research on Global Issues for Development» (programme r4d) de la Direction du développement et de la coopération (DDC) et du FNS a financé des partenariats de recherche entre la Suisse et des pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine. Doté d'une enveloppe globale de 97 millions de francs, le programme a permis d'encourager 57 projets de recherche. Les projets r4d ont développé des solutions concrètes, qu'ils ont mises à la disposition des autorités et des parties prenantes concernées. A travers le programme r4d, la science a contribué de manière notable à l'atteinte des objectifs de développement durable de l'ONU et de l'Agenda 2030.

Congrès sur la durabilité, la collaboration et l'ouverture



Photo: Adrian Moser

La Suisse a accueilli le congrès 2024 du Global Research Council (GRC), consacré à la durabilité de la recherche. Organisé par le FNS et le Fonsti de la Côte d'Ivoire, l'événement a réuni 60 organisations de 53 pays. La déclaration de principes publiée à l'issue de la rencontre souligne le rôle clé des financements dans la recherche durable, l'importance de la collaboration internationale, l'intégration des perspectives sociétales, la transparence et l'engagement en faveur de pratiques durables et de la science ouverte.

Prix décerné à de jeunes scientifiques



Photos: m&sd

Depuis 1986, l'Académie des sciences naturelles décerne le prix Schläfli aux meilleures thèses de doctorat en sciences naturelles. Cette année, le jury a récompensé les travaux de Julia Reisenbauer (chimie), Gabriel Jorgewich-Cohen (biologie), Jonathan Gruber (mathématiques) et Gilles Antoniazza (géosciences).

scnat.ch/fr/id/7s3YN

La Jeune Académie Suisse accueille cinq nouveaux membres

Lors de son assemblée générale, la Jeune Académie Suisse a élu cinq nouveaux membres: Raffaella Kunz, Clément Meier, Julio Paulos, Mohammad Peydayesh et Eda Elif Tibet. Ils ont en effet su convaincre par leur volonté de promouvoir le dialogue entre la science et la société ainsi que par leurs idées pour faire évoluer le système scientifique. Ces idées, les scientifiques pourront les mettre en œuvre au cours des cinq années à venir en collaboration avec les 39 autres membres en menant des projets inter- et transdisciplinaires.

swissyoungacademy.ch

Revivre une bataille médiévale

La Suisse possède plusieurs panoramas historiques, véritables trésors nationaux. C'est l'un d'entre eux, le Panorama de la bataille de Morat, qui est au cœur du projet lauréat du prix Optimus Agora 2024. Avec «TheTeraPixel Panorama Project», Sarah Kenderdine et Daniel Jaquet (EPFL) présenteront le jumeau numérique de cette toile, enrichi de sons, d'odeurs et de reconstitutions historiques, à travers une série d'expositions en Suisse entre 2025 et 2026.

La science donne des arguments. Recommandez Horizons!

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

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

Vous pouvez vous abonner à l'édition papier ici:

revue-horizons.ch/abo



Horizons 141, p. 9, Le concept: Espèce invasive

Tout le monde, il est gentil

Au secours! Le wokisme «envahit» (pardon pour ce terme militariste) la Science! Bien sûr, je ne devrais pas parler de «mauvaises herbes» dans mon jardin et même respecter les vers blancs de hanneton s'attaquant aux racines de mes plantes. Ici, on va beaucoup plus loin encore. On veut imposer à chacun un langage et une vision de la nature «tout le monde il est gentil, tout le monde il est beau». Les pauvres moules quagga se sentent-elles discriminées, atteintes dans leur dignité, par l'utilisation «militariste et xénophobe» du terme envahir – alors que celui-ci signifie aussi simplement déborder, empiéter?

Les limites du ridicule sont largement dépassées! Les gens bien-pensants évitent-ils aussi des termes tels que «prédateur», méchant à souhait?

Jean-Luc Perrenoud, Etoy, physicien à la retraite

Faites-nous part de votre avis!

Vous souhaitez réagir à un article? Nous nous réjouissons de vos commentaires par courriel à redaction@revue-horizons.ch ou sur Twitter/X @horizons_fr. Courrier des lecteurs à envoyer jusqu'au 30 septembre 2024.

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.

37e année, no 142, septembre 2024.

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

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

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

Rédaction

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

Graphisme, rédaction photo

Bodara GmbH,
Büro für Gebrauchsgrafik
13 Photo AG

Traduction

Olivier Huether
Magali Zublin

Correction

Lepetitcorrecteur.com

Rédaction en chef

Christophe Giovannini (cgi)

Editeurs

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

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

Le Fonds national suisse de la recherche scientifique

encourage sur mandat de la Confédération la recherche dans toutes les disciplines scientifiques. Il investit chaque année environ 1 milliard de francs. Actuellement, près de 6000 projets sont en cours, avec la participation de plus de 21 000 scientifiques. Le FNS est ainsi le principal promoteur de la recherche en Suisse.

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

science et société. Elles représentent la science de manière interinstitutionnelle et interdisciplinaire.

Impression et litho

Stämpfli SA, Berne et Zurich

Impression climatique-ment neutre, myclimate.org

Papier: Lessebo Rough White, Magno Star

Typographie: Caslon Doric, Sole Serif

Gestion des adresses

Montalux SA, Böisingen FR

Tirage

13 900 français
31 900 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».

La recherche sur la géo-ingénierie solaire doit-elle être restreinte?

OUI La géo-ingénierie solaire vise à endiguer le réchauffement de la planète en réduisant le rayonnement solaire. Elle ne s'attaque pas aux causes de la crise climatique. Au contraire, elle suscite l'espoir trompeur que nous pourrions la maîtriser par des astuces technologiques. De telles solutions pourraient inciter les responsables politiques à négliger leurs engagements en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. A ce jour, plus de 500 scientifiques ont signé un appel à renoncer à la géo-ingénierie solaire. Ils ne réclament pas une interdiction générale de la recherche atmosphérique ou climatique. Mais il faut limiter les essais sur le terrain avec le système atmosphérique, l'attribution des droits de brevet correspondants et la géo-ingénierie solaire comme alternative politique aux mesures de protection du climat.

Une recherche sans limitations pourrait conduire à des expériences à grande échelle avec l'atmosphère et déséquilibrer davantage un système déjà déstabilisé. Les conséquences pourraient toucher la planète tout entière et provoquer des modèles climatiques et météorologiques imprévisibles – avec une perte de la biodiversité et d'énormes risques pour les générations futures. Et la situation politique internationale ne promet pas d'accord stable et équitable sur son mode de fonctionnement à l'échelle mondiale et sur plusieurs générations. Certains pays du Sud global, qui seraient probablement les plus touchés par les conséquences négatives, s'y sont déjà opposés lors de l'Assemblée des Nations Unies sur l'environnement de cette année. Il faut respecter leurs droits.

Une recherche sans restriction légitimerait en outre la spéculation sur des technologies encore plus hypothétiques qui fragmentent les efforts de durabilité. L'idée d'une géo-ingénierie solaire basée sur l'espace va jusqu'à l'utilisation des ressources de la Lune pour construire un parasol géant dans l'espace.

Si nous vivons dans un monde artificiellement modifié, nous ne serons plus en mesure de déterminer les causes réelles du changement climatique.

NON Certains souhaitent lutter contre l'effet de serre avec la géo-ingénierie solaire. C'est pourquoi la recherche dans ce domaine est nécessaire. Ce n'est qu'en comprenant comment le rayonnement solaire est modifié que nous pourrions en peser les avantages et les risques – en particulier pour les régions les plus touchées par le changement climatique. Nous devons déterminer la meilleure façon d'atteindre les objectifs de développement durable de l'ONU et si un procédé de géo-ingénierie solaire pourrait et devrait être utilisé à cette fin pendant une durée limitée.

Disons-le d'emblée: toutes les mesures de modification du rayonnement sont des mesures de lutte contre les symptômes. Elles n'éliminent pas les gaz à effet de serre de l'atmosphère et ainsi l'acidification des océans, par exemple, se poursuit sans frein. Il n'existe donc pas d'alternative à la réduction des émissions de ces gaz. Modifier le rayonnement pourrait toutefois être utile jusqu'à ce que soient trouvées des solutions pour atténuer le pic maximal de température.

Diverses méthodes de réduction du rayonnement solaire ont déjà été envisagées: dans mon groupe de travail, nous avons ainsi mené d'intenses recherches pour savoir si les cirrus pouvaient être éliminés par l'introduction d'aérosols tels que la poussière du Sahara. Comme les gaz à effet de serre, les cirrus réchauffent l'atmosphère. Certains aérosols peuvent entraîner leur formation à des niveaux plus bas et la création de cristaux de glace plus gros, qui tombent ensuite plus vite au sol. Mais nous sommes arrivés à la conclusion qu'au lieu de cela, de nouveaux cirrus de longue durée se forment et que cette méthode ne fonctionne donc pas. Ce fut une surprise.

Une autre méthode est plus prometteuse: à l'instar d'une éruption volcanique à haute altitude, il faut amener des particules d'aérosols dans la stratosphère. Toutefois, outre le refroidissement souhaité, cela déplace aussi les zones de précipitations et, selon les particules utilisées, elles pourraient aussi appauvrir la couche d'ozone. La recherche est donc essentielle pour minimiser les effets négatifs d'une méthode ou pour exclure totalement une mesure contre-productive.

Photo: m&e



«Les systèmes actuels de gouvernance globale du climat ne sont pas à même de réguler le déploiement de l'ingénierie solaire.»

Xiao-Shan Yap est professeure assistante pour l'innovation et la gouvernance globale à la Faculté de géoscience de l'Université d'Utrecht et conseillère politique au Space Center de l'EPFL. Elle a signé une pétition contre l'ingénierie solaire.

Photo: m&e



«La recherche est essentielle pour exclure totalement une mesure contre-productive.»

Ulrike Lohmann est professeure de physique de l'atmosphère à l'ETH Zurich. Son groupe de recherche étudie la formation des nuages et leur influence sur le climat.

«L'été 2003 fut révélateur. On a réalisé alors que la pénurie d'eau pouvait aussi représenter un danger naturel dans notre pays.»