

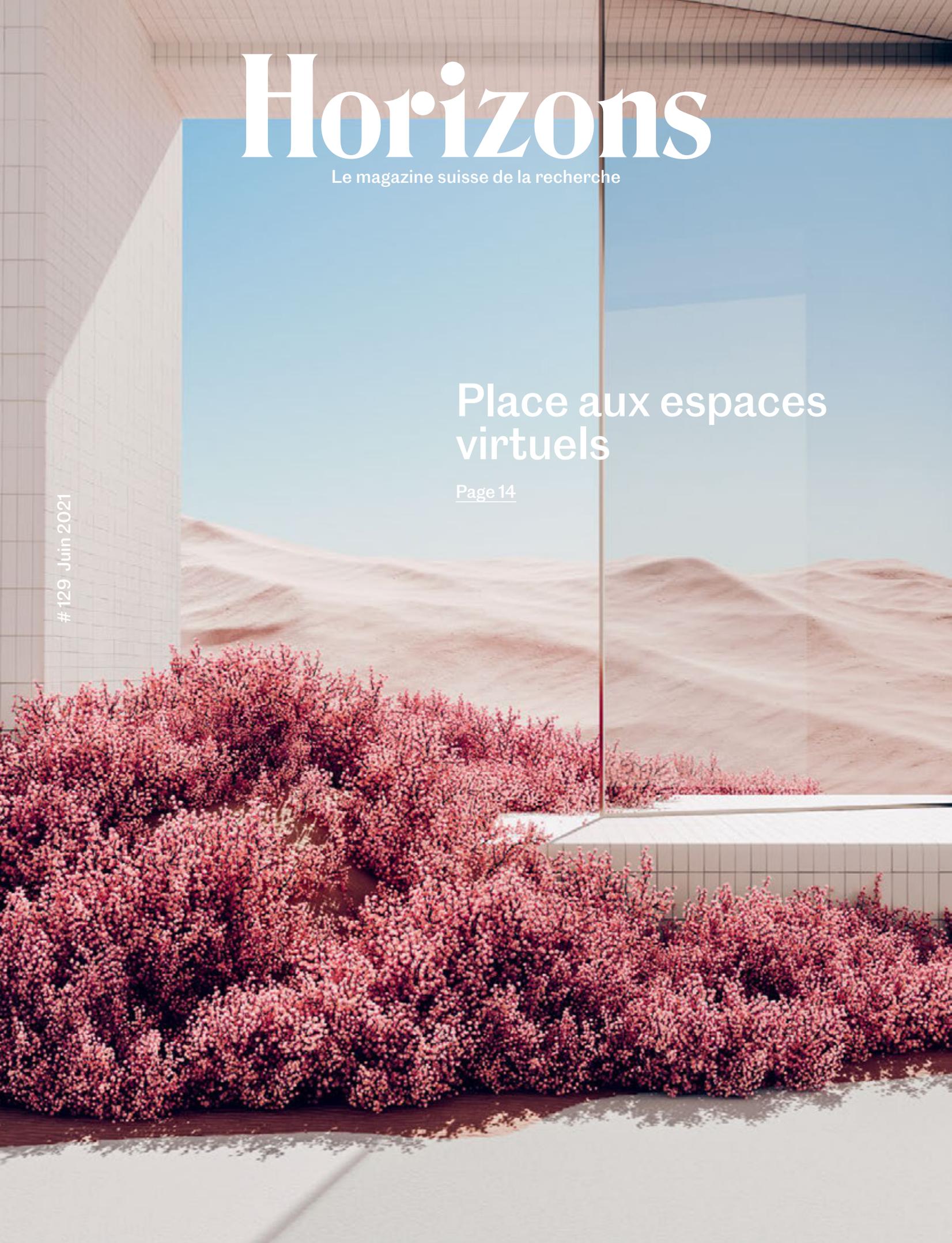
# Horizons

Le magazine suisse de la recherche

## Place aux espaces virtuels

Page 14

#129 Juin 2021



# Explorer des contrées sans limites malgré la pandémie



Judith Hochstrasser  
Codirectrice  
de la rédaction

Dans le passé, quand je m'imaginai frappée par une catastrophe régionale ou globale, cela impliquait toujours un changement radical de lieu: je devais fuir dans les Alpes pour échapper à mes ennemis ou me réfugier dans un abri anti-aérien avant de quitter à jamais une Europe contaminée. Mais je n'avais jamais envisagé de me retrouver dans les lieux qui sont maintenant devenus ma réalité: je n'affronte pas des tourmentes sur des cols, mais suis exposée aux voix éraillées des meetings en ligne. Et, au lieu d'abandonner ma patrie pour toujours, je suis enfermée dans mon petit chez-moi: ma chambre. En plus, même cet endroit familier a pris un visage étranger: il est aussi devenu mon bureau et mon centre de fitness.

Alors que la pandémie nous a contraints à redéfinir certains lieux, nous perdons presque totalement le contact avec d'autres. Dans un reportage de la télévision alémanique, une étudiante a exprimé ainsi ce développement perturbant: «L'université n'est plus un lieu, c'est devenu un sentiment.» Cette expérience se manifeste plus concrètement dans un sondage de l'ETH Zurich auquel ont participé plus de 7800 étudiantes et étudiants en master et en bachelor: le campus physique manque amèrement à ces jeunes adultes, même s'ils évaluent positivement l'enseignement à distance. Récemment encore, le monde s'élargissait subitement dès qu'on commençait ses études: on passait de la campagne à la ville, un paysage urbain se déployait à nos pieds depuis la terrasse de l'université et nous prenions place dans des amphithéâtres modernes d'où l'on surplombait les enseignants. Nous faisons ainsi au moins physiquement l'expérience des hauteurs que nous espérions atteindre par l'esprit.

Les changements bouleversants – qu'il s'agisse d'une grande catastrophe qui chamboule tout ce qui est familier ou plus simplement du début des études – finissent souvent par élargir notre monde. Mais dans cette pandémie, il rétrécit. En apparence. Notre dossier consacré aux espaces virtuels montre cependant clairement qu'ils peuvent nous permettre de partir à la découverte de contrées sans fin et de lieux inconnus aux possibilités illimitées.



Dossier: Dans l'espace virtuel

16 Possibilités infinies  
Un voyage philosophique vers les divers lieux de l'internet

18 Frontières sociales et éthiques  
Lorsque quotidien professionnel et loisirs se déroulent devant l'écran

22 Une histoire courte  
Devenue adulte, Moira délaisse son interface pour la première fois

24 Effets concrets  
Six projets médicaux et d'enseignement virtuels qui aident réellement

A gauche et en couverture: L'intérieur est à l'extérieur, ce qui devrait rester à l'extérieur pousse à l'intérieur – l'artiste Alexis Christodoulou conçoit des paysages surréalistes en 3D. Photos: Alexis Christodoulou

4 En image  
Une fracture esthétique de la banquise arctique

6 Nouvelles de la politique scientifique  
Non à la violence raciste, oui au journalisme scientifique et à l'aide lors de litiges au sujet de doctorats

10 Actualités de la recherche  
A propos de greenwashing insensé, d'isolation influente et de vaccination efficace contre l'influenza

13 Comment ça marche  
Le nano-catalyseur qui nettoie les eaux usées

28 Reportage  
Là-haut dans les cimes – excursion dans un laboratoire forestier

32 Conseil politique  
Quand on fait confiance aux scientifiques – ou justement pas

34 Décision controversée  
Pourquoi l'institut des hautes études devient Haute école

35 Fonte du permafrost  
Des éboulements au Petit Dru montrent l'avenir des montagnes

36 Suicide assisté  
La mort planifiée va souvent trop vite pour les proches

38 Main dans la main avec les scientifiques  
Pourquoi la science a besoin de la spécialiste en nettoyage, du souffleur de verre et de la dégustatrice



42 Imiter la photosynthèse  
Des arbres artificiels peuvent contribuer à réduire le CO<sub>2</sub>



44 Animaux désintéressés  
Lorsque fourmis, rats ou poissons semblent agir de façon altruiste

46 Portrait  
Raffaele Peduzzi, la roche originelle des scientifiques au Gothard

48 Du côté du FNS et des Académies

50 Vos réactions/Impressum

51 Débat  
L'âge devrait-il être traité comme une maladie?

## Vous reprendrez bien un morceau de banquise?

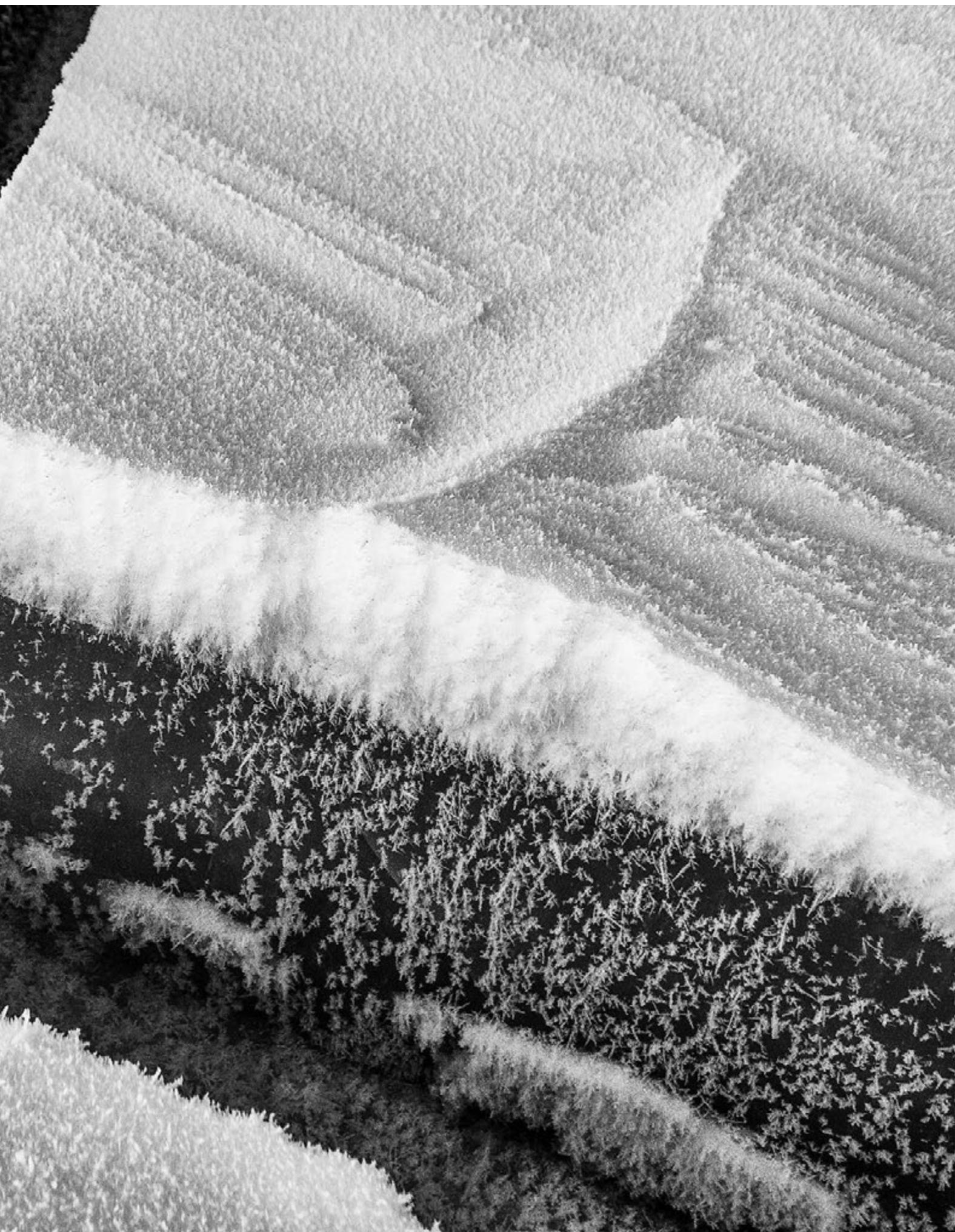
On dirait une tranche de gâteau qu'on s'apprête à se servir, mais il n'en est rien. Cette photographie nous montre une fracture dans la banquise arctique. La glace apparaît en noir, recouverte d'une couche de neige. Dans la partie la plus sombre, on devine l'eau de mer, déjà regelée en surface. Le cliché présente aussi des détails presque poétiques: des formes dessinées par le vent sur la neige et des cristaux semblables à des plumes, nés de la différence de température entre l'eau liquide à -1,8 degré et l'air ambiant beaucoup plus froid.

«J'ai aimé ces détails ainsi que le contraste des couleurs originelles, que j'ai souhaité faire encore davantage ressortir avec un cliché en noir et blanc», relève Matthias Jaggi, son auteur, spécialiste de la physique de la neige à l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches à Davos. «Mais j'ai surtout été attiré par la géométrie de cette fracture: ce n'est pas fréquent d'observer des formes à angles droits dans la nature.» La glace qui recouvre l'océan Arctique étant régulièrement en mouvement, il n'est pas rare qu'elle se brise. Par contre, une rupture à angle droit est relativement exceptionnelle. «La forme des fractures dépend à la fois des forces exercées par les mouvements de la glace et de ses propriétés car elle cède là où sa résistance mécanique est le plus faible», explique-t-il.

Ce cliché a été réalisé lors de la seconde rotation de l'expédition Mosaic à laquelle Matthias Jaggi a participé dans le but de mieux connaître les propriétés de la couche de neige qui recouvre la banquise. «Cette couche fait office d'isolant: elle est donc décisive pour la croissance et la fonte des glaces», explique-t-il. Sur ce cliché, la couche de neige fait environ 10 centimètres, ce que l'on peut qualifier de relativement fin. Étonnamment, ce ne sont pas les précipitations – très faibles – qui déterminent l'épaisseur de la couche de neige en Arctique, mais principalement le vent, qui déplace les volumes existants.

*Elise Frioud (Texte),  
Matthias Jaggi (Photo)*





Lu et entendu

## «C'est tout simplement du racisme.»

Photos: mtd



**Hilda Bastian**, experte en analyse de données d'essais cliniques, membre fondatrice de l'organisation Cochrane, a exprimé sur le site d'information Vox son indignation face au scepticisme qui règne en Europe et aux Etats-Unis à l'égard des vaccins provenant d'Asie. Il s'agirait d'une «vieille pensée colonialiste» qui méprise l'expérience et la science asiatiques.

«Ce serait une situation classique de perdant-perdant.»

**Vivienne Stern**, directrice des Universities UK International, déplore que la Commission européenne tente d'exclure les pays extérieurs à l'UE, dont la Suisse et la Grande-Bretagne, de programmes de recherche en informatique quantique et de nouveaux projets spatiaux. Tous devraient alors «travailler et dépenser plus pour réaliser des progrès».



## Conférences boycottées à cause de violences policières racistes

«J'ai pris conscience que les conférences scientifiques pouvaient représenter un danger pour les Noirs quand les pratiques policières ne sont pas prises en compte dans le choix des villes où elles se tiennent.» Après la mort de George Floyd, tué par des policiers à Minneapolis en mai 2020 alors qu'il n'était pas armé, le physicien Philip Phillips a voulu faire quelque chose. Avec un collègue, il a écrit une lettre ouverte exhortant les associations scientifiques à prendre des mesures

«C'est un progrès considérable.»

concrètes. Une suggestion: les réunions annuelles, qui amènent des milliers de visiteurs et beaucoup d'argent, ne devraient plus être organisées dans des villes où le maintien de l'ordre est douteux. En novembre 2020, la Société américaine de physique (APS) a annoncé qu'elle en tiendrait compte dans ses choix. Parmi ses critères: l'existence d'une instance d'enquête indépendante sur les fusillades et les décès impliquant la police, et la mise à disposition de données transparentes sur les

violences policières et d'informations démographiques sur les victimes. «C'est un pas considérable pour l'APS», dit Ximena Cid, responsable du département de physique de l'Université d'Etat de Californie à Carson. Elle a expliqué, dans la revue Nature, que les scientifiques noirs devaient souvent être plus prudents au restaurant, à l'hôtel et à leur arrivée et

leur départ d'un centre de conférences.

La décision de l'APS a un exemple historique de taille: les boycotts contre l'Afrique du Sud, aujourd'hui considérés comme une contribution de poids à la fin de l'apartheid. Sur Twitter, des scientifiques citent cet exemple pour applaudir l'APS. Selon Nature, cette organisation a déjà pris une mesure analogue en faveur des personnes trans lorsque, en 2018, elle a déplacé une réunion après que l'Etat de Caroline du Nord eut adopté une loi imposant l'utilisation des toilettes publiques conformément au sexe inscrit sur l'acte de naissance. jho



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

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

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



# «Il faut des journalistes spécialistes, comme pour le sport»

Huma Khamis Madden est journaliste scientifique à la radio RTS La Première. En tant que vice-présidente de l'Association suisse du journalisme scientifique, elle s'engage pour sa profession, qui s'est avérée particulièrement importante ces derniers mois, mais dont les membres sont parmi les premiers à être sacrifiés en raison de la crise des médias.

## Huma Khamis Madden, la pandémie a démontré l'importance du journalisme scientifique. Était-ce une confirmation pour vous ?

Non, j'ai plutôt ressenti une très grosse frustration car, depuis dix ans, le nombre de femmes et d'hommes journalistes scientifiques diminue en Suisse. Cela ne facilite pas la tâche qui consiste à faire mieux connaître la science à la population. La pandémie en est un bon exemple: au début, nous voulions faire un sujet sur la valeur de reproduction  $R_0$ , mais nous n'étions pas sûrs qu'avec si peu de journalistes scientifiques, nous pourrions expliquer cette notion complexe au public.

## Combien de journalistes scientifiques êtes-vous à la RTS?

A CQFD, nous sommes douze, soit sept équivalents plein-temps. Au plus fort de l'épidémie, deux postes étaient dévolus uniquement à cette thématique. Pour les actualités, les effectifs ont triplé, ce qui était positif. Mais beau-



Huma Khamis Madden est journaliste pour l'émission CQFD sur la science et la santé de la radio RTS La Première. Photo: mäd

coup de médias n'ont pas eu davantage recours aux journalistes scientifiques.

## Le public s'en rend-il vraiment compte?

Oui, je pense. Nos émissions ont été très suivies au pic de la pandémie. Nous avons reçu beaucoup d'e-mails et de questions. Et au fond,

c'est évident: il faut des journalistes spécialistes pour le sport, la météo ou l'économie – et aussi pour comprendre les enjeux autour de l'hydroxychloroquine ou des vaccins.

## Votre statut dans les rédactions s'est-il amélioré?

Oui. Notre avis a davantage été demandé car des collègues avaient besoin qu'on débroussaille l'énorme quantité d'informations: quelle est la solidité d'une publication? Qu'est-ce qui distingue une annonce d'un preprint de celle d'un article avec revue systématique?

## Les publications gratuites comme le magazine Horizons ou des émissions de la RTS détruisent-elles le journalisme scientifique?

Rien n'est gratuit. La RTS ou Horizons sont des médias publics, financés par les contribuables. Mais il est vrai que certains médias gratuits, comme 20 Minutes par exemple, n'ont pas les moyens de couvrir ces sujets.

## De quelle expertise aurons-nous besoin à l'avenir?

Les prochains défis seront l'environnement et l'écologie. Sans vouloir exclure d'autres thématiques, car la diversité de la recherche est énorme en Suisse. Le journalisme scientifique devra aller de soi et ne pas être réservé à la presse spécialisée. ff



Ces chercheurs dansent leur travail de doctorat. Photo: YouTube

## Le rap Ph.D. l'emporte

Le travail de doctorat est expliqué en une simple ligne: «Nous cherchons des clusters moléculaires et espérons les trouver plus vite en fouillant l'espace de configuration.» Le scientifique finlandais Jakub Kubečka étudie l'atmosphère et déclame cette phrase dans la chanson «Molecular Clusters», qui lui a valu de remporter le concours «Dance Your Ph.D.» cette année.

En plus de marier à merveille texte, danse et musique, sa performance est truffée d'autodérision à l'égard du système scientifique: «Je suis l'auteur principal et tu n'es que le et al.» Cette année, un prix Covid-19 a de plus été décerné à Heather Masson-Forsythe, des Etats-Unis: en dansant, elle devient elle-même les différentes protéines du virus, qui tournoient et se retournent de manière imprévisible. jho

# Quand le doctorat tourne mal

L'écart de pouvoir entre les doctorants et leur tuteur est grand, puisque les supérieurs évaluent aussi le travail final. Quand la collaboration n'est plus bonne, le doctorant ou la doctorante ne se voit donc pas seulement privé d'une source de revenu, mais perd généralement aussi son travail de recherche. Pour réduire cette dépendance, qui concerne aussi les travaux de master, le Massachusetts Institute of Technology (MIT) à Boston a lancé en mars 2021 un nouveau programme. Celui-ci garantit notamment un soutien financier d'un semestre, indépendamment de la personne chargée d'encadrer le travail de recherche.

«Les doctorants en situation délicate doivent savoir qu'ils peuvent changer de personne de référence sans craindre de conséquences financières ou des représailles», indiquent les responsables du programme. Chaque département doit désigner une ou un «Transition Support Coordinator» et informer

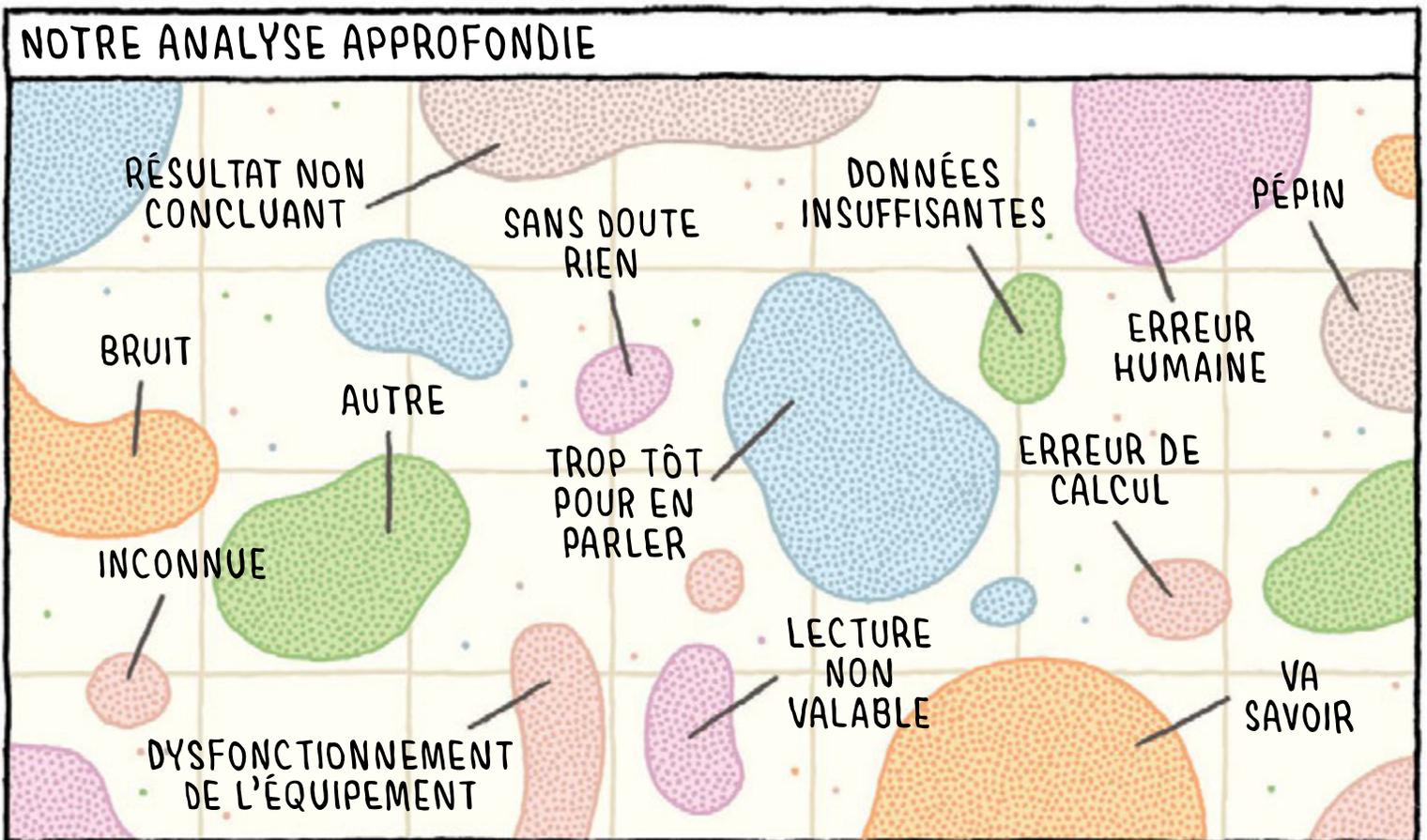
de son existence. L'étudiant de master Nicholas Selby a aussi participé à ce changement. Selon le magazine «The Chronicle of Higher Education», il avait été congédié en 2017 après avoir collaboré treize mois à un programme de recherche. «Le département m'avait alors dit qu'il n'était pas responsable et que je devais trouver seul une solution», se souvient-il. Ce n'est que grâce à l'engagement personnel d'une collaboratrice de l'administration que Nicholas Selby est parvenu à effectuer les cinq mois qui lui restaient avant de commencer son doctorat. «Les chercheurs ont désormais les moyens de s'extraire plus simplement et de manière autonome de ce genre de situations traumatisantes.»

Plusieurs organisations estudiantines ont mené campagne pour que de tels changements se produisent. Le MIT veut maintenant veiller à ce que l'aide soit aussi proposée dans des cas moins graves. ff

## Fitness politique pour scientifiques

«Les chercheuses et les chercheurs souffrent souvent d'analphabétisme politique», estime Reatch, le groupe de réflexion zurichois sur la science. Face à ce diagnostic, il propose une thérapie: **le Projet Franxini, une sorte de formation complémentaire pour les scientifiques**. Ils peuvent, par exemple, apprendre les bases du système politique suisse durant un Boot Camp ou rencontrer des représentants du peuple ou d'autres personnes extérieures aux hautes écoles lors d'apéros. En outre, un prix a pour objectif de faire connaître aux décideurs les solutions novatrices élaborées dans le monde académique. **Le projet a des appuis dans presque tous les partis** – de l'UDC aux Vert·e·s. Il est aussi soutenu par la rectrice de l'Université de Fribourg, Astrid Epiney, l'épidémiologiste Marcel Salathé et d'autres scientifiques. La thérapie devra cependant encore faire ses preuves. ff

Situation d'urgence



Dessin: Tom Gauld / Edition Moderne

Personnalités

## Un travail de fond à révéler



**Sabine Süsstrunk préside le Conseil suisse de la science (CSS) depuis le début de 2021.** Professeure à l'EPFL, elle est désormais très sollicitée par les médias. Elle a lancé cet avertissement dans la Neue Zürcher Zeitung (NZZ) : «Notre relation avec l'UE fait peser un risque énorme sur la recherche en Suisse.» Les négociations en cours sur le programme-cadre européen de recherche Horizon sont fondamentales: «On ne fait pas de la science moderne seul dans son coin.» Elle explique qu'en matière de thèmes politiques le CSS fournit un important travail de fond, mais qu'il est à peine remarqué par le public. Cela doit changer. Le rapport sur l'égalité des chances fait figure d'exception: «Nous avons pu y démontrer qu'en Suisse l'égalité des chances dans l'accès à la formation n'était pas donnée. Ainsi, nous avons également ouvert la voie à des changements politiques.» *jho*

## Elever la voix plus que jamais



**Susanne Wampfler, professeure d'astrochimie à l'Université de Berne,** a participé avec deux autres chercheuses à l'émission télévisée alémanique «Einstein»,

consacrée aux femmes dans l'astrophysique. Leur intervention a été suivie de commentaires insultants en ligne. Dans la Berner Zeitung, la scientifique a exigé que de tels comportements ne soient plus considérés comme anodins. «Si cela reste sans conséquence, celles et ceux qui écrivent de tels commentaires pensent qu'il est acceptable d'insulter sur Internet. Se taire n'est pas non plus la solution. Il ne reste donc qu'à s'exposer malgré tout et à faire face aux réactions négatives.» *jho*

## CERN: grande découverte



Les travaux du **chercheur en physique expérimentale Nico Serra** sur le Grand Collisionneur de hadrons (LHC) du CERN font sensation. Le professeur de l'Université de Zurich a peut-

être découvert une nouvelle force de la nature qui pourrait balayer le modèle standard de la physique en place depuis des décennies. Selon Nico Serra, interrogé par le Tages-Anzeiger, les données sont encore insuffisantes: «Si cela se confirmait, ce serait la plus grande découverte de ces dernières décennies dans la physique des particules. L'importance pour la physique serait si grande que nous devons nous en assurer à tout prix. Des affirmations exceptionnelles exigent des preuves exceptionnelles.» *jho*

En chiffres

# 14

**mois** – c'est l'avance qu'ont les **preprints** sur les articles non déposés au préalable dans une base de données pour parvenir à leur public cible. Et ils sont aussi **cités cinq fois plus souvent**, constate un article preprint de la plateforme Arxiv portant sur les trente dernières années.

# 85

pays pauvres ne pourront pas faire vacciner leur population **contre le Covid-19** avant 2023. En d'autres termes, l'immunisation d'au moins 60 à 70% de la population ne sera pas possible d'ici là. The Economist Intelligence Unit a réalisé cette évaluation sur la base de contrats de livraison et d'autres indicateurs.

# 84%

des **objectifs des gouvernements** fixés en matière de **dépenses de recherche** par rapport au produit intérieur brut ont été manqués de plus de 40%, souvent même de plus de 100%. Un auteur de Science and Public Policy en conclut que **c'est l'objectif même qui est ainsi remis en question.**

# 180

articles scientifiques signés **Camille Noûs** ont paru au moins une fois depuis 2020 si l'on en croit la revue Science. En utilisant ce nom d'auteur fictif, le collectif RogueESR entend envoyer un **signal contre l'individualisme** dans le domaine de la science.

## Eviter les pertes de récoltes futures

Les événements climatiques extrêmes tels que les vagues de chaleur, les sécheresses ou les inondations peuvent réduire massivement les rendements des cultures agricoles. Leurs effets dépendent cependant de nombreuses variables météorologiques et de leurs interactions. Le climatologue Jakob Zscheischler de l'Université de Berne a simulé, à l'aide de modélisations, l'influence de ces variables sur le blé d'automne et a identifié les facteurs déterminants. Il s'avère que, en plus des précipitations et des températures, la teneur de l'air en eau, plus précisément le déficit de saturation de vapeur, joue un rôle décisif. «On devrait accorder plus d'attention à cette valeur», dit Jakob Zscheischler.

Pour ces calculs, l'équipe de recherche et des collègues de plusieurs universités ont simulé à l'aide de modèles les rendements du blé d'automne sur plus de 1600 ans dans l'hémisphère Nord. Les analyses ont pris en compte 11 variables météorologiques et permis de quantifier leur influence sur les graves pertes de récoltes. Il est apparu que, partout, le déficit de pression de vapeur au début de l'été était déterminant.

Les précipitations, les températures et le nombre de jours de gel jouent aussi un rôle important, ce qui est moins surprenant. «Le déficit de saturation de vapeur est souvent oublié dans les prévisions, bien que son importance pour la croissance des plantes soit connue», dit le chercheur. Cette valeur indique le taux d'humidité effectif dans l'atmosphère comparé au taux d'humidité maximal que l'atmosphère pourrait absorber. Un déficit important nuit aux plantes car elles ne peuvent alors presque plus assimiler de CO<sub>2</sub>, ce qui bloque leur croissance. En pratique, Jakob Zscheischler estime que ce modèle pourrait contribuer à améliorer les prévisions saisonnières et à éviter des pertes de rendement pour le blé d'automne. Pour l'auteur du modèle, la faisabilité de cette méthodologie, qui peut être appliquée à d'autres menaces climatiques, est également importante: «Cette approche permet aussi de modéliser des inondations ou des incendies.» *Stefan Stöcklin*

J. Vogel et al.: Identifying meteorological drivers of extreme impacts: an application to simulated crop yields. *Earth System Dynamics* (2021)



Les murins de Bechstein se joignent aux plus actifs d'entre eux pour dormir. Photo: Ludwig Werle/imageBroker

## Les murins actifs sont des chefs

Les murins de Bechstein ont besoin de congénères pour se tenir chaud quand ils dorment. C'est pourquoi ces chauves-souris en emmènent pour dormir dans leurs endroits préférés. Des scientifiques de l'ETH Zurich et de l'Université de Greifswald (D) ont développé une méthode pour mieux comprendre ce comportement. Deux colonies ont été équipées de puces afin d'enregistrer quels murins arrivent à quel moment et à quel endroit pour passer la nuit. «A partir de ces données, nous avons filtré les interactions pertinentes avec des méthodes statistiques», note Frank Schweitzer, responsable de l'étude. Ainsi a été développé un modèle de réseau qui permet de déterminer pour chaque animal le nombre de fois qu'il conduit les autres, respectivement qu'il se laisse conduire. Résultat: souvent, dans chaque groupe, un petit nombre d'individus déter-

mine où ils guideront leurs congénères. Mais comment les meneurs et les suiveurs se regroupent-ils? Pour le clarifier, les scientifiques ont conduit une autre recherche modélisant le comportement des chauves-souris. Le modèle qui correspond le mieux aux données est celui où des individus suivent aléatoirement un des murins les plus actifs du groupe, sans que d'autres hypothèses, telles que la parentèle, soient nécessaires. «Les plus actifs ont un rôle décisif dans l'échange d'informations sur les lieux où dormir, tant par leur activité de vol que par leur expérience», dit Frank Schweitzer. La méthode devrait permettre d'étudier le comportement décisionnel d'autres groupes sociaux. *Manuela Lenzen*

P. Mavrodiev et al.: Quantifying individual influence in leading-following behavior of Bechstein's bats. *Scientific Reports* (2021)

## Le robot qui teste la colonne vertébrale



Photo: Adrian Meser/UNIBE

Les colonnes vertébrales déformées ne peuvent souvent être corrigées que par une **fusion solide des vertèbres**. Une technique qui a déjà un bon siècle, nous explique le Bâlois Daniel Studer, chirurgien spécialiste de la colonne vertébrale. Un robot créé avec des bio-ingénieurs de l'Université de Berne va contribuer à mettre au point de meilleures méthodes d'intervention: il mesure la mobilité des vertèbres et réunit ainsi des données sur sa biomécanique. *yv*

P. Büchler et al.: The Spinebot—A Robotic Device to Intraoperatively Quantify Spinal Stiffness. *Journal of Medical Devices* (2021)

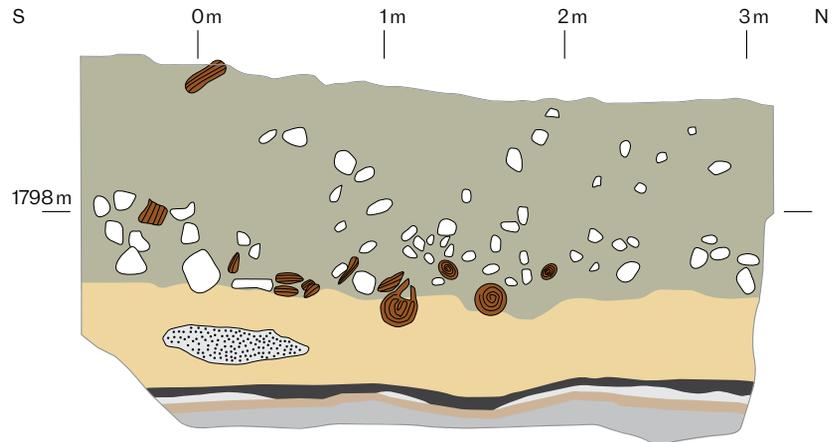
## L'échec du camouflage vert

Les entreprises se donnent volontiers une image écologique: un géant du textile se vante ainsi de recycler les vêtements usagés, tandis que des enquêtes révèlent qu'il **brûle en secret des invendus tout neufs**. Certaines sociétés vont même jusqu'à diffuser de fausses informations pour donner l'impression de se préoccuper de l'environnement.

Bien qu'il ne soit pas illégal, cet **écoblanchiment** n'est pas du goût des petits investisseurs. C'est le constat d'une étude de l'Università della Svizzera italiana dont les personnes tests ont étudié les dossiers de sociétés fictives pratiquant le blanchiment vert à des niveaux divers, avant de décider quelles actions acheter. Les investisseurs potentiels se révèlent particulièrement allergiques aux mensonges actifs, tandis que les manœuvres de diversion sont plutôt tolérées. Pour attirer les petits investisseurs, les entreprises devraient cependant **renoncer à une communication trompeuse**, selon le directeur de l'étude. Il n'a pas encore été examiné si un silence complet serait plus efficace. *yv*

L. Gatti et al.: Green lies and their effect on intention to invest. Journal of Business Research (2021)

Point de mire



## Les dépôts d'une catastrophe

Il y a 1300 ans, un **éboulement** a provoqué un tsunami au **lac de Sils** qui a submergé d'un **raz-de-marée** haut de près de 3 mètres le plateau de Haute-Engadine. Des géologues de l'Université de Berne l'ont découvert lors d'analyses de carottes de forage et de modélisations. Cela explique le dépôt de sédiments sablonneux (jaune) entre la tourbe (noir) et les gravats issus de l'activité humaine (vert), là où des fouilles antérieures ont révélé des **autels en pierre de l'époque romaine**. *yv*

V. Nigg et al.: A tsunamigenic delta collapse and its associated tsunami deposits in and around Lake Sils, Switzerland. Natural Hazards (2021)

## Les communautés isolées contribuent à une plus grande diversité des langages

Les contacts entre les langues et l'isolement des communautés en altitude sont désormais vus comme des moteurs de la diversité des langages. Une étude de l'Institut de biologie de l'Université de Neuchâtel et de l'Université de Tübingen (Allemagne) met en évidence l'importance des facteurs anthropologiques plutôt qu'environnementaux dans l'évolution des langues.

Point de départ de l'étude, les consonnes éjectives et uvulaires. Les premières sont articulées grâce à la glotte plutôt que par la voie pulmonaire. Rares, émettant un son qui fait «pop», on les entend surtout au sein de communautés vivant en altitude, par exemple dans les Andes, le rift africain ou le Caucase. Les secondes, rares aussi, ont une répartition

géographique proche malgré une prononciation bien différente. «Nous voulions vérifier si ces sons sont apparus et ont perduré à cause de l'environnement ou si des facteurs indirects, comme l'isolement relatif des communautés des montagnes, peuvent expliquer leur répartition géographique», résume Steven Moran, professeur assistant à l'Université de Neuchâtel.

Les scientifiques ont adopté une approche multidisciplinaire. Ils ont eu recours à une base de données des langues mondiales (Phoible), croisée avec le catalogue de leur répartition géographique (Glottolog) ainsi qu'à des données ayant trait à l'altitude. Puis ils ont utilisé la linguistique computationnelle pour modéliser le développement des deux catégo-

ries de sons à travers le temps. Enfin, ils ont étudié en profondeur la littérature ayant trait à l'apparition de ce type de sons.

Résultat: les contacts entre communautés de langages auraient joué un rôle très important dans la dissémination de ces sons en haute altitude. L'environnement ne jouerait donc qu'un rôle indirect, contrairement à ce qu'avancait une théorie récente (Caleb Everett, 2013), qui pointait l'air sec et la pression atmosphérique en haute montagne pour expliquer l'apparition de ces consonnes. *Nicolas Pache*.

M. Urban, S. Moran: Altitude and the distributional typology of language structure: Ejectives and beyond. Plos One (2021)

## Flash lumineux ultra-rapide

Bon nombre de processus biologiques essentiels nécessitent de l'énergie sous forme de lumière (p. ex. la photosynthèse). Ils sont difficiles à étudier parce qu'ils s'appuient sur des changements d'état des électrons si rapides que l'on parle de quelques billiardèmes de seconde, non encore mesurables pour l'heure. Des scientifiques de l'ETH Zurich ont réussi à observer un événement de ce type dans une molécule organique grâce à la spectroscopie attoseconde, qui utilise des impulsions de rayons X mous générées par laser et plus de 20 fois plus courtes que les modifications observées. Ils sont ainsi parvenus à saisir dans le temps comment un électron activé par la lumière dans un atome de carbone revient à son état de départ et à calculer comment la structure moléculaire se modifie dans ce processus. *yv*

K. Zinchenko et al.: Sub-7-femtosecond conical-intersection dynamics probed at the carbon K-edge. *Science* (2021)

## Un double souverain

Il est plus facile d'améliorer ses compétences sociales lorsqu'on **imite un modèle** auquel on peut s'identifier. Des chercheuses de l'Université de Lausanne ont testé l'idée que les conférences données par des personnes qui avaient pu, avant leur exposé, observer leur double virtuel livrer **une performance parfaite** étaient meilleures. Reste à savoir pourquoi cet encouragement fonctionne moins bien chez les femmes. *yv*

E. Kleinlogel et al.: Doppelgänger-based training: Imitating our virtual self to accelerate interpersonal skills learning. *Plos one* (2021)



Photo: E. Kleinlogel et al. (2021)

## Vaccin antigrippe plus efficace

Le vaccin antigrippe est un rendez-vous annuel, surtout pour les personnes âgées ou immunosupprimées, particulièrement vulnérables et sujettes à une évolution grave de la maladie. Et comme le virus de la grippe mute, le vaccin doit, lui aussi, être modifié chaque année. L'interniste et infectiologue Cedric Hirzel de l'Hôpital universitaire de l'île à Berne a découvert une éventuelle approche pour assurer une protection plus efficace et durable

«On ne s'attendait pas à une si large immunité.»

à ce groupe en constante augmentation. Pour cela, il a dû déclencher une réponse immunitaire contre les structures stables du virus.

Lors d'un séjour à l'Université de Toronto, Cedric Hirzel a examiné les échantillons de sérum de 120 femmes et hommes dont le système immunitaire était inhibé suite à une transplantation d'organe. Un tiers avait surmonté une infection avec des virus de l'influenza de type H1N1 ou de type H3N2. Les autres avaient reçu le vaccin contre la grippe. Généralement, pour déterminer si une personne est à l'abri d'une infection grippale, les médecins ne mesurent que les anticorps contre une protéine spécifique à la surface du

virus. Le Bernois a cherché à savoir contre quelles autres structures du virus une réaction immunitaire pouvait être observée. Contrairement aux personnes vaccinées, celles qui étaient immunosupprimées avaient formé des anticorps contre de nombreuses structures

diverses du virus après une contamination par l'influenza.

«Nous étions surpris. Nous n'attendions pas une telle réponse immunitaire chez ces patients», note le chercheur.

Les infectiologues ont surtout constaté que les sujets immunosupprimés avaient aussi développé des anticorps contre les éléments stables du virus qui ne changent pas d'une année à l'autre. Et ils espèrent parvenir à créer des vaccins efficaces contre ces structures aussi, pour réaliser une protection durable.

*Astrid Viciano*

C. Hirzel et al.: Natural influenza infection produces a greater diversity of humoral responses than vaccination in immunosuppressed transplant recipients. *American Journal of Transplantation* (2021)

Photo: Edsinn Remsburg/ Getty Images



Si le doryphore glisse de la feuille, il ne peut plus nuire à la culture de pommes de terre.

## Toboggan à coléoptères

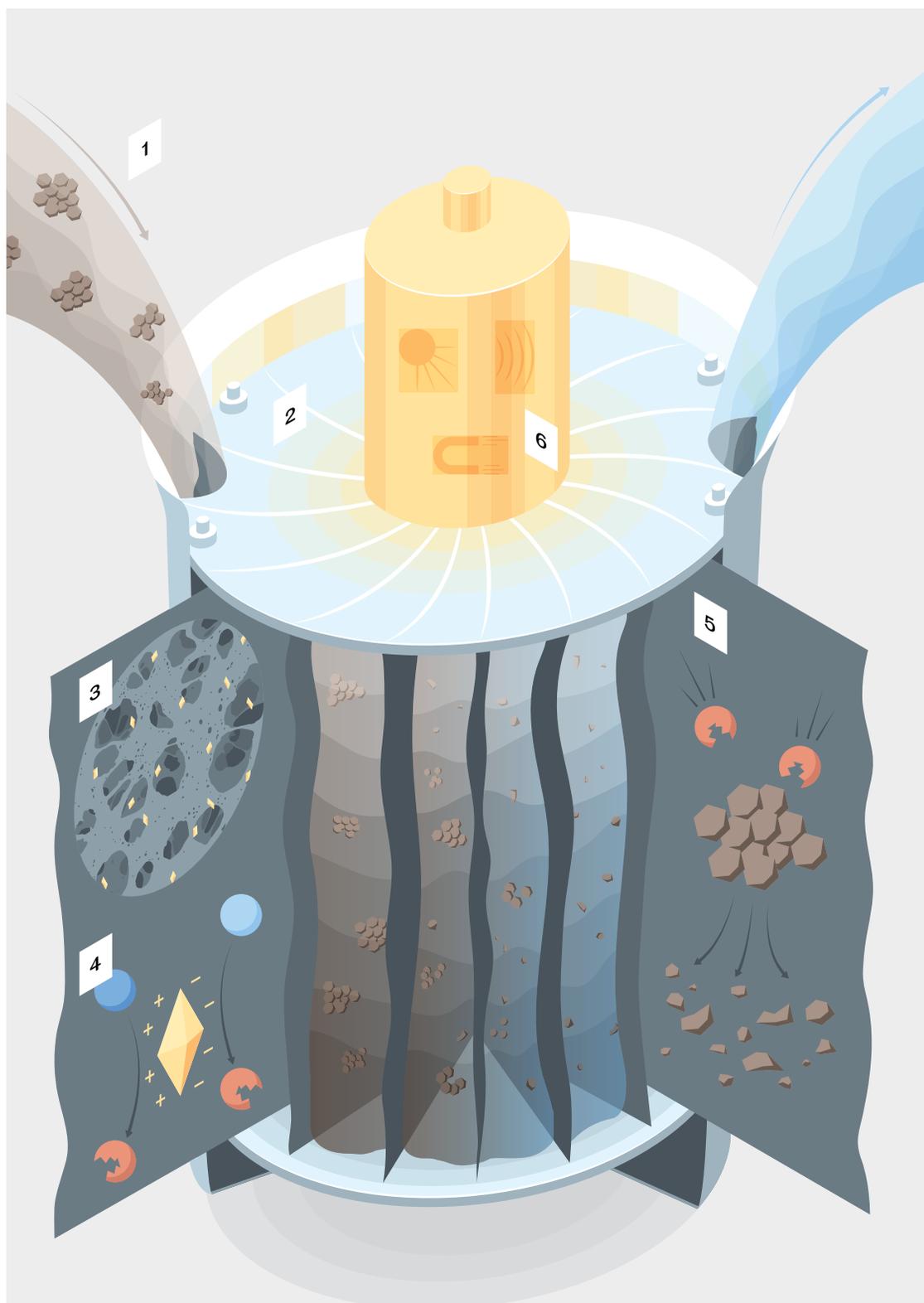
Les structures microscopiques qui recouvrent les feuilles du litchi empêchent les coléoptères de s'y fixer. **Un mode de lutte naturel** qui a inspiré Johannes Bergmann (Université de Fribourg): il a démontré que des microparticules d'éthylcellulose pulvérisées sur les feuilles du litchi les rendaient encore plus glissantes pour le doryphore de la pomme de terre – à condition de mesurer moins d'un centième de millimètre et d'avoir la surface plissée. L'idée pourrait ouvrir la voie à des insecticides agricoles naturels. *yv*

J. Bergmann et al.: Insect Antiadhesive Surfaces Using Electrospayed Wrinkled Ethyl Cellulose Particles. *Applied Materials and Interfaces* (2021)

# Plus jamais d'hormones dans l'eau

La pollution organique persiste obstinément dans les eaux usées. Pour la rendre inoffensive, une spin-off de l'ETH Zurich développe une solution avec un catalyseur nanoporeux.

Texte Judith Hochstrasser Illustration Ikonaut



## 1. Problème: très peu de substances biodégradables dans les eaux usées

Les eaux usées des laboratoires pharmaceutiques ou des hôpitaux contiennent des micropolluants synthétiques, tels des hormones ou médicaments, difficilement dégradables et qui subsistent dans la chaîne alimentaire. Jusqu'ici, on les traitait chimiquement ou par rayons U.V., peu efficaces en eaux troubles. C'est pourquoi la spin-off Oxyle de l'ETH Zurich a développé un catalyseur nanoporeux.

## 2. Idée: catalyseur nanoporeux

Le catalyseur est constitué de feuilles de polymère tendues sur un support et immergées dans l'eau à traiter. La couleur noire des feuilles provient du nanomatériau spécial.

## 3. Matériel: polymère

Un réseau nanoporeux complexe est activé à la surface des feuilles de polymère lors de l'apport en énergie: des charges négatives et positives sont générées sur chaque nanoparticule (losanges jaunes). Il en résulte des milliards de charges de surface dans les plus petits pores (boules noires) à chaque fraction de seconde.

## 4. Processus: mini-nettoyeurs

Ces charges électriques divisent les molécules d'eau (bleu foncé) et d'oxygène (bleu clair) en radicaux hautement réactifs: les nettoyeurs.

## 5. Objectif: dégradation en résidus inoffensifs

Les radicaux réagissent aux polluants synthétiques présents dans l'eau, qu'il s'agisse de produits pharmaceutiques, de pesticides ou d'autres produits chimiques. Ils les dégradent en molécules inoffensives telles que l'eau, l'oxygène ou le dioxyde de carbone. Les feuilles de polymère, elles, restent propres. L'eau traitée peut alors rejoindre le cycle de l'eau.

## 6. Activation: énergie propre

Le catalyseur nanoporeux est activé par des ressources vertes telles que la lumière, les champs magnétiques ou les vibrations mécaniques.

Depuis des mois, ils figurent parmi les lieux les plus fréquentés du monde. Le temps est donc venu d'entrer dans les espaces virtuels et de les explorer dans notre dossier.

**Irritant de réalisme**

Alexis Christodoulou, qui vit en Afrique du Sud, est considéré comme un pionnier de l'architecture imaginaire. La technique de rendu qu'il utilise est souvent employée dans le secteur de l'immobilier pour rendre attrayants des bâtiments qui n'existent pas encore auprès de potentiels clients. Christodoulou, quant à lui, crée des espaces et des paysages qui ne sont pas destinés à être construits ou qui ne pourront jamais exister. Ses œuvres aux couleurs souvent pastel ou lumineuses sont irritantes car, tout en ayant l'air vivantes, elles ne peuvent être réelles. Comme sur la photo de droite, qui ressemble à un magasin de fleurs exagérément mis en scène.

Photos: Alexis Christodoulou



# «La boîte mail se déploie comme une bulle dans une autre dimension.»

Nous nous connectons pour entrer, nous téléchargeons et téléversons... Notre langage indique depuis un certain temps déjà que les offres électroniques sont également des lieux. Le philosophe de la technologie Tobias Holischka définit ces espaces virtuels.

Entretien Judith Hochstrasser Photo Sebastian Arlt



## **Tobias Holischka, nous nous rencontrons bien ici de manière virtuelle?**

Je dirais que c'est virtuel parce que, actuellement, ce terme est employé dans ce sens. Mais ce n'est pas du virtuel au sens propre. Nous voulons simplement dire que notre rencontre n'est pas physique. Cette considération pose un problème: le virtuel est opposé à la réalité, même si personne ne contesterait qu'en ce moment notre rencontre est bien réelle, même si elle se déroule en ligne. Vous n'êtes pas une illusion et pour vous je ne suis pas un jeu vidéo. Je suis sur mes gardes car, avec le concept de virtualité, tout est constamment relégué dans le domaine de l'irréel.

## **Pourquoi est-ce un problème?**

De nombreux chercheurs du domaine des sciences humaines sont immédiatement interpellés par le terme de virtualité et se demandent: que signifie le fait de ne se rencontrer que virtuellement, c'est-à-dire pas dans la réalité? Employé ainsi, ce terme est comme un écran de fumée. Il en va de même pour d'autres concepts, tel celui de l'intelligence artificielle. Les gens qui n'en comprennent pas le contexte technique pensent: pour l'amour du ciel, il existe maintenant une intelligence artificielle, avant il n'y avait que l'intelligence naturelle! Mais ce n'est qu'un nom pour une technologie.

## **Je comprends. Mais nous nous intéressons avant tout aux espaces virtuels. Disons simplement que, depuis un an, nous nous rencontrons en de nouveaux endroits. Faut-il trouver une nouvelle façon d'appréhender les espaces?**

Oui. Si nous nous contentons des anciens outils conceptuels, ce que nous voyons sur les écrans – qu'il s'agisse d'un livre numérique ou d'un réseau social – n'est qu'un mur de texte en deux dimensions. A première vue, tout semble identique. Mais nous avons affaire à des phénomènes complètement différents. Avec l'e-banking, nous sommes dans une zone

---

## Voyager en pensée dans des lieux imaginaires

Tobias Holischka est collaborateur scientifique auprès de la chaire de philosophie de l'Université catholique d'Eichstätt-Ingolstadt (D). Il mène des recherches sur **la philosophie de la technologie et la phénoménologie du virtuel**. Il a obtenu son doctorat en 2015 avec une thèse sur les «**CyberPlaces**. Approches philosophiques du lieu virtuel». *jho*

très sécurisée, protégée par un mot de passe. Sur un réseau social par contre, j'envoie des messages personnels. Notre langue nous indique depuis longtemps déjà qu'il s'agit de lieux. Nous nous connectons pour entrer dans un système, nous téléchargeons des choses. Nous voyons donc une dimension qui était auparavant cachée: sous cet angle, il s'agit effectivement d'espaces virtuels. Car à l'origine, un espace désigne une juxtaposition de choses. Toutefois, les espaces virtuels ne font pas partie de l'espace matériel. Il n'y a aucune rue qui puisse me conduire à ma boîte aux lettres électronique. C'est plutôt une bulle qui se déploie dans une autre dimension.

**Longtemps, l'humanité s'est déployée physiquement: elle a découvert de nouveaux continents, s'est lancée dans l'espace. Maintenant, nous nous déployons en quelque sorte vers l'intérieur. Cela change-t-il le regard sur le monde?**

C'est une très belle réflexion. Aux Etats-Unis, on parle de pensée «New Frontier»: il fallait aller toujours plus loin vers l'ouest et quand cela n'a plus été possible, on est allé dans l'espace. Maintenant, il existe un nouvel espace. Cette évolution était-elle logique? En regardant depuis la Lune, nous avons compris que nous sommes tous entassés sur une même planète, sans distinction, un peu perdus. Une analogie est ressortie de la théorie de la simulation, popularisée par le film «Matrix»: non seulement nous pouvons nous-mêmes générer des simulations, mais nous pourrions aussi y vivre. Le monde que je vois est-il réel? L'enjeu est encore plus important: quoi d'autre est réel pour nous? Existe-t-il une réalité supérieure?

**Ces questions ont semé des doutes.**

Oui. Je trouverais passionnant d'examiner si certains courants des sciences humaines sont les enfants spirituels de ces questions. Quand on prétend qu'il n'y a plus de vérité absolue, que tout est relatif. Dans les simulations, tout

pourrait aussi toujours être différent. Déjà dans l'Antiquité, il existait des théories qui postulaient que le monde était une création. Pour cela, il faut un créateur. Si nous vivons dans une simulation, quelqu'un doit l'avoir créée. C'est la question de Dieu. Une nouvelle conception religieuse se répand.

**Retour au concret: l'espace a-t-il perdu son caractère tridimensionnel?**

Oui, c'est difficile à saisir avec les catégories traditionnelles. Nous sommes assis face à l'écran et derrière lui s'ouvre tout un monde qui n'a pas besoin d'espace physique. Les ordinateurs sont très petits, mais virtuellement nous pouvons générer de l'espace presque à l'infini. C'est tellement intangible. Bien que les représentations respectent naturellement les trois dimensions. Sinon, nous ne pourrions pas les comprendre.

**Des espaces qui n'ont pas besoin de place...**

Bien que: tous les espaces virtuels sont créés dans des appareils et il faut beaucoup de place pour les centres de calcul. Il faut des gens pour construire, entretenir et réparer ces machines.

**Jusqu'à présent, nous allions dans d'autres espaces par le biais de l'écran. Mais cela fonctionne aussi dans l'autre sens: avec des technologies telles que la réalité augmentée ou les hologrammes.**

Je ne sais pas encore très bien quel concept évocateur utiliser pour en parler efficacement. Est-il vraiment si important que j'aie une projection par hologramme dans la pièce ou que les personnes me parlent à travers le téléviseur? Et lorsque nous parcourons la ville avec des lunettes intelligentes où s'incrument des informations: est-ce si différent que lorsque je me déplace avec une carte?

**Espace et lieu: où est donc la différence?**

L'espace est une catégorie géométrique: longueur, largeur, hauteur. Mais le lieu est là où

nous avons une place. Je constate que nous sommes tous deux assis dans des mansardes. En théorie, elles pourraient avoir les mêmes dimensions. La différence se situe au niveau du lieu: l'un est votre chez-vous, l'autre le mien. Les qualités d'un lieu ne peuvent pas être expliquées par la géométrie. Que ce soit le passage virtuel d'un jeu vidéo ou le site web de l'e-banking: dans le virtuel aussi, un lieu peut être douillet ou stérile.

**Une des particularités d'un lieu virtuel est qu'on ne peut pas le toucher.**

Pour nous, êtres humains, il est important que le monde nous oppose une résistance. Par la faim et la soif pour notre corps. Les objets, tel mon verre, ont un poids, et je peux me cogner à ma table. En surmontant ou non les résistances du monde, je me déplace en son sein. Tout cela fait défaut dans un endroit virtuel. On crée certes partiellement des retours haptiques, notamment par des vibrations, mais ce n'est pas pareil. Ma conviction est que les représentations numériques, les lieux virtuels, ne risquent pas de remplacer les lieux physiques. Ce sont simplement des alternatives.

**Quel est votre endroit virtuel préféré?**

J'aime beaucoup les jeux vidéo, Minecraft en particulier. On n'y a pas d'objectif et on peut par exemple y avancer tout droit des jours durant. Mais que font la plupart des gens? Ils y construisent des maisons. Et s'y installent. Pourtant, ce n'est pas du tout nécessaire. Cela m'a fortement rappelé Martin Heidegger qui décrivait l'habitat comme le rapport humain originel au monde. Nous, les êtres humains, sommes dans le monde en l'habitant. Et nous reproduisons cela dans le monde virtuel. On pourrait y faire tout ce qu'on veut, mais les gens construisent des maisons. C'est fou.

Judith Hochstrasser est codirectrice de la rédaction d'Horizons.

# A propos des limites d'étendues infinies

Nous passons plus de temps que jamais dans l'espace virtuel. Le plus souvent malgré nous. Qu'est-ce que cela provoque en nous?

Texte Ümit Yoker

Ces derniers mois ont clairement montré qu'il était aussi possible de prendre des décisions fermes lorsqu'un protagoniste se trouve à Genève et l'autre à San Jose. Que nous pouvons ressentir de l'affection même lorsque l'écran se fige entre nous deux. Naturellement, nous avons toujours la nostalgie d'un quotidien émaillé de rencontres personnelles. La force de ce désir dépend toutefois fortement de notre personnalité et de notre situation de travail, selon Dominique de Quervain de l'Université de Bâle. Professeur de neurosciences cognitives, il a sondé à plusieurs reprises le moral des Suisses depuis le début de la pandémie. Selon lui, l'influence des nombreuses heures passées en télétravail sur la santé psychique n'est pas clairement mesurable: «Certains sont plus à l'aise dans la solitude de leur mansarde que dans un bureau en espace ouvert. D'autres souffrent grandement de l'absence de contacts sociaux.»

A l'Université de Bâle, la sociologue Helene Thaa s'intéresse à l'aliénation numérique et à l'appropriation du travail. Dans les entretiens qu'elle mène sur ces thèmes, elle constate que la distance physique avec l'entreprise n'entame généralement pas la conviction d'y contribuer de manière précieuse. «Mes interlocuteurs sont toutefois des spécialistes recherchés, comme des programmeurs ou des professionnels en gestion de projet ou du changement, qui peuvent négocier des conditions favorables et travailler de manière autonome.»

## Voir son propre visage pendant des heures

De prime abord, les rencontres professionnelles en ligne ne sont pas très différentes des rencontres physiques. Toutefois, quiconque passe quotidiennement de nombreuses heures en vidéoconférence pourrait avoir un avis contraire. D'ailleurs, une expression a été inventée pour désigner la fatigue qu'entraîne la nouvelle réalité: la Zoom fatigue. Jeremy Bailenson, professeur en sciences de la communication et fondateur du Virtual Human Interaction Lab à l'Université Stanford, a tenté d'identifier les causes possibles.

Premièrement, nous communiquons sur Zoom et Cie d'une manière réservée en principe aux échanges avec nos proches, écrit le psychologue des médias dans *Technology, Mind and Behavior*. En effet, les visages à l'écran sont bien trop proches, le regard porte trop longtemps sur nous. Le spécialiste compare la situation avec une rame de métro pleine à craquer, où tous les voyageurs nous fixeraient: dans une telle posture, nous détournerions automatiquement le regard.

Deuxièmement: lors de rencontres en direct, nous recevons et envoyons de nombreux signaux non verbaux, généralement sans effort et sans aucune intervention consciente. Par contre, lorsque nous sommes en ligne, il nous est impossible de savoir, par exemple à l'aide de la posture ou des mouvements du corps, si quelqu'un nous approuve ou non. D'autres signaux deviennent d'autant plus importants: le langage, les mimiques ou les gestes. Jeremy Bailenson relève que nous parlons plus fort et hochons la tête plus vivement lors des entretiens en vidéo. De nombreux signaux non verbaux ont par ailleurs une signification différente lors des échanges physiques que lors d'une visioconférence. Nous pensons ainsi qu'une collègue qui lance de longs regards de côté souhaite communiquer silencieusement une information à son voisin alors qu'elle jette peut-être simplement un coup d'œil à son agenda électronique. Nous connaissons bien sûr ce genre de réactions automatiques. Mais ajuster sans cesse la première impression au nouveau média demande de l'énergie.

Troisièmement, nous nous retrouvons plus fréquemment dans une situation qui était, à ce jour, réservée aux danseurs de ballet ou aux propriétaires d'une galerie des glaces: chaque jour, nous voyons notre propre image reflétée pendant des heures, ce qui peut mener à l'autocritique permanente et provoquer un certain stress, selon Jeremy Bailenson. Enfin, les séances en ligne nous empêchent non seulement de faire de longues promenades, mais aussi de bouger, ne serait-ce que pour effectuer quelques pas dans la salle de réunion.

Lors d'une discussion personnelle ou au téléphone, nous faisons toute une série de choses en même temps: nous nous étirons, faisons cuire l'eau pour les pâtes sans que notre concentration en souffre. Au contraire. Selon le spécialiste, celui qui bouge, ne serait-ce qu'en marchant dans la salle de réunion, est souvent plus performant et créatif que celui qui reste vissé sur sa chaise.

De manière générale, il peut sembler plus facile de soigner les relations existantes que de nouer de nouveaux contacts dans l'espace virtuel. Dans un sondage réalisé auprès de 180 psychiatres zurichois, la majorité indique que les entretiens thérapeutiques peuvent facilement être transférés en ligne à titre provisoire, rapporte Anke Maatz, médecin-chef à la clinique psychiatrique universitaire de Zurich, qui y met toutefois une condition: «La relation thérapeutique doit déjà être établie.» Avec trois confrères des domaines de la psychologie et de la linguistique de

l'interaction, elle tente d'évaluer l'importance de la présence physique pour la psychothérapie. «La majorité des praticiens interrogés jugent les séances virtuelles inappropriées pour un premier entretien.»

Cornelia Diethelm, directrice de la filière d'éthique numérique à la Haute Ecole d'économie de Zurich, observe également que, «dans une classe, les liens s'établissent plus lentement lorsqu'on se rencontre uniquement en ligne dès le départ. Les étudiants restent alors relativement longtemps des individus qui se connectent pour suivre un cours avant de disparaître de nouveau.»

C'est pourquoi les tentatives pour faire naître une ambiance d'apéro par écrans interposés sont également laborieuses. «S'asseoir devant son écran avec une flûte de prosecco ne suffit pas», constate Klaus Marek. Au département de design et d'art de la Haute Ecole de Lucerne, il s'intéresse à la manière d'aménager les espaces virtuels pour s'y sentir à l'aise. Dans les offres de réseaux dématérialisés, c'est généralement l'organisateur qui décide qui rencontre qui, par exemple dans les «breakout rooms». Selon le directeur de la filière Spatial Design, des programmes tels que Gather Town conviendraient mieux. En effet, chacun y dispose en plus d'un petit avatar, qui peut être placé comme une figurine de jeu dans des environnements différents, aménagés individuellement. Pour permettre de s'orienter intuitivement dans la pièce, les voix des autres participants sont plus ou moins fortes selon la distance à laquelle ils se trouvent.

Néanmoins, même les meilleurs outils ne remplacent pas la forêt ou les rives du lac, un arrêt de tram ou une cage d'escalier, une discothèque ou la caisse du supermarché. En ligne, il manque ces lieux intermédiaires qui rendent les rencontres fortuites possibles, un espace public qui ne dicte pas quelles personnes nous rencontrons et comment. Car les contacts apparemment insignifiants sont aussi un facteur de bien-être et contribuent même fortement à la cohésion sociale. Les deux psychologues canadiennes Gillian Sandstrom et Elizabeth Dunn avaient ainsi découvert, il y a quelques années, que les clients qui s'entretenaient rapidement avec les baristas au moment d'acheter leur cappuccino à l'emporter sortaient de bien meilleure humeur du café que ceux qui se contentaient de passer leur commande. Un sentiment d'appartenance semblait aussi contribuer à la satisfaction.

Inversement, nous pouvons désormais nous rendre virtuellement dans des lieux inaccessibles, soit parce qu'ils ont disparu ou n'ont jamais existé, soit parce qu'ils sont trop dangereux ou simplement interdits. La réalité virtuelle permet de marcher sur Mars ou de traverser un abattoir. Le concepteur, Klaus Marek, y voit une chance, en particulier pour les musées. Les visites guidées virtuelles permettent à un large public d'admirer des objets fragiles sans risquer de les endommager. Des villes entières peuvent renaître de leurs ruines. Néanmoins, l'expérience a aussi

ses limites: un studio italien propose depuis 2017 une approche des horreurs d'Auschwitz à travers des lunettes VR. L'offre a déclenché des discussions. Il serait présomptueux de croire qu'il suffit de se glisser virtuellement dans la peau d'une victime pour comprendre sa souffrance, estime l'éthicien des médias Thilo Hagendorff, qui mène des recherches à l'Université de Tübingen. «Après tout, on est toujours conscient qu'il suffit d'enlever ses lunettes pour que l'horreur prenne fin.» Le ressenti dans l'espace virtuel peut toutefois être bien réel. En 2002 déjà, une équipe de chercheurs de l'Université de Caroline du Nord avait démontré qu'il suffisait de regarder dans une fosse virtuelle depuis un poste d'observation surélevé de seulement quelques centimètres pour que le rythme cardiaque s'accélére. Parfois, l'expérience virtuelle a même des effets

durables, comme l'a démontré une étude menée en 2013 à l'Université de Barcelone: des sujets féminins blancs représentés par des avatars noirs dans l'espace virtuel avaient moins de préjugés après l'expérience. Ces dernières années, Dominique de Quervain a développé plusieurs applications de réalité virtuelle pour traiter les phobies. «Bien que la thérapie de confrontation classique soit réputée très efficace, elle est rarement utilisée», explique le scientifique. Se procurer quelques my-

gales ou remplir une salle de séminaire de public demande beaucoup d'efforts au thérapeute. Sans compter qu'il est très difficile pour les patients phobiques de se mettre volontairement dans une situation qu'ils évitent en général à tout prix. «Dans l'espace virtuel, en revanche, un stimulus peut être présenté de manière à ne pas éprouver excessivement le patient.»

La pandémie a servi de catalyseur au télétravail et aux réunions en ligne et a balayé les réticences. «Ces derniers mois, nous avons aiguisé notre capacité à repérer où notre présence physique est cruciale – et où nous pouvons facilement nous en passer», explique ainsi la professeure et entrepreneuse Cornelia Diethelm. «A l'avenir, il faudra probablement plus de travail de persuasion à qui fait la promotion d'une conférence sur place uniquement avec une brochette de conférenciers.» En même temps, il est devenu évident que les pauses-café n'étaient pas que du temps perdu. Et on est en droit de remettre en question une nouvelle habitude: les échanges à distance ne doivent pas forcément tous se dérouler sous forme de réunions en vidéo. On peut toujours téléphoner ou écrire un courriel.

Malgré toutes les adaptations qu'implique la navigation dans les auditoriums virtuels: désormais seule une part assez restreinte de la population doit contempler chaque jour ses cernes à l'écran pendant des heures. La majorité, en revanche, les chauffeurs de bus, les infirmières ou le personnel des supermarchés, passent encore une grosse partie de leur journée de travail dans le monde physique.

Ümit Yoker est journaliste indépendant à Lisbonne.

## «Nous avons aiguisé notre capacité à repérer où notre présence physique est cruciale.»

Cornelia Diethelm





# LE MONDE DE MOÏRA

Une nouvelle de Vincent Gessler

Le réveil est semblable à ce que j'ai toujours connu: un moment difficile où le corps s'habite avec lenteur. Je m'assois au bord du lit, le drap file contre ma peau en un doux frémissement. D'un panneau incrusté au plafond tombe une lumière tamisée dont l'intensité monte peu à peu. Aucune fenêtre. Aucun métal réfléchissant: l'épreuve du miroir m'attend, de l'autre côté de l'unique porte close.

Je prends contact avec ce réel. J'essaie de comprendre ce que cela signifie. J'observe mes mains, souples, pâles, aussi ressemblantes à elles-mêmes que dans n'importe lequel de mes souvenirs. Une tache sur le poignet, des rides familières qui dansent sur mes articulations. Aucune cicatrice, forcément. D'un geste spontané, je porte un doigt au sommet de mon crâne où s'ouvre la douille neurale: une grosse prise, destinée à connecter mon cerveau au vrai monde. Je la sens, chaude, vibrante, délicieusement intrusive. Elle épouse l'os et, là où je la parcours, elle ne rend aucune sensation.

J'ai 15 ans aujourd'hui. Dans quelques minutes, je vais découvrir mon visage originel à l'occasion du rituel de la majorité, ici, dans le monde de mon corps, loin de mes parents.

Un vertige me submerge, le besoin de rassembler mes esprits.

Avec mon pouce et mon index, je pince un bourrelet de peau sur mon avant-bras, de plus en plus fort. Aucun filtre ne tempère la douleur, je pourrais continuer jusqu'à me blesser... Quand je relâche la pression, mes ongles ont laissé une trace violacée.

Ceci est mon corps. Le temple qui héberge ma conscience. Je l'ai toujours pensé comme une enveloppe protectrice, un cocon douillet de graisse, de muscle et de cartilage. Ma tête est pourtant bien attachée au sommet d'une épine dorsale et je l'investis de la même manière que les avatars du vrai monde.

Mon vrai monde, là où il n'y a presque pas de douleur, de faim, de maladie, d'infirmité, de risque, d'accident, de mauvaise odeur, de larme, de mauvais goût; aucune logistique corporelle nécessaire telle que manger, boire, déféquer, suer, se laver, bouger, travailler. La mort est un effacement discret à l'empreinte douloureuse.

Mon vrai monde, là où je peux voler, changer de forme, ressentir directement dans ma conscience les émotions des autres, modifier mon environnement... Passé cette épreuve, j'y retournerai, majeure, et je pourrai choisir sans contrainte. Je ne serai plus obligée, comme tous les enfants, d'apprendre la souffrance et le contrôle physiologique pour une hypothétique décision d'y revenir un jour et d'y vieillir... Pourquoi est-ce que je choisirais cette réalité originelle

qui n'a d'intérêt que de maintenir les organes en vie? Mon monde est plus réel, plus vaste, plus intéressant que cet âpre désert sensoriel, où je traîne mon corps comme un vieux rover martien qui se délite, pièce par pièce, avant de s'éteindre, immobile au milieu des immensités froides et rouille.

Je suis enfin adulte, et mes rêves sont devant moi! Je pourrai voler chaque jour, cesser les apprentissages de la marche, de la défécation, de la mastication, changer ce visage que je contemplerai de mes yeux de chair dans un instant, et, je l'espère, pour la dernière fois.

~ ~ ~

J'ai mal aux fesses et au bas du dos, effet d'une position assise trop longue, alors que mes pensées se catapultaient d'un bout à l'autre de mon esprit. Le corps, toujours, qui me ramène à ses exigences. Chaque information envoyée à mon cerveau est authentique aujourd'hui, sans intermédiaire, sans interface. Et la douleur déjà, dès les premières minutes.

J'ai grandi en cuve, comme le reste de l'humanité. Pour la première fois, les liquides qui baignent ce corps ont été pompés, les tubes nourriciers, les dentelles neurales, le réseau délicat de nanotechnologie qui emmaillote mes chairs depuis ma naissance se sont rétractés.

J'ai vécu une deuxième naissance.

J'aurais voulu que mes marraines et parrains soient là, mais c'est un moment de raccord avec soi. Les premières minutes de réel originel se vivent à la première personne.

Sur une inspiration subite, je m'appuie sur les bords du matelas et me lève. C'est aussi conforme que le réveil, le toucher ou la respiration. Je suis debout, rien de remarquable ne se produit et la douleur qui tirait mon dos s'apaise. Je n'ai jamais exposé mon corps originel comme je le fais aujourd'hui.

La peur m'envahit soudain, sourde, irraisonnée: peur de marcher, de tomber, que ma tête heurte le sol, d'abîmer ce véhicule si précieux et si définitif.

Le risque est permanent dans ce monde. La vie se joue à chaque seconde.

J'inspire un peu d'air et avance de trois pas. C'est facile, évident. Mes membres m'obéissent comme ceux de mon vrai monde. Les sensations sont les mêmes, la mécanique obéit aux impulsions données.

La porte s'efface à mon approche, révélant une autre pièce, plus grande et tout aussi nue. Un lutrin recouvert d'une étoffe noire occupe le centre, un rideau s'étire derrière.

J'ai le désir naïf que cela ne soit qu'une simulation. Je tape du talon pour m'envoler, peut-être briser le plafond

dans une explosion pixel et percer les cieus en comète flamboyante, mais il ne se passe rien. Mon corps reste aussi figé qu'un roc érodé par le vent sur un désert de sable. Je n'ai accès à aucune interface, aucune musique qui accompagne d'ordinaire mes voyages, aucun bruitage original superposé à mes actions. Il n'y a que moi et la réalité, dans un silence sensoriel étouffant, dans une âpre et déterministe communion des sens.

J'avance et soulève d'une main l'étoffe en velours qui dévoile un miroir.

J'y vois un visage au front surmonté de boucles noires serrées. Une bouche aux lèvres bien dessinées, ourlées pour les baisers et la dégustation de desserts sucrés. Deux narines qui se dilatent à l'inspiration. Deux yeux liquides aux pépites noires comme le charbon serties dans un bois sombre. Ma peau mate semble blême, mais l'éclat de mon regard frappe par son intensité.

J'imagine le long sommeil de mon corps couvé par les machines, tandis que je vis ma vie quelque part, dans un lieu impossible à localiser, un espace sans support matériel, mais si réel que je peux dire que c'est chez moi.

«Moïra...»

Ma bouche a articulé son premier mot, et entendre mon nom me rassure. Le timbre de ma voix est le même. La qualité d'écoute, de l'intérieur de ma tête, est parfaitement restituée.



Je détache mes yeux de mon visage et saisis la pomme qui a été déposée à côté du miroir – je me demande par qui. Qui a envie de vivre dans ce monde? Qui accomplit les besoins utiles? Des gens pour qui une activité simple, tracée aux limites du corps, a suffisamment de sens? Ou des machines attentionnées qui déposeraient une pomme au détour d'une inspiration algorithmique?

J'observe le fruit avec plus d'attention. Sa rondeur ferme est rêche dans ma main. De petits points noirs mouchettent les flancs vert pâle, et, là où il était posé, s'étend une tache brune. Je n'avais jamais vu ce détail sur une pomme. Je m'imagine passant une lamelle sous la lumière crue d'un microscope: les cellules s'offriraient comme un mur de briques boursoufflées montées entre elles avec une chaux ultraviolette. Une expérience exploratoire très simple, et pourtant impossible là d'où je viens.

Le lutrin sur lequel repose le miroir est ancien. Je le vois aux traces qui parcourent le bois. Je me mets à genoux, et je peux discerner l'unique montant sculpté en une torsade végétale partant des pieds griffus vers l'inflorescence qui supporte le miroir: un côté du support est râpé, frotté contre un mur lors d'un déplacement maladroit. L'un des pieds est piqueté de petits coups, comme si un enfant l'avait martelé à répétition avec un tournevis. Une multitude de marques portent l'histoire d'emblée invisible de cet objet.

Alors, soudain, je comprends: les rides, les cicatrices, les infirmités, les coups reçus, la statique, le jeu des articulations, l'utilisation même des membres, des muscles et des

nerfs, imprimés par le temps, les expériences, les habitudes et les accidents, laissent une trace inaltérable.

Dans mon monde, je peux modifier mes avatars à la demande. Ici, c'est le contraire: l'apprentissage est inscrit en temps réel, tatoué, gravé sur le corps.

Si je veux gravir une montagne, je me rajoute des membres ou me transforme en ibex, et tout devient simple, l'expérience se transforme en plaisir, puis en performance. Ici, gravir une montagne peut me coûter la vie, même avec de la préparation, de la technique et de l'équipement.

Avant, les rêves appartenaient à l'enfance, l'adulte vivait une vie de contraintes. Tout est inversé désormais: l'enfant vit un ensemble de contraintes pour apprendre ce corps originel, et sa vie adulte est un long et puissant rêve lucide.

Je suis née avec le désir de me libérer et d'épouser l'illusion continue de mon monde, ses découvertes sans limite, sans danger, démultipliées sans cesse en courbes hyperboliques, en bulles narcissiques gonflées de soi, des autres, de ces perspectives télescopées qui se nourrissent et s'abandonnent.

Et ici, au cœur de la contrainte ultime, je réalise l'étendue et l'incroyable finesse que suppose une exploration basée sur le corps. Le risque perpétuel. La lenteur des sens et des jours. Le souci de doser son énergie, l'activité et le repos aux rythmes incarnés d'une planète qui tourne sa ronde et découpe le temps en lumière et en obscurité.

Un sentiment de jubilation irrésistible me gagne: j'ai le désir fou d'entrer dans la vie ainsi, d'embrasser cette fragilité de chaque instant. La contemplation d'un univers fini, où l'usure règne et le temps dépose sa patine d'histoires, a allumé en moi un feu qui m'embrase tout entière.

J'aimerais voir le ciel.

Derrière le lutrin, j'écarte le rideau qui masque une fenêtre. Le soleil m'éblouit aussitôt. En attendant que mes yeux s'accoutument à la luminosité, j'observe les angles de la vitre où de nombreuses empreintes de doigts se dessinent contre le verre, à la lumière pastel de ce que je devine être l'aurore.

Ici, je ne serai jamais seule. Les rêves peuvent attendre. Ils ne disparaîtront pas. Pas tout de suite.

Avec un sourire d'excitation, je croque la pomme à pleines dents, prête à découvrir un nouveau monde.

Vincent Gessler est auteur de science-fiction et vit à Genève. Son premier roman, *Cygnis*, a remporté deux prix littéraires français en 2010.

# Aide et guérison grâce à l'immersion

Une araignée numérique, un mouton conférencier ou une jambe virtuelle – les espaces artificiels créent de nouvelles possibilités pour la recherche, la médecine et les loisirs. Six exemples donnent un aperçu des applications concrètes.

Texte Lionel Pousaz Illustrations Opak

## La jambe virtuelle aide la jambe physique

**Application:** traitement des douleurs chroniques

**Etat:** recherche clinique de l'EPFL

Depuis peu, le traitement des douleurs chroniques peut compter sur les neurostimulateurs: des appareils qui émettent des impulsions électriques à travers la moelle épinière vers la partie du corps affectée. La stimulation provoque des paresthésies ciblées – des sensations de fourmillement. En s'interposant entre le membre souffrant et le cerveau, le signal temporise la douleur.

La réalité virtuelle complète cette thérapie. A l'EPFL, le neuroscientifique Olaf Blanke a conduit des études cliniques avec des personnes affectées de douleurs chroniques sévères à la jambe. Equipés d'un casque de réalité virtuelle, les sujets perçoivent une version numérique de leur propre corps dans un environnement 3D. Quand le neurostimulateur envoie une impulsion, la jambe virtuelle s'illumine. Synchronisés, les signaux électriques et visuels renforcent les effets antidouleur du traitement.

Avec la réalité virtuelle, le traitement par neurostimulation ne serait pas seulement plus efficace, mais aussi plus confortable. «Nous pouvons en effet baisser l'intensité des impulsions en dessous du seuil de perceptibilité tout en conservant le même effet antalgique, explique Olaf Blanke. La personne ne ressent plus les paresthésies, elle a la conscience libre.»

Par nature, le traitement est peu risqué et d'une mise en œuvre très simple, ce qui facilite les transferts de technologie, selon le chercheur. «Tout est automatisé, la personne peut s'exercer seule à la maison.» Plus étonnant encore, Olaf Blanke a appliqué le même traitement aux personnes amputées souffrant de douleurs fantômes. En cause: leur cerveau qui continue de considérer le membre manquant comme existant, ce qui se traduit par des douleurs bien réelles et parfois sévères. Dans ce cas aussi, la neurostimulation produit de meilleurs effets antalgiques lorsque les personnes peuvent voir leur membre reconstitué en trois dimensions dans un espace virtuel.

Plus étonnant encore, Olaf Blanke a appliqué le même traitement aux personnes amputées souffrant de douleurs fantômes. En cause: leur cerveau qui continue de considérer le membre manquant comme existant, ce qui se traduit par des douleurs bien réelles et parfois sévères. Dans ce cas aussi, la neurostimulation produit de meilleurs effets antalgiques lorsque les personnes peuvent voir leur membre reconstitué en trois dimensions dans un espace virtuel.

Plus étonnant encore, Olaf Blanke a appliqué le même traitement aux personnes amputées souffrant de douleurs fantômes. En cause: leur cerveau qui continue de considérer le membre manquant comme existant, ce qui se traduit par des douleurs bien réelles et parfois sévères. Dans ce cas aussi, la neurostimulation produit de meilleurs effets antalgiques lorsque les personnes peuvent voir leur membre reconstitué en trois dimensions dans un espace virtuel.

Plus étonnant encore, Olaf Blanke a appliqué le même traitement aux personnes amputées souffrant de douleurs fantômes. En cause: leur cerveau qui continue de considérer le membre manquant comme existant, ce qui se traduit par des douleurs bien réelles et parfois sévères. Dans ce cas aussi, la neurostimulation produit de meilleurs effets antalgiques lorsque les personnes peuvent voir leur membre reconstitué en trois dimensions dans un espace virtuel.

## Une personnalité digitale qui impressionne

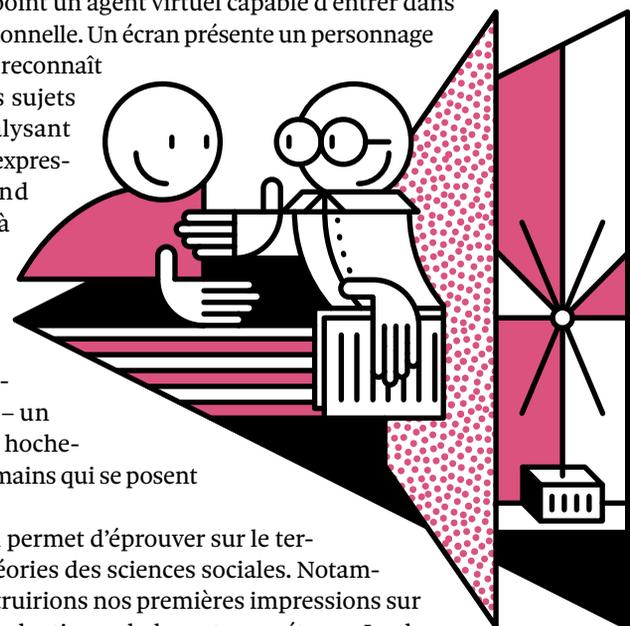
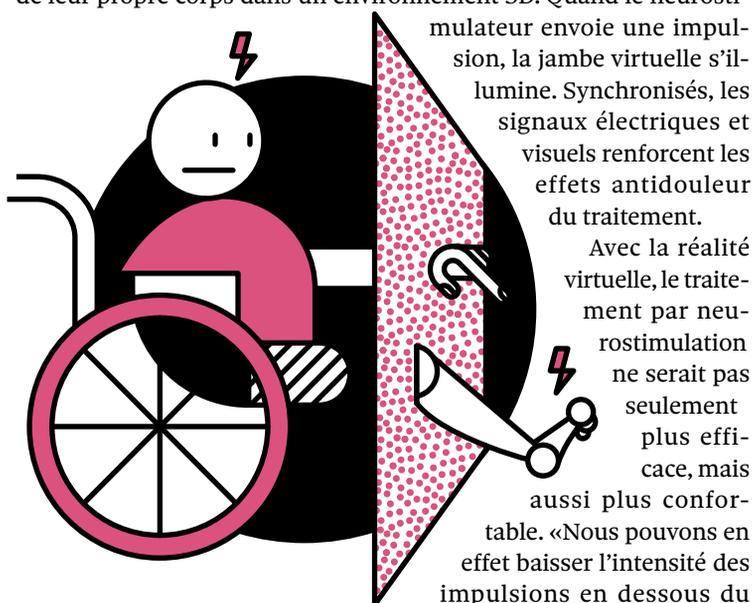
**Application:** recherche en sciences sociales

**Etat:** application à l'Université de Genève

Lors d'une rencontre, les premières impressions sont primordiales. Un adage confirmé à de multiples reprises. Sans que nous ne nous en rendions toujours compte, nous procédons à des analyses complexes pour évaluer dès les premiers instants à qui nous avons affaire. «Nous ajustons nos attitudes en fonction de ce que nous estimons être l'impression que l'autre se fait de nous, puis l'autre fait de même, et une boucle se met en place», explique Guillaume Chanel, chercheur en informatique affective et sociale à l'Université de Genève.

En collaboration avec l'Institut des systèmes intelligents et de robotique de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris, France), son équipe a mis au point un agent virtuel capable d'entrer dans cette boucle relationnelle. Un écran présente un personnage virtuel en 3D, qui reconnaît les émotions des sujets humains en analysant leur voix et leurs expressions. Il apprend non seulement à identifier ces signes, mais aussi à renvoyer des réponses émotionnelles adaptées – un sourire, un léger hochement de tête, les mains qui se posent sur les hanches...

L'agent virtuel permet d'éprouver sur le terrain certaines théories des sciences sociales. Notamment, nous construirions nos premières impressions sur la base de deux évaluations: chaleur et compétence. La chaleur nous informe des intentions d'autrui à notre égard. La compétence peut, par exemple, nous indiquer si autrui a la carrure requise pour nous nuire quand il se présente de manière hostile. Présenté au public en 2018 à la Cité des sciences de Paris, dans une expérience grandeur nature, l'agent optimisait soit l'impression de chaleur, soit celle de compétence. «L'un est souvent au détriment de l'autre, nous tendons à considérer les personnes chaleureuses comme moins compétentes et inversement», explique le chercheur. Pour faire passer ses messages, le personnage virtuel devait opérer de subtiles variations d'expression. «Par exemple, on interprète comme peu sincère un sourire s'il n'est pas accompagné d'un plissement des yeux.» A la frontière de l'informatique et des sciences psychoso-



ciales, ces expériences revêtent également un intérêt commercial. Le chercheur collabore avec l'équipe-mentier informatique Logitech sur une technologie permettant de traduire les émotions souvent très contenues des athlètes d'e-sport lors des retransmissions sur les réseaux sociaux.

### Regarder des collections cachées

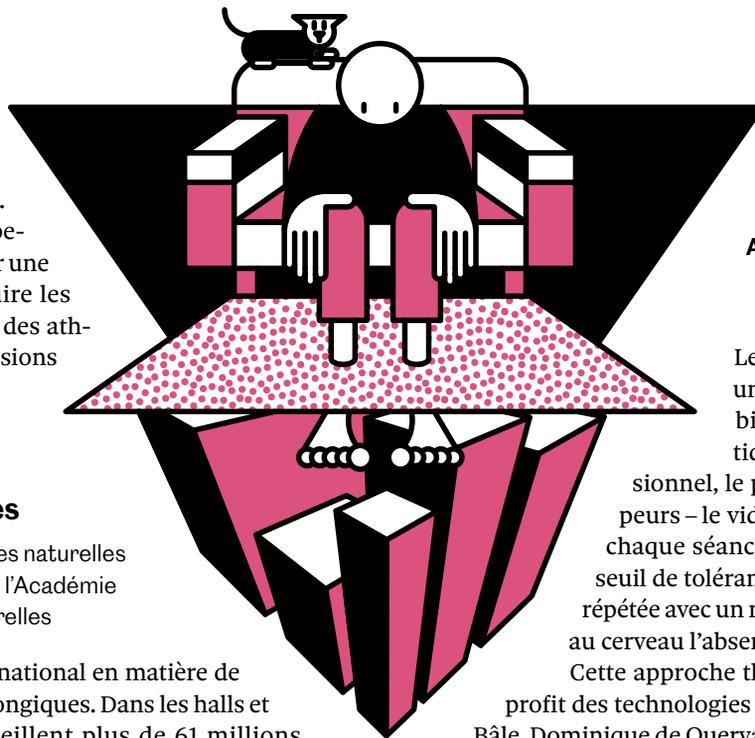
**Application:** outil pour les sciences naturelles

**Etat:** projet d'infrastructure de l'Académie suisse des sciences naturelles

La Suisse est un poids lourd international en matière de spécimens végétaux, animaux et fongiques. Dans les halls et les tiroirs de ses musées sommeillent plus de 61 millions d'échantillons, des pachydermes aux coléoptères, en passant par des kilomètres de rayonnages d'herbiers issus d'expéditions sur les cinq continents. A lui seul, le pays compte environ 10% de tous les spécimens types au monde – les références à partir desquelles une espèce est décrite, un peu comme le kilogramme ou le mètre étalon l'ont été pour les poids et mesures.

En janvier 2021, l'Académie suisse des sciences naturelles a lancé le projet Swisscollnet pour numériser ce patrimoine dispersé dans une trentaine de musées du pays. Le but: permettre aux scientifiques du monde entier d'accéder à un espace où ces collections sont présentées virtuellement. Car si les spécimens types, souvent prélevés entre le XVIIIe et le début du XIXe siècle, évoquent plutôt l'époque de Lamarck, Humboldt ou Darwin, ils continuent aujourd'hui de jouer un rôle important pour les sciences. «Les biologistes ont parfois besoin de comparer des centaines de spécimens types pour découvrir des sous-espèces, voire de nouvelles espèces», explique Christoph Scheidegger, responsable du projet Swisscollnet et professeur à l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL. Ainsi, ils peuvent compléter l'arbre phylogénétique, mais aussi mieux comprendre l'écologie et la distribution géographique des espèces.»

L'enjeu concerne également des domaines plus appliqués comme l'agriculture. En comparant les spécimens types, on peut par exemple retracer l'origine des espèces nuisibles et leurs stratégies d'adaptation aux nouveaux environnements. Seuls 17% des collections sont numérisés actuellement. Swisscollnet veut fournir aux musées suisses les compétences nécessaires pour accélérer le chantier et mettre en place une plateforme centralisée qui facilite les consultations. «La Suisse dispose d'un patrimoine exceptionnel», note Christoph Scheidegger. «C'est notre responsabilité de mettre ce trésor à la disposition de la communauté scientifique du monde entier.»



### Apprivoiser sa peur en trois dimensions

**Application:** traitement des phobies

**Etat:** recherche à l'Université de Bâle et à l'EPFL

Les thérapies d'exposition constituent un traitement de choix contre les phobies et les syndromes post-traumatiques. Sous la direction d'un professionnel, le patient se confronte à l'objet de ses peurs – le vide, les araignées, les espaces clos. A chaque séance, on adapte le niveau de stress au seuil de tolérance individuel. La même expérience, répétée avec un niveau d'intensité croissant, apprend au cerveau l'absence de danger réel.

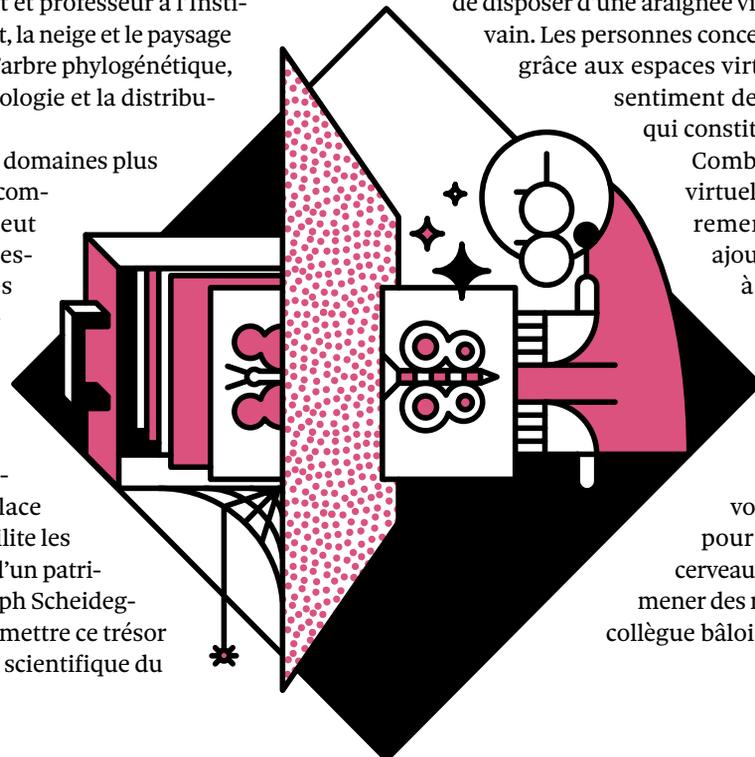
Cette approche thérapeutique peut tirer un énorme profit des technologies de réalité virtuelle. A l'Université de Bâle, Dominique de Quervain a développé une application thérapeutique contre la peur du vide. Coiffé d'un casque de réalité virtuelle, le patient pénètre un monde artificiel. Par exemple, il peut se retrouver dans une cage en grillage métallique qui l'emmène jusqu'à 70 mètres au-dessus du sol.

Avec son équipe, le scientifique a testé le logiciel sur une vingtaine de personnes. Après une initiation et six séances seules à la maison, leur niveau de peur avait diminué de moitié par rapport au groupe contrôle, également en conditions réelles. Des résultats comparables aux thérapies d'exposition conventionnelles. Le chercheur a également mis au point des applications pour surmonter la peur de parler en public (glossophobie) et la peur des araignées (arachnophobie). Avec un casque de réalité virtuelle ou en réalité augmentée sur un téléphone portable, le sujet apprend à faire face à un auditoire de plus en plus bondé ou à une araignée de plus en plus entreprenante.

«L'avantage, c'est que vous n'avez pas besoin de vous rendre physiquement sur une tour ou dans un vrai auditoire avec du public, ni de disposer d'une araignée vivante, explique Dominique de Quervain. Les personnes concernées peuvent faire l'exercice seules grâce aux espaces virtuels et évitent de se confronter au sentiment de honte qu'elles ressentent souvent, qui constitue un frein majeur aux thérapies.»

Combinée à des médicaments, la réalité virtuelle présente un potentiel particulièrement intéressant en psychothérapie, ajoute Carmen Sandi, neuroscientifique à l'EPFL. Certains antidépresseurs permettent d'induire une plus forte plasticité cérébrale – la capacité du cerveau de modifier les connexions.

«En combinant réalité virtuelle et médicaments, nous pouvons ouvrir des fenêtres d'opportunité pour favoriser les changements dans le cerveau», explique la chercheuse, qui compte mener des recherches dans ce domaine avec son collègue bâlois.



## Des enfants manipulent le cycle de l'eau

**Application:** enseignement scolaire  
**Etat:** recherche à l'Institut universitaire UniDistance Suisse

Pour enseigner aux jeunes enfants, on privilégie souvent des histoires et des situations imaginaires. Cette pédagogie est-elle efficace? Si la question est fondamentale en sciences de l'éducation, elle reste encore très peu étudiée, selon Corinna Martarelli, professeure à l'Institut universitaire UniDistance Suisse. Mais la réalité virtuelle ouvre de nouvelles possibilités pour explorer cette problématique négligée.

Ce printemps, la chercheuse a lancé une expérience ambitieuse avec les écoles valaisannes. Deux cents élèves francophones et germanophones, âgés de 5 ou 6 ans, suivent une brève leçon sur la culture chinoise sur un support virtuel. «L'âge des enfants n'est pas fortuit, mais délibérément choisi, car c'est à cette période qu'ils apprennent à distinguer la réalité de la fiction», explique la chercheuse.

Une partie des élèves reçoit le cours d'un personnage humain, et l'autre d'un mouton qui parle et ressemble à un personnage de dessin animé. Les enfants assistent au cours devant un écran ou en immersion avec des casques de réalité virtuelle. Ensuite, ils sont soumis à deux tests de mémorisation – l'un immédiatement après l'expérience, et l'autre à une semaine de distance, pour éprouver la consolidation de la mémoire.

Avec cette expérience, Corinna Martarelli veut répondre à deux questions. «Nous verrons qui de l'humain ou du mouton de dessin animé est le meilleur enseignant, mais aussi si l'immersion avec un casque de réalité augmentée présente des avantages par rapport à l'écran.»

La chercheuse prépare également un second projet de nature plus appliquée. Son équipe développe un programme complet d'enseignement scientifique dans une classe virtuelle accessible grâce à des casques. Au total, douze heures de cours sont consacrées au cycle de l'eau. «Ce thème peut vraiment bénéficier de l'apport de la réalité virtuelle, par exemple pour illustrer des processus qui se déroulent au niveau des particules, difficile à imaginer. En plus, divers paramètres tels que la température peuvent être modifiés.» Le projet est mené avec huit classes en Valais.

Selon Corinna Martarelli, la réalité virtuelle multiplie les possibilités de la recherche en sciences de l'éducation. «Elle permet de standardiser le cadre des expériences, de tester différentes configurations tout en obtenant des données facilement comparables.»



## Réentraîner les mouvements de manière ludique

**Application:** réhabilitation des personnes cérébro-lésées  
**Etat:** spin-off de l'EPFL

Il y a cinq ans, Mindmaze a été acceptée au sein du club très fermé des licornes suisses: les start-up valorisées à plus d'un milliard de dollars. Cette spin-off de l'EPFL développe des jeux vidéo visant à réhabiliter des personnes victimes de lésions cérébrales. Pour progresser dans un univers gamifié en trois dimensions, les patients doivent effectuer des mouvements difficiles pour eux – comme dans une séance de physiothérapie –, mesurés en direct par des caméras.

Approuvé par la Food and Drug Administration (FDA) et au bénéfice d'un marquage européen CE pour l'usage clinique, le dispositif de Mindmaze est intégré à l'arsenal thérapeutique de plusieurs établissements hospitaliers majeurs. Avec le système de l'entreprise suisse – un

écran équipé d'un capteur de mouvements – des milliers de patients et patientes poursuivent leur neuro-réhabilitation à la maison.

L'aspect ludique des activités

permettrait de maintenir la motivation des personnes concernées. De plus, le dispositif étant installé à la maison, il est disponible en tout temps. Au final, les personnes seraient plus assidues à la tâche selon les premiers retours des hôpitaux du Mont Sinai ou Johns-Hopkins, aux Etats-Unis.

Mindmaze développe



également un casque capteurs physiologiques et cerveau-machine – pour contrôler un logiciel par la pensée. Applications envisagées: le jeu vidéo, bien sûr, mais aussi des activités de relaxation ou l'entraînement dans des domaines exigeant des réflexes acérés, comme certains sports ou le pilotage.

de réalité virtuelle qui combine des de mouvements avec une interface

Lionel Pousaz est journaliste scientifique à Boston.

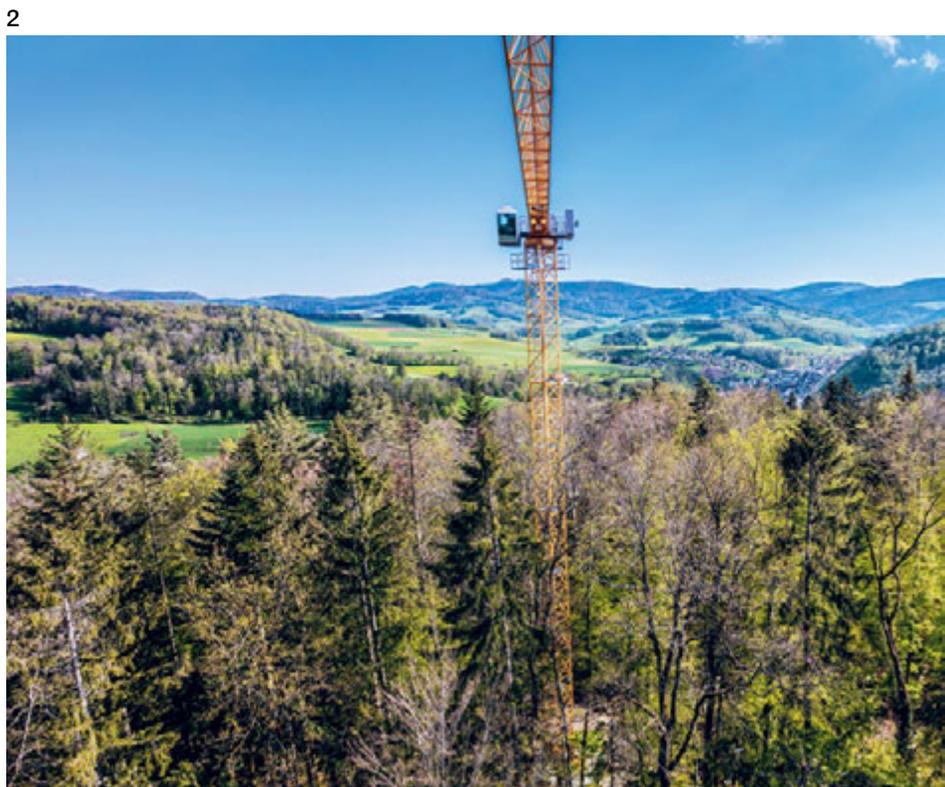


# Dans les cimes d'une forêt affectée par la sécheresse

Près d'Hölstein (BL), dans le laboratoire forestier, les chercheurs prennent de l'altitude pour évaluer comment les arbres affrontent le changement climatique et la sécheresse accrue.

Excursion dans les couronnes des épicéas, des hêtres et des chênes.

Texte Santina Russo Photos Vera Hartmann



Aux commandes de sa grue, André Kühne presse un bouton. La nacelle métallique quitte le sol et s'élève le long des troncs, toujours plus haut, vers la couronne des sapins, des épicéas, des hêtres ou des chênes. Dans ce bout de forêt situé près d'Hölstein, dans le canton de Bâle-Campagne, la grue ne porte pas du matériel de chantier, mais des êtres humains. Ce jour-là, c'est Ansgar Kahmen qui s'élève à 46 mètres au-dessus du sol.

L'installation fait partie d'un projet de recherche étalé sur vingt ans de l'Université de Bâle, où travaille le biologiste et professeur d'écophysiologie végétale. Sur une surface clôturée de 1,6 hectare, soit l'équivalent d'un peu plus de deux terrains de football, son équipe étudie les conséquences du changement climatique sur les arbres. Leur ob-

jectif est de découvrir comment les différentes espèces d'arbres réagissent aux périodes de sécheresse, si elles peuvent s'adapter et comment, et à quoi ressembleront les forêts du futur. Pour tenter de le savoir, les chercheurs et les chercheuses ont installé un arsenal d'appareils de mesure sur le terrain: stations météorologiques, capteurs dans le sol, pas moins de 70 dendromètres qui mesurent au micromètre près la circonférence des troncs et 30 entonnoirs en tissu pour réceptionner les feuilles tombant des arbres et en extrapoler le volume pour l'entier de la zone. Et c'est aussi pourquoi la grue de chantier a été installée ici. Car pour comprendre les arbres et savoir s'ils souffrent de maladies ou de sécheresse, l'équipe de recherche doit pouvoir analyser également les aiguilles et les feuilles prélevées dans leur couronne. La grue leur permet d'atteindre la cime de près de 200 arbres.

La nacelle plane déjà au-dessus des cimes. Ici, les arbres baignent dans la lumière du soleil. Un ruban en plastique rouge et blanc volette sur un épicéa tout proche et un peu plus loin deux autres rubans sont attachés à des arbres. «Cela permet de les retrouver facilement», explique Ansgar Kahmen. Chaque mois, son équipe prélève des échantillons de brindilles et de feuilles depuis la nacelle et prend des mesures dans la couronne d'arbres appartenant à neuf essences différentes. Ils déterminent par exemple la quantité de CO<sub>2</sub> absorbée. Pour mener à bien leur projet à long terme, les scientifiques ont choisi une parcelle de forêt particulièrement riche en essences, qui n'abrite pas seulement les habituels épicéas, sapins et hêtres, mais également des arbres forestiers tels que le frêne, le charme et l'alisier.

De retour au laboratoire, les membres de l'équipe vont analyser les échantillons pour connaître par exemple l'épaisseur et la surface des feuilles ou leur teneur en nutriments. Ils examinent aussi le système vasculaire qui transporte l'eau à l'intérieur des arbres pour déterminer s'il est endommagé par la sécheresse. «Les échantillons nous permettent d'identifier les essences qui souffrent du manque d'eau et celles qui n'en souffrent pas», explique Ansgar Kahmen.

### Des sécheresses aux effets délétères

En effet, les quelque 500 arbres de ce laboratoire forestier à ciel ouvert sont sous pression. Depuis la nacelle, Ansgar Kahmen montre un trou dans la voûte des branches. «La couronne d'un arbre s'est brisée sous l'effet des fortes chutes de neige de janvier», raconte-t-il. Un peu plus loin se dessine une zone plus clairsemée. Pendant la tempête Burglind de janvier 2018, de nombreux arbres y sont tombés. A droite, le tronc et les aiguilles couleur rouille de deux sapins en disent long sur leur état. Ils sont morts, complètement desséchés. Depuis le début du projet en 2013, le laboratoire a perdu près de 10% de ses arbres à cause des bostryches et sous l'effet des intempéries et de la sécheresse. La canicule de l'été 2018 a notamment fait de gros dégâts parmi les épicéas. Cet événement extrême a cependant aussi permis à l'équipe de recherche de faire d'importantes découvertes. Grâce aux appareils de mesure, elle a pu suivre en direct les réactions de ses protégés à la pénurie d'eau et observer quels mécanismes leur faisaient perdre leur combat contre la sécheresse.

Pour rester en bonne santé, les arbres ont besoin de plusieurs centaines de litres d'eau par jour. Durant la journée, leurs feuilles ouvrent leurs stomates, afin de produire des glucides à la faveur de la photosynthèse de la lumière et du dioxyde de carbone. Durant ce processus, une grande quantité d'eau s'évapore par les feuilles: pour chaque molécule de CO<sub>2</sub> fixée, l'arbre peut libérer jusqu'à 1000 molécules d'eau dans l'atmosphère. Il compense ces pertes durant la nuit en aspirant de l'eau fraîche par ses racines et en la faisant passer par le tronc



1 Le biologiste Ansgar Kahmen diagnostique l'état des arbres de la forêt près d'Hölstein (BL).

2 Pour étudier les dégâts dans le toit vert de la forêt, les chercheurs planent au-dessus des cimes jusqu'à 46 mètres de hauteur. Ils y prélèvent des échantillons de feuilles et de branches.

3 Le grutier André Kühne monte dans la nacelle avec les chercheurs. De là, il peut contrôler les mouvements très précisément.

4 Des filets en tissu blanc capturent les feuilles afin que les chercheurs puissent extrapoler leur volume à celui de l'ensemble de la forêt.

5 Dans le Stable Isotope Ecology Lab de l'Université de Bâle, les feuilles collectées aux cimes sont analysées pour savoir d'où les arbres tirent leur eau.



jusqu'aux branches. Sous l'effet de ce cycle de l'eau, le tronc se rétracte au cours de la journée pour se dilater à nouveau pendant la nuit. Un processus que l'on peut observer grâce aux dendromètres. Les données récoltées par ces appareils permettent aussi de constater à quel moment un tronc cesse de se dilater entièrement parce qu'il n'y a pas assez d'eau. «Cela nous permet de quantifier précisément la pénurie d'eau de différents arbres», explique Ansgar Kahmen.

Entre-temps, la nacelle plane de nouveau vers le sol forestier. Arrivé en bas, Ansgar Kahmen se dirige vers une zone marquée par des cordes tendues au ras du sol. Son équipe y a installé des capteurs d'humidité et de température, enfouis jusqu'à 1 mètre de profondeur. Des conduites ont été posées pour prélever des échantillons de l'eau absorbée par les arbres alentour. Ce dispositif permet de suivre le chemin emprunté par les nutriments et de déterminer à quelle profondeur un arbre a trouvé de l'eau. Cette méthode de mesure et les données des dendromètres ont permis de découvrir pourquoi les épicéas étaient particulièrement sensibles à la sécheresse. Avec leurs racines, les conifères ne peuvent absorber que l'eau présente dans les couches supérieures du sol. D'autres essences plus résistantes, tels les frênes et les chênes, sont capables de puiser le liquide dans des couches bien plus profondes. Désormais, les biologistes savent aussi qu'un grand nombre de hêtres souffrent encore de l'été caniculaire d'il y a bientôt trois ans. Depuis, leur système vasculaire est endommagé, limitant toujours leur capacité d'absorption. «Par conséquent, ils produisent moins de feuillage», note Ansgar Kahmen. Dans certains endroits, la sécheresse risque de devenir un problème à l'avenir pour les hêtres et les épicéas, majoritaires dans de nombreuses forêts européennes.

### Un laboratoire forestier pour tout le monde

Un drone bourdonnant s'approche soudain. C'est David Basler, chercheur postdoc dans le groupe d'Ansgar Kahmen, qui le cueille dans l'air et regarde les dernières images sur sa tablette. Il fait régulièrement voler le drone équipé d'une caméra pour enregistrer le feuillage saisonnier des arbres. Un logiciel lui permet de transformer les prises de vues en une image tridimensionnelle. Celle-ci montre quand exactement le feuillage pousse au printemps dans telle ou telle partie de la forêt, et quand il change de couleur et tombe en automne. Les données à long terme permettront aussi de documenter la manière dont ces processus évoluent en raison du réchauffement climatique.

A part le groupe d'Ansgar Kahmen, de nombreux autres scientifiques utilisent le laboratoire forestier pour y étudier notamment la diversité des populations d'insectes et la santé du sol. Bientôt, une équipe de l'ETH de Zurich viendra y tester un nouveau drone censé naviguer de manière autonome autour des branches des arbres.

Ansgar Kahmen entend aller plus loin encore et simuler directement les effets du réchauffement climatique dans le laboratoire forestier. Pour ce projet, son équipe installera cet automne six toits de 20 mètres sur 40 sous les couronnes des arbres. Ils empêcheront la moitié de l'eau de pluie de s'infiltrer dans le sol. En créant cette sécheresse artificielle, les scientifiques veulent percer le mystère «des mécanismes d'adaptation que les différents arbres sont en mesure d'activer», indique le biologiste. On sait déjà que de nombreuses essences atténuent une courte sécheresse en fermant leurs stomates, arrêtant ainsi l'évaporation de l'eau. On peut imaginer qu'ils développent moins de feuillage les années suivantes, afin de diminuer la surface d'évaporation: une stratégie adoptée par de nombreux hêtres depuis la canicule de 2018. Mais en quoi les diverses essences se distinguent-elles à cet égard et que signifient ces changements pour les forêts à l'avenir? En effet,

des arbres moins feuillus peuvent effectuer moins de photosynthèse. Quelles en sont les conséquences pour leur croissance? La sécheresse simulée doit servir à répondre à ces questions. Finalement, sur quelles espèces d'arbres devraient se concentrer les forestiers et forestières plus tard? «Si nous connaissons des mécanismes physiologiques qui rendent les arbres résistants à la sécheresse, nous pourrions commencer à promouvoir les essences capables de faire face aux conditions climatiques futures», espère Ansgar Kahmen. Il jette un dernier coup d'œil à la forêt avant d'en prendre congé pour aujourd'hui. «Quelques étés pluvieux lui feraient du bien.»

Santina Russo est journaliste scientifique indépendante à Zurich.



# «Quelques étés pluvieux feraient du bien à la forêt.»

Ansgar Kahmen



3



- 1 Grâce à la grue, les chercheurs peuvent accéder à une zone circulaire de 100 mètres de diamètre, soit à environ 200 cimes.
- 2 Les dendromètres mesurent la circonférence des troncs. La nuit, ceux-ci se dilatent lorsqu'ils absorbent l'eau du sol. Cela permet de contrôler l'alimentation en eau.
- 3 Feuilles de hêtre de tailles différentes: leur état indique comment l'arbre réagit aux changements de l'environnement.
- 4 En laboratoire, des échantillons sont étudiés pour déterminer à quel point les différents arbres souffrent de la sécheresse. Le responsable du laboratoire, Daniel Nelson, prépare l'extraction de l'eau des feuilles dans ce but.
- 5 Certains dendromètres mesurent électroniquement la circonférence du tronc en temps réel et envoient les données directement au laboratoire.
- 6 Les chercheurs en biologie et en écologie collectent méticuleusement à la main des échantillons dans la zone boisée près d'Hölstein.



5



4



1



2



3

# La critique mutuelle est nécessaire

Au cours des derniers mois, la confiance dans la science s'est d'abord renforcée, puis a diminué. Ce qu'il est nécessaire de faire afin que la population puisse véritablement bénéficier des fruits de la recherche.

Texte Florian Fisch

Dans la pandémie actuelle, la population n'a pas vraiment d'autre choix que de croire ce que disent les spécialistes des différents départements de recherche. Et c'est ce qu'elle a fait au début, montre le baromètre scientifique du printemps 2020, réalisé notamment par des chercheurs et des chercheuses de l'Université de Zurich: pendant la première vague, la confiance dans la science a augmenté de 0,2 point par rapport à 2016 et 2019 pour s'établir à 3,8 sur une échelle de 1 à 5.

Les psychologues et les politologues parlent dans ce genre de cas de «rally-round-the-flag»: en période de crise, de nombreuses personnes se fient aux autorités qu'elles considèrent comme crédibles et établies. Pour qu'elles reconnaissent leur expertise factuelle, il est décisif que la communication soit ressentie comme authentique et sincère et qu'elles soient convaincues de l'engagement des responsables en faveur du bien commun. Au début, donc, tout allait bien pour la science.

Mais avec la montée de la deuxième vague, les critiques se sont intensifiées, que ce soit lors de manifestations de rue, dans les médias ou dans le monde politique. En février 2021,

une majorité de la Commission de l'économie du Conseil national a voulu interdire aux membres de la task force scientifique Covid-19 de s'exprimer en public. La lune de miel est bel et bien terminée.

L'affaiblissement de l'effet «rally-round-the-flag» peut maintenant être observé dans de nombreux pays, remarque Mike Schäfer, professeur de communication scientifique et coresponsable du projet de baromètre scientifique. En Allemagne, par exemple, la proportion de ceux qui font confiance à la science a fortement augmenté lorsque la pandémie a éclaté, passant d'une moyenne de 50% sur le long terme à 81% en avril 2020. Un mois plus tard, elle était déjà retombée à 73%. «Toutefois, cet effet se relativise bien plus fortement pour la confiance dans les médias et les acteurs politiques, par exemple les agences fédérales – ici, la chute est déjà claire», relève le professeur.

## La critique est un critère de qualité

Ce recul est aussi attribué aux critiques déordonnées des scientifiques contre la voie suivie par les politiques et les autorités. Elles ont pour résultat que «maintenant de nombreuses per-

sonnes sont si désorientées qu'elles se disent: je fais ce que je veux», a déclaré dans l'Aargauer Zeitung le professeur de droit de la santé Christoph Zenger, qui en 2018 avait analysé la nouvelle loi sur les épidémies. Les critiques contre la task force se sont aussi intensifiées dans divers médias en ligne. Et certaines divergences entre les membres de la task force ont été exprimées publiquement.

L'ennui vient ici du fait que le commentaire critique constitue précisément une des tâches centrales de la science. La critique mutuelle est même considérée comme le critère de qualité par excellence. «Il n'y a pas une seule, mais de nombreuses méthodes scientifiques. Ce qui assure la fiabilité des énoncés scientifiques est leur processus de validation», a résumé l'historienne des sciences Naomi Oreskes dans une interview. «Toutes les affirmations scientifiques sont sévèrement examinées et seules celles qui passent cet examen peuvent être considérées comme des connaissances.» Cette manière de procéder est connue sous le nom de scepticisme organisé. Puisque de telles discussions sont subitement menées sur la place publique, tout le monde peut désormais



4



5

## Peut-on leur faire confiance?

Étaient-ils sur la trace de quelque chose de nouveau ou simplement en train de berner tout le monde? Démêler le vrai du faux n'est pas toujours simple. **Amy Cuddy** (1) a montré que la posture de pouvoir rendait plus confiant. Cet effet a depuis été largement relativisé. **Dan Shechtman** (2) a découvert le quasi-cristal et **Barbara McClintock** (3) les gènes sauteurs. Tous deux n'ont pas été crus au début, mais ont par la suite reçu le prix Nobel pour leurs découvertes. **John Ioannidis** (4), un méthodologiste renommé, a été critiqué pour son calcul de la mortalité par le Covid-19. **Didier Raoult** (5) a fait la promotion de l'hydroxychloroquine comme traitement du Covid-19 alors que des preuves solides de son inefficacité existaient déjà, et se voit confronté à d'autres reproches aujourd'hui.

constater que le scepticisme n'est pas une affirmation protectrice utilisée par les scientifiques. Caspar Hirschi se réjouit en tout cas que les controverses au sujet de nouvelles études ne se limitent plus aux expertises anonymisées pour les revues spécialisées mais se déroulent en public. Historien de l'Université de Saint-Gall, il est l'auteur d'un ouvrage sur les scandales liés aux experts. Il voit toutefois actuellement un problème dans le fait que les controverses portent moins sur les résultats scientifiques que sur les conclusions à en tirer pour les mesures à prendre. «En brouillant la frontière entre la science et la politique, les médias et les scientifiques alimentent la défiance envers une recherche qui prend des allures d'expertocratie.»

### Pas de confiance aveugle par respect

Naomi Oreskes et Caspar Hirschi partent tous deux de l'idée que, tant que le débat entre les scientifiques fonctionne, la population peut et doit se fier à la science. Selon Emanuela Ceva, philosophe à l'Université de Genève, la confiance s'établit dans une relation quand une personne réagit à l'autre et vice versa. Elle naît du respect que ces personnes ont l'une pour l'autre.

La philosophe étudie pourquoi les membres d'institutions se font confiance ou non – par exemple, la relation entre ceux de la task force et les collaborateurs et collaboratrices de l'Office fédéral de la santé publique. «Les deux parties doivent se traiter mutuellement comme des personnes responsables.» Mais ce

n'est pas une question d'amabilité ou de politesse: «Le respect exige une approche critique du contenu des informations reçues et non pas une confiance aveugle.» Ce qui signifierait que les autorités ne devraient pas simplement chercher dans les résultats scientifiques des arguments pour justifier les décisions qu'elles ont déjà prises et que, de leur côté, les chercheurs et les chercheuses ne devraient pas s'attendre à ce que les autorités se conforment exactement à leurs idées dans la mise en œuvre de leurs conclusions.

La même chose serait valable pour les rapports avec la population. L'éthique publique exige de traiter les personnes comme des citoyennes et citoyens matures et capables de prendre des décisions responsables. «Les gens souhaitent s'impliquer de manière critique. Si des décisions sont simplement imposées, ils se sentent traités comme des enfants.»

Cependant, la pandémie évolue de manière très dynamique et représente un défi sans précédent. C'est particulièrement vrai pour les démocraties libérales d'Europe, qui accordent une grande importance aux libertés fondamentales, comme l'a montré une étude publiée en avril 2021 par le Centre pour la recherche sur la démocratie directe d'Aarau: plus une démocratie est de qualité, moins sévères sont les restrictions imposées par les autorités – indépendamment de la situation épidémiologique.

C'est ce qui rend la tâche des médiateurs entre le monde de la recherche et le reste de la société d'autant plus difficile. «La communication scientifique et la politique doivent s'ap-

puyer mutuellement. Twitter est simplement trop superficiel pour cela», estime ainsi la philosophe Emanuela Ceva. L'historien Caspar Hirschi considère que les journalistes scientifiques occupent une position de responsabilité: «C'est eux, en fait, qui ont le rôle de critique face aux scientifiques de renom, mais ils se sont malheureusement plutôt retenus durant la pandémie.» Il leur appartiendrait de définir le territoire contesté et d'indiquer les implications des différents faits. «Malheureusement, les médias étaient souvent plus préoccupés par la question de savoir qui avait raison que par le véritable objet de la controverse.»

La philosophe Sara Rubinelli abonde dans ce sens. Professeure de communication dans le domaine de la santé à l'Université de Lucerne, elle estime que le processus doit figurer au premier plan. Cela pour mettre en évidence ce qui relève de l'argumentation scientifique de qualité et ce qui n'est qu'opinion. La façon dont la recherche aborde les nouveaux sujets doit être claire et il faut toujours préciser ce qui est connu et ce qui ne l'est pas. A cette fin, les scientifiques doivent entrer dans l'arène publique: «J'ai commencé l'an dernier à faire de la transmission de connaissances et je dois dire que cela m'a aidée à mieux comprendre la science moi-même», note-t-elle. Cette confrontation critique avec ses propres recherches aiderait ensuite également la population lorsqu'elle souhaite prendre des décisions basées sur une bonne information.

Florian Fisch est codirecteur de la rédaction d'Horizons.



La maîtresse d'apprentissage forme l'apprenant: dans le cadre du concept Covid-19 de l'association GastroAargau, les diplômés professionnels sont assurés. Photo: Ennio Leanza/Keystone

## Relève au pays des hautes écoles

L'Institut fédéral des hautes études en formation professionnelle devient haute école fédérale selon la loi sur la HEFP. Cela ne fait pas l'unanimité.

Par Astrid Tomczak-Plewka

Lorsque les enseignants et enseignantes d'écoles professionnelles et les experts et expertes aux examens doivent se former, c'est à l'Institut fédéral des hautes études en formation professionnelle (IFFP) – à Zollikofen près de Berne, à Lausanne ou à Lugano. Ce sera toujours le cas, à une différence près: l'institut devrait devenir la 37<sup>e</sup> haute école de Suisse en août 2021.

Ce qui ressemble à un simple acte bureaucratique est pour l'heure la dernière étape d'un long voyage débuté il y a des années. Bien que l'IFFP existe depuis un demi-siècle (lire encadré ci-contre), son mandat n'a pratiquement jamais été régleménté à ce jour. Le Parlement a désormais adopté la loi sur la HEFP, qui doit entrer en vigueur le 1<sup>er</sup> août 2021.

L'unanimité de tous les partis pour la deuxième mouture du projet n'allait pas de soi. Lors de la consultation, l'Union patronale suisse critiquait l'orientation «trou acadé-

mique» de la loi. «La proximité avec l'économie et le monde du travail a une longue tradition à l'IFFP. Elle est quasi inscrite dans notre ADN», rétorque Barbara Fontanellaz, directrice de l'institut. «Cela ne va pas changer.»

### Concurrence et coopération

Cependant, swissuniversities n'a pas non plus sauté de joie à l'annonce de ce changement: l'IFFP ne propose que deux filières conformes au régime de Bologne (bachelor et master en formation professionnelle) avec peu de diplômés. Une maturité professionnelle suffit en outre pour s'inscrire, alors que les hautes écoles pédagogiques exigent une maturité gymnasiale. L'organisation reproche aussi à l'IFFP de «nuire au principe de subsidiarité en proposant des offres concurrentes», comme le déplore Heinz Rhy, recteur de la HEP de Zurich. La concurrence existe en effet déjà. «Je comprends la critique, souligne Barbara Fon-

tanellaz. Mais nous avons un mandat national et le réalisons pour toute la Suisse.» Selon elle, le chevauchement avec les HEP est limité, puisque celles-ci s'adressent avant tout aux futures enseignantes de l'école primaire. «Nous ne les formons pas du tout. Nous qualifions des professionnels pour leur travail dans leur champ d'activité et cela justifie l'admission avec une maturité professionnelle», note la directrice. En effet, à l'issue de leur formation, les titulaires d'un bachelor et d'un master sont proches de la formation professionnelle, travaillant souvent dans l'administration publique, les organisations faitières, les écoles professionnelles et la recherche. Cette dernière est un pan d'activité important de l'IFFP. «La pandémie a montré que l'institut peut proposer un savoir pertinent, par exemple pour l'entrée des jeunes dans la vie professionnelle», note Barbara Fontanellaz. Dans ce cadre, l'accent est mis sur la coopération avec des universités et des hautes écoles. Personne ne parle d'une situation de concurrence à ce sujet. Même Heinz Rhy reconnaît que «pour la Haute Ecole pédagogique de Zurich, l'IFFP est un partenaire important dans la recherche et le développement de thèmes liés à la formation. Il existe aussi des coopérations en matière de formation continue.»

La nouvelle haute école entend être accréditée à la fin 2022. «Comme le processus législatif a pris du retard, le temps presse, constate Barbara Fontanellaz. Mais c'est un élan positif pour notre développement.»

Astrid Tomczak-Plewka est rédactrice d'Horizons.

### 50 ans pour le monde professionnel

La mission de l'Institut suisse de pédagogie pour la formation professionnelle (ISPFP), fondé en 1972 à Zollikofen, était de s'imposer comme un centre de formation pour les enseignants et enseignantes des écoles professionnelles. Une antenne fut ouverte à Lausanne en 1975, une autre à Lugano en 1991. Après avoir été longtemps dominant, le **secteur industriel et artisanal** fut progressivement complété par les professions commerciales. Le 1<sup>er</sup> janvier 2007, l'ISPFP s'est mué en **Institut fédéral des hautes études en formation professionnelle (IFFP)**. L'institut, qui sera à l'avenir une haute école, est financé en grande partie par des contributions fédérales provenant du pot de la formation professionnelle ainsi que par des fonds de tiers tels que des **services, des recherches sous contrat et des émoluments**.

# Pronostic d'éboulements

Depuis 70 ans, des chutes de pierres ne cessent de se produire au Petit Dru, dans le massif français du Mont-Blanc. Des spécialistes en recherchent les causes possibles sur la montagne.

Texte Elise Frioud

Chamonix, France, fin juin 2005. Soudain, la vue sur le massif du Mont-Blanc n'est plus la même. En cause: l'effondrement d'une partie du Petit Dru et la disparition du pilier Bonatti sur sa face ouest. Une paroi des Alpes bien connue des alpinistes.

Le Petit Dru est en fait le théâtre d'éboulements réguliers depuis les années 1950 déjà. Mais par son ampleur – 300 000 mètres cubes de roches se sont effondrés –, l'événement de 2005 a marqué le coup d'envoi d'un suivi scientifique détaillé. Tous les automnes, d'octobre 2005 à septembre 2016, l'Université de Lausanne a scanné la paroi rocheuse avec un laser. Objectif: caractériser la structure du massif, ses fractures et ainsi localiser les masses rocheuses instables. Parallèlement, tous les éboulements survenus durant cette période – soit plus de 300 – ont été répertoriés. «Un travail de bénédictin», résume Michel Jaboyedoff, responsable du projet et spécialiste des risques environnementaux à l'Université de Lausanne.

«Ce suivi détaillé nous a permis de mettre en évidence une cyclicité des éboulements», détaille Antoine Guérin, responsable des relevés. Après le gros événement de 2005, les éboulements se sont progressivement espacés et ont diminué en volume avant de redevenir plus fréquents et plus importants, précédant un gros éboulement en 2011. Puis, à nouveau, la fréquence et le volume ont diminué. «Une découverte importante: si elle se vérifie ailleurs, cette cyclicité permettra de prévoir les effondrements de grande ampleur», précise le scientifique.

## Quand la «colle» des Alpes fond

Pour Christian Huggel, géographe à l'Université de Zurich et spécialiste des risques climatiques en montagne, cette étude est riche d'enseignements. «Elle montre que l'érosion s'est accélérée ces dernières décennies, probablement en lien avec le réchauffement climatique, le recul des glaciers et la fonte du permafrost. Nous l'avons constaté sur d'autres

## Des lasers et des drones pour plus de précision

Prévenir les risques... oui, mais il n'est pas envisageable de scanner en permanence tous les sommets des Alpes. Actuellement, les scientifiques se concentrent sur les zones instables. «**La télédétection par laser est intéressante pour les sites difficiles d'accès** et sa précision très bonne. La possibilité d'embarquer des lasers dans des drones offrira à l'avenir de nouvelles perspectives», explique Michel Jaboyedoff. D'autres **solutions moins coûteuses** existent. La photogrammétrie, c'est-à-dire la construction de modèles en 3D à partir de photographies, devrait être amenée à se développer selon le spécialiste.



Escalade déconseillée: le flanc ouest du Petit Dru à Chamonix présente les cicatrices gris clair de plusieurs chutes de pierres. Photo: Guillaume Bavier

sites dans les Alpes, par exemple sur la partie italienne du mont Rose. Il est possible qu'à l'avenir d'autres zones abruptes soient soumises à des instabilités accrues.»

L'état de santé du permafrost est en effet un sujet d'inquiétude. Cette glace qui se trouve dans les discontinuités rocheuses commence à fondre à des altitudes de plus en plus élevées et permet des infiltrations d'eau en grande profondeur.

Géographe et cheffe du groupe de recherche «permafrost» à l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF), Marcia Phillips explique: «Nous essayons d'enregistrer tous les éboulements qui surviennent dans les Alpes suisses. Les gros événements – plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes – sont répertoriés précisément par le service sismologique suisse. Les plus petits nous sont signalés par des randonneurs ou des pilotes d'hélicoptère.»

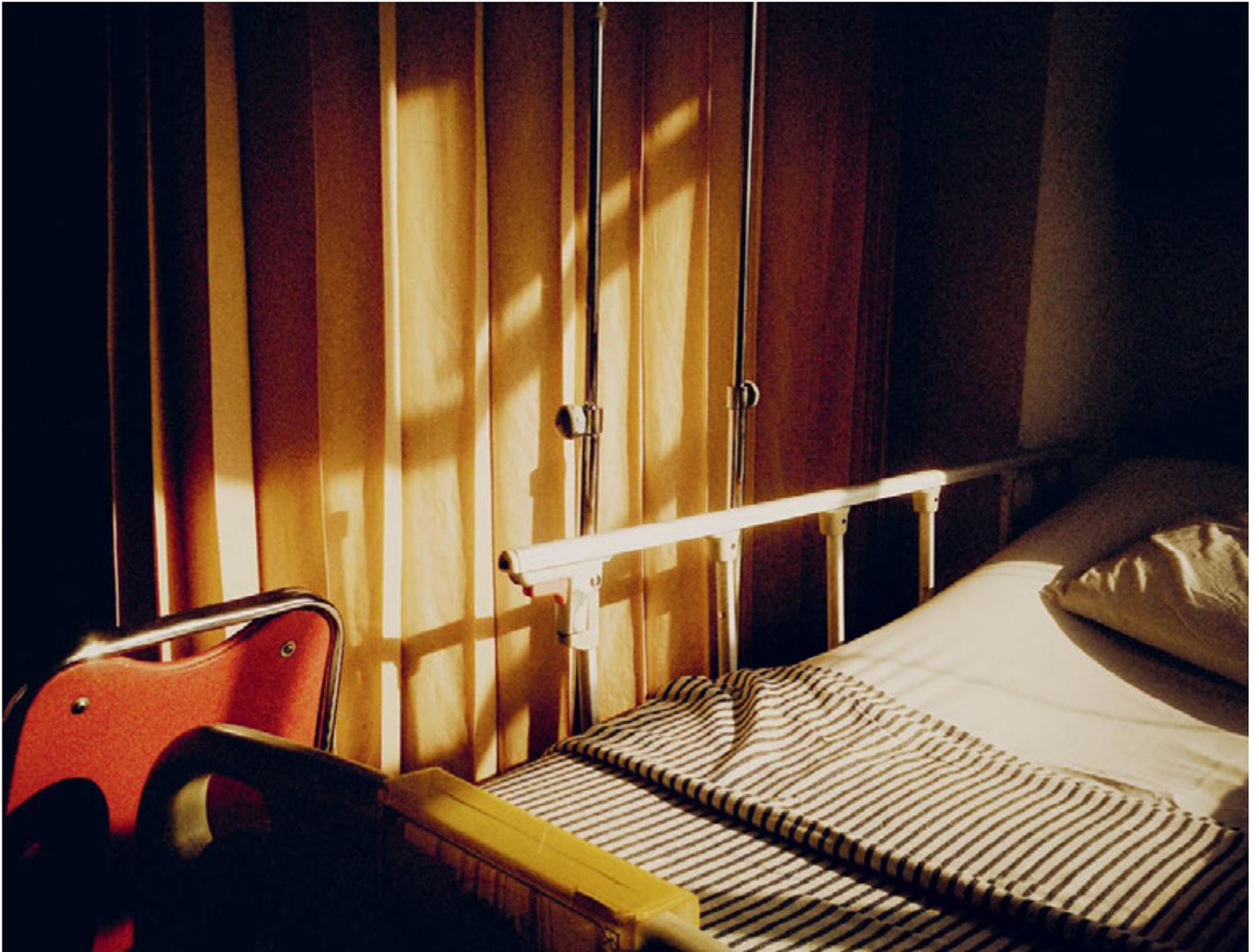
La scientifique précise: «Les petits et moyens événements semblent souvent être liés au dégel du permafrost en été. Par contre, les causes des plus gros événements ne sont pas encore bien connues. Il est possible que l'eau, en s'infiltrant dans les failles de la montagne, fasse pression et provoque des fractures. D'où l'importance, pour prévenir les risques, de mieux connaître la structure interne de la montagne, comme cela a été fait dans le massif du Petit Dru.

Elise Frioud est rédactrice d'Horizons.

# Ce que vit l'entourage lorsque quelqu'un souhaite s'en aller

En Suisse, la mort assistée est un processus bien organisé, avec l'intervention de nombreuses personnes. Proches, médecins et la police ont des rôles clairement définis. Ce qui est compliqué pour les gens concernés. Et ce qu'ils apprécient.

Texte Benjamin Keller



Que se passe-t-il après une mort volontaire? Et comment l'entourage vit-il en vue d'un suicide assisté? Lorsqu'une personne quitte le monde avec une organisation d'aide au suicide, cela touche également les proches, la police et les hôpitaux. Photo: EyeEm/Getty Images

Le nombre de suicides assistés est en hausse en Suisse. En 2018, ils représentaient 1,8% des décès (1176 cas) parmi la population résidente, selon les derniers chiffres de l'Office fédéral de la statistique (OFS). Le débat se concentre surtout sur les aspects éthiques liés à cette pratique. On parle par contre moins de toutes les personnes impliquées dans chacun de ces décès préparés: proches, personnel soignant, travailleuses sociales, pharmaciens, accompagnatrices des associations d'aide à mourir, policiers, médecins légistes, procureurs, employées des pompes funèbres, etc. Des recherches récentes mettent en lumière le rôle de l'ensemble de ces acteurs et actrices de l'ombre et montrent ce que signifie, à leurs yeux, le suicide assisté.

En première ligne, la famille fait l'objet d'attentes élevées. «Tout suicide assisté nécessite d'être légitimé et légalisé. La légitimation passe par le soutien de l'entourage», explique Murielle Pott, professeure à la Haute école de santé Vaud (Hesav). «Son rôle est très particulier, fait remarquer cette spécialiste en thanatologie et soins palliatifs. Il doit entre autres aider la personne à vivre pour qu'elle puisse mourir.» En Suisse, l'euthanasie active directe est illégale et pour avoir recours au suicide assisté, il faut en effet être en mesure d'absorber soi-même la substance létale et disposer de son discernement.

Pour l'une de ses recherches, Murielle Pott a mené des entretiens avec 29 proches de personnes ayant eu recours au suicide assisté. Selon ses résultats, le processus est «toujours très douloureux», mais tout est fait pour pacifier cette dernière phase de vie. Les proches opposés à l'idée d'un suicide assisté sont mis à l'écart. «Une épouse relate les propos de son mari qui choisit les personnes avec qui il souhaite avoir des contacts dans les derniers jours de sa vie. Les 'casse-pieds' sont tenus à distance.» Seul point de négociation possible: celui des délais. On tente de grappiller quelques jours, quelques semaines avant la disparition de l'être aimé. En cas de désaccord, il peut y avoir des menaces. Une femme a rapporté que son mari lui avait dit: «Le fusil d'assaut est là. Soit tu m'aides, soit je me débrouille seul.»

Il n'y a pas que les proches qui peuvent être bousculés par l'horloge. Dans la grande majorité des cas, les suicides assistés ont lieu au domicile. Mais il arrive qu'ils soient organisés en EMS, en foyer ou à l'hôpital (lire encadré). Dans ce cas, une personne accompagnatrice d'Exit ou d'une autre association intervient sur place. Il faut alors que tout le monde s'accorde. Et ce n'est pas simple. «A l'hôpital, les personnes souhaitant recourir au suicide assisté expriment parfois une certaine urgence que le personnel médical ne comprend pas», observe Ralf Jox, cotitulaire de la chaire des soins palliatifs gériatriques du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) et professeur d'éthique médicale à l'Université de Lausanne (UNIL). Le scientifique a participé à une étude récente sur l'attitude des cliniciens et cliniciennes vis-à-vis du suicide assisté.

### Les craintes du personnel soignant

«On est pris en otage en termes de temporalité parce que le rythme de l'hôpital et le rythme de l'urgence d'une demande de suicide assisté ne sont pas compatibles», témoigne une médecin-chef d'une unité de soins palliatifs d'un hôpital régional dans une vaste étude sur le suicide assisté en Suisse. Réalisée entre septembre 2017 et novembre 2020 entre la Suisse romande et la région bâloise, elle décrit pour la première fois l'entier du dispositif, en incluant toutes les personnes impliquées ante et post mortem, à l'aide d'immersions sur le terrain et d'entretiens. «L'une des craintes du personnel soignant est que la prise en charge de ce genre de cas, qui demande beaucoup d'énergie, se fasse au détriment des autres personnes hospitalisées», souligne

### Statistiques: la majorité décède à la maison

Il n'existe pas de chiffres nationaux concernant les lieux où se déroulent les suicides assistés. Dans son rapport 2018, Exit Suisse romande indique que 259 décès ont été organisés à domicile, 33 en EMS, 3 en foyer et 4 à l'hôpital (tous dans le canton de Vaud). Exit Suisse alémanique liste 731 cas à domicile, 20 dans des chambres louées par l'association et 111 en EMS pour 2019. Certains cantons comme **Vaud, Genève et Neuchâtel** garantissent la possibilité aux résidentes et résidents d'**EMS** ainsi qu'aux patientes et patients des **établissements médicaux de bénéficiaire de l'assistance au suicide sous de strictes conditions**. Ils font encore figure d'exception. Dans la majorité des cantons, les institutions sont libres d'accepter ou non le suicide assisté dans leurs murs.

Marc-Antoine Berthod, anthropologue et professeur à la Haute école de travail social et de la santé Lausanne (HETSL) et l'un des responsables de l'étude.

### Modèle suisse largement accepté malgré des réserves

Un sondage en cours de publication auprès de milliers de collaboratrices et collaborateurs du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) et des Hôpitaux universitaires de Genève (HUG), auquel a contribué Ralf Jox, montre que, de manière générale, les médecins sont «un peu plus réticents» que les autres professionnels de la santé à participer à un suicide assisté. «Beaucoup de médecins reçoivent le fait qu'une personne veuille mourir ou ne plus lutter contre la maladie comme un échec. De plus, ils endossent la responsabilité du processus (ndlr: établissement d'un certificat médical, de la capacité de discernement, prescription de la solution létale) et doivent veiller à ce qu'il n'y ait pas de pressions externes, de la part de la famille notamment.»

En dépit des réserves qui peuvent être exprimées, le modèle helvétique du suicide assisté est globalement accepté par l'ensemble des acteurs, conclut l'étude initiée par Marc-Antoine Berthod et ses collègues. C'est peut-être un des résultats les plus significatifs de cette recherche inédite, qui a d'ailleurs fait l'objet d'un livre publié ce printemps («La mort appréciée. L'assistance au suicide en Suisse», Ed. Antipodes).

«Les personnes intégrées dans le processus essaient de mettre le plus possible de côté leur opinion personnelle car elles font partie d'une chaîne et ont globalement confiance dans l'ensemble du dispositif, même si elles n'en connaissent pas toutes les étapes, constate Marc-Antoine Berthod. A chaque échelon, on s'assure que les choses sont faites comme il faut.» Comme ce policier cité dans l'étude qui voit toutes les procédures à accomplir après un suicide assisté comme une manière de «s'assurer qu'on reste dans le cadre». Pour lui, les suicides assistés sont plus détendus car on est prêts: les personnes qui meurent souffraient.

Benjamin Keller est journaliste et vit à Lausanne.

# Sans eux, la recherche n'existe pas

Ils ne figurent pas sur les listes d'auteurs de publications. Et aucun prix Nobel ne leur est décerné. Mais ni l'un ni l'autre ne seraient possibles sans leur savoir-faire. Cinq professionnels sans formation académique racontent leur contribution au progrès scientifique.

Le technicien de fouilles et dessinateur Raphael Annaheim

«**Désormais, le contexte historique me fascine bien davantage.**»



**Raphael Annaheim** (38), dessine lors des fouilles du service d'archéologie du canton de Zurich.

«J'ai certainement dessiné 14 fois le four du couvent, encore et encore, à chaque fois que quelques centimètres supplémentaires de terre étaient retirés. Installé sur le bord des fouilles avec ma planche à dessin, mon crayon et du papier-calque quadrillé, je reporte ce que je vois, couche après couche, sur un plan standardisé. Je marque les différents matériaux comme le charbon de bois, le grès, l'argile ou la chaux, chacun avec une couleur. Au préalable, nous photographions tout. Cette documentation sert ensuite de base aux archéologues pour leur analyse scientifique.

Sur le site des fouilles, nous sommes une équipe. Si je découvre quelque chose de particulier, j'appelle l'archéologue et nous discutons ensemble pour comprendre ce dont il pourrait bien s'agir. Le four en question faisait partie d'un couvent de nonnes à Winterthur-Töss, que nous avons découvert l'été dernier. L'entreprise Rieter avait détruit sa halle de production à cet endroit, c'est ainsi que ces ruines ont été mises au jour. Le couvent a existé pendant près de 300 ans, de 1233 à 1524, et a connu son apogée au XIVe siècle en tant que centre important du mysticisme.

Avant de travailler comme technicien de fouilles archéologiques, je ne m'intéressais pas particulièrement à l'histoire. J'ai étudié le graphisme, puis j'ai rejoint le service d'archéologie cantonal dans le cadre de mon service civil. L'activité en plein air, creuser par tous les temps, cela m'a tellement plu que j'y suis resté. Désormais, le contexte historique me fascine bien davantage. Par contre, il est rare que je lise les études une fois qu'elles sont terminées.

C'est la curiosité qui nous pousse à creuser toujours plus profondément. Mais, même si nous procédons très lentement et répétons plusieurs fois chaque étape de travail – comme le dessin du four –, il subsiste toujours ce frisson à l'idée de tomber sur quelque chose d'exceptionnel à un moment donné. Lorsque je creuse et que je documente les découvertes, je suis concentré sur ce que je fais, sans trop réfléchir à l'aspect qu'avaient les choses à l'époque. Certains collègues imaginent la vie d'alors. Ce que je préfère, c'est tomber sur des outils anciens. Souvent, je suis émerveillé par l'habileté des artisans à fabriquer des objets d'une grande finesse.» *Propos recueillis par Alexandra Bröhm*



La nettoyeuse Akua Ducraux

**«Je fais très attention à ne pas provoquer de vibrations et à ne pas faire de bruit.»**

**Akua Ducraux** (23) nettoie les salles blanches pour les nanotechnologies à l'EPFL.

«Nous portons des combinaisons intégrales, avec chaussons, bottes, gants, lunettes de protection, charlotte et capuchon sur la tête. On voit juste nos yeux! Le concierge m'a formée sur la prévention et la sécurité. Nous avons un badge personnel pour accéder aux salles – en cas d'incendie, ça nous permettrait aussi d'être localisés. Tous les soirs, je vide les poubelles, désinfecte les tables, chaises et plans de travail, nettoie le sol à la serpillière avec des produits désinfectants. Pour les vitres, on utilise de l'eau, mais pas de produit afin de ne pas faire de traces; elles doivent être très propres. Dès qu'on voit une empreinte de gant, on la nettoie. Quand les gens renversent des produits – ça peut être de l'acide – ou cassent du verre, nous informons le concierge, qui connaît les produits compatibles pour les enlever. La manipulation peut être dangereuse si on ne sait pas comment gérer ce qu'on a entre les mains.

Dès le premier jour, j'ai trouvé intéressant de voir des gens faire des expériences. Je ne connais pas assez le vocabulaire scientifique en anglais pour discuter avec eux de leurs recherches. Je sais juste que les manipulations peuvent être dangereuses. Ils sont très concentrés, sur leur microscope – certaines personnes écoutent même de la musique de concentration. J'essaie d'être très discrète, d'autant plus qu'ils ont pris du retard à cause du Covid-19, car ils n'ont pas eu accès aux salles pendant trois mois. Je fais très attention à ne pas provoquer de vibrations et à ne pas faire de bruit, j'apporte toujours ce que je trouve aux objets trouvés pour qu'ils ne perdent pas leurs données. Nous avons des contacts amicaux et respectueux avec les habitués.» *Propos recueillis par Anick Goumaz*

**Renata Bünter** (58) soutient les recherches cliniques en tant que study nurse au Sitem de l'Hôpital de l'Île à Berne.

«Je travaille depuis dix ans comme coordinatrice d'études au sein d'une petite équipe. Nous sommes responsables de l'organisation des études scientifiques, dont nous coordonnons le développement avec les médecins et les entreprises qui les sponsorisent. J'apprécie de pouvoir travailler de manière très autonome et variée, et d'avoir la possibilité de soumettre mes propres idées. Je suis infirmière de formation mais mon activité actuelle est clairement différente de mon quotidien professionnel d'avant, à l'hôpital. Au lieu des soins infirmiers classiques, je fais maintenant des prises de sang, j'enregistre des ECG et j'envoie des échantillons au laboratoire.

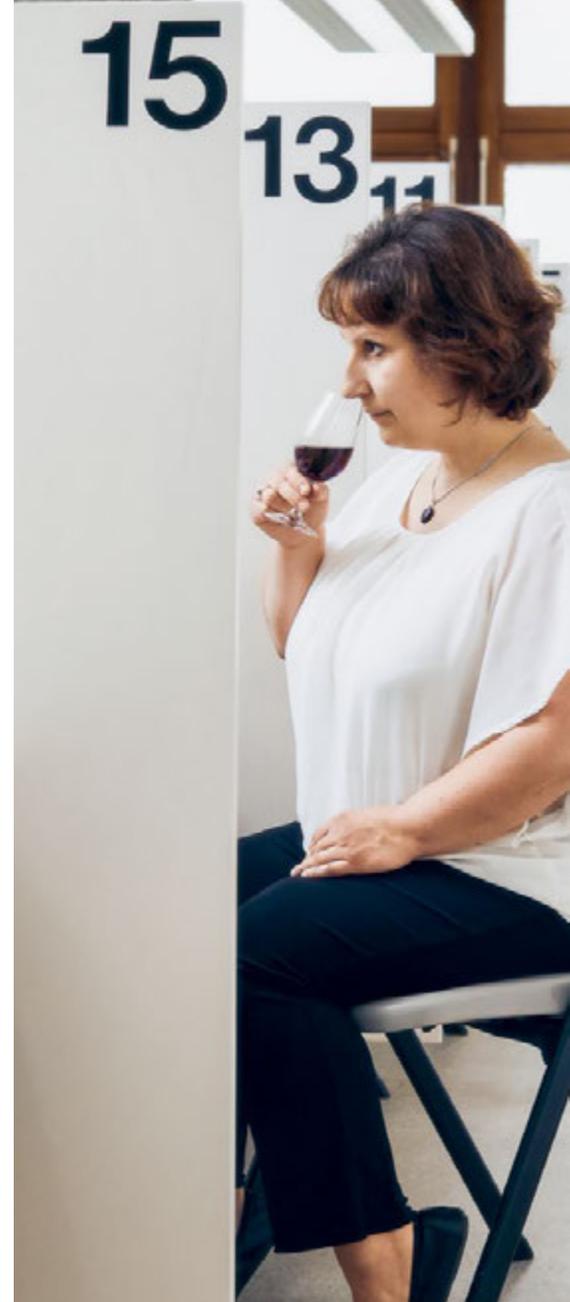
Dans l'ensemble, j'ai moins de contacts avec les patientes et patients, mais les rencontres avec les participants se déroulent souvent sur de longues périodes. On développe un lien personnel avec eux et ils se mettent à nous parler de choses sans lien direct avec l'étude. Les personnes testées viennent chez nous ou je vais leur rendre visite dans le service. La collaboration avec les médecins est ouverte et transparente. Plus d'un apprécie que nous soyons à l'aise avec la paperasse.

Je m'intéresse beaucoup à la portée globale des études, et surtout au fait qu'elles aident les patientes et patients. Je me considère aussi un peu comme l'avocate des sujets des tests, car leur bien-être me tient à cœur. Nous menons principalement des études d'efficacité (phases 2 et 3) mais pas d'études dans lesquelles un médicament est testé pour la première fois sur l'être humain (phase 1). Le risque est donc plus faible chez nous, heureusement.» *Propos recueillis par Alexandra Bröhm*



La study nurse Renata Bünter

**«Je me considère aussi comme l'avocate des sujets d'étude.»**



**Sylvie Moret** (38) déguste des vins à la station de recherche Agroscope Changins à Nyon (VD).

«Notre groupe d'une quarantaine de panélistes est très important pour Changins, parce que la perception humaine reste plus précise que celle des machines. Nous nous réunissons à la Haute école une fois par semaine. En une session de deux heures, nous dégustons jusqu'à 15 vins différents ou d'autres produits, tels que des salades ou des carottes. Nous ne savons jamais sur quoi nous allons travailler. Les sujets d'étude varient, mais ils touchent principalement les branches agricole et œnologique. Chaque session est différente, nous sommes parfois isolés dans des cabines, ou nous nous retrouvons dans une grande salle. Cela nous permet de débattre sur nos perceptions ou de suivre les formations qui nous sont régulièrement dispensées. C'est incroyable comme les responsables nous amènent à effectuer cer-



La dégustatrice Sylvie Moret

**«La perception humaine reste plus précise que celle des machines.»**

tains exercices et à progresser. Je fais partie du groupe de panélistes depuis dix ans et quand je refais les exercices du début, je les trouve tellement faciles! Ma plus grande difficulté, c'est de discerner le parfum de la pivoine et celui de la rose. En vacances, je m'entraîne avec mes épices en pots.

Nous sommes toutes et tous bénévoles. Nous nous investissons, car c'est un plaisir de se sentir utile, de participer à la recherche. Je me dis que là, derrière, il y a des hommes et des femmes qu'on peut aider. Les étudiantes et étudiants qui ont fait appel au panel reviennent pour nous expliquer sur quoi ils travaillaient. Dans le cas des scientifiques, c'est différent: les études auxquelles nous avons participé paraissent dans des revues scientifiques, mais en anglais la plupart du temps. Alors je ne peux hélas pas les lire.» *Propos recueillis par Réane Ahmad*

**Jürgen Quack** (66) construit des appareils en verre à Urdorf (ZH).

«Je devrais déjà être à la retraite. J'ai essayé trois mois, mais je me suis vite rendu compte que ce n'était pas pour moi, du moins pas encore. J'ai travaillé comme constructeur d'appareils en verre pour le domaine scientifique pendant plus de cinquante ans. Dans ce métier, l'expérience est très précieuse. Nous travaillons avec les matériaux les plus variés, depuis le verre à bas point de fusion jusqu'au verre de quartz, et réalisons souvent des pièces uniques compliquées. Nos services sont nécessaires pour les scientifiques d'une large variété de domaines: l'électrotechnique, la chimie, la biologie, la physique ou la médecine.

La plupart du temps, les chercheurs qui me rendaient visite à l'atelier posaient un dessin sur la table et me demandaient dans quel délai je pouvais leur livrer l'appareil. Pour ceux qui posaient la question gentiment, soit la majorité, je faisais souvent des heures supplémentaires. Par contre, celui qui me prenait de haut devait peut-être attendre un peu plus longtemps. Mais ce n'est pas arrivé souvent.

J'ai toujours été titillé par les commandes complexes. Pendant que je travaillais à l'Institut Max-Planck, une chercheuse voulait un fil en platine scellé sous vide dans un capillaire en verre. Physiquement, c'est en principe impossible. Nous l'avons fait. Sur les deux modèles que nous avons construits, un a fonctionné. Les questions scientifiques m'ont toujours intéressé. Notre métier étant devenu plutôt rare, je me suis aussi impliqué dans la promotion de sa relève. Puisque je m'ennuyais à la retraite, et afin de transmettre mon savoir, j'ai fondé ma propre entreprise, Glass Technology Transfer.» *Propos recueillis par Alexandra Bröhm*



Le constructeur d'appareils en verre Jürgen Quack

**«Sur les deux modèles que nous avons construits, un a fonctionné.»**

# Des arbres artificiels comme sauveurs potentiels

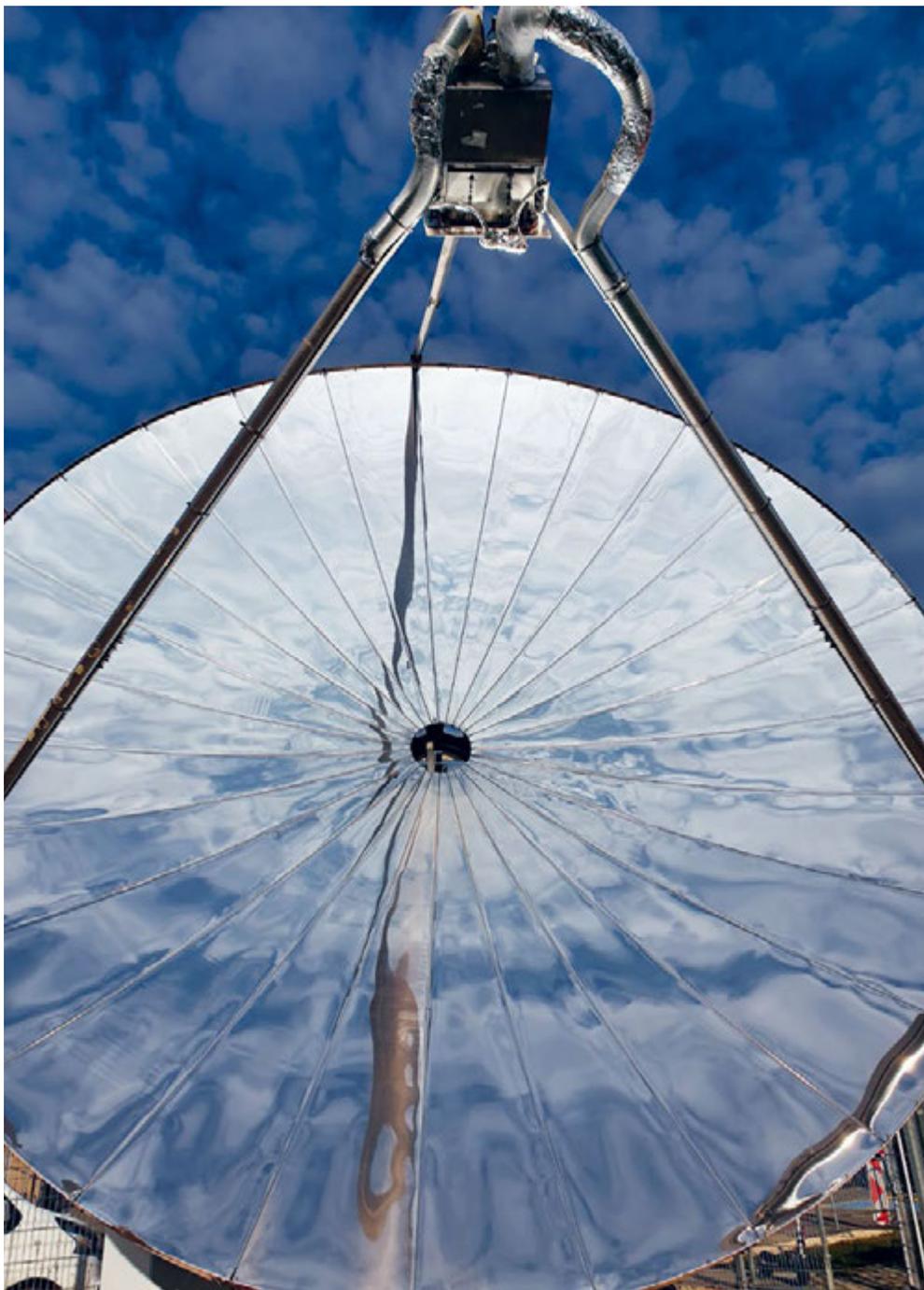
La photosynthèse artificielle pourrait devenir une source durable d'approvisionnement en carbone renouvelable et ainsi contribuer à atteindre les objectifs climatiques.

Texte Kalina Anguelova

Des arbres artificiels à l'assaut du réchauffement climatique? Actuellement au stade de prototypes ou de projets pilotes, ces dispositifs développés par la recherche imitent la photosynthèse naturelle des plantes à l'aide de matériaux artificiels. Plus concrètement, la lumière du soleil et des matières premières abondantes telles que l'eau et le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) sont utilisées pour produire de l'hydrogène ou des hydrocarbures. Ceux-ci pourraient servir non seulement de combustible, mais aussi de matière première pour les industries chimiques et pharmaceutiques.

La recherche sur la photosynthèse artificielle, qui, au cours des dernières décennies, se concentrait sur la séparation de l'eau en hydrogène et en oxygène (ndlr: première étape de la photosynthèse naturelle), fonctionne assez bien, selon la professeure Sophia Haussener, directrice du Laboratoire de la science et de l'ingénierie de l'énergie renouvelable à l'EPFL. «La production d'hydrogène solaire est déjà un succès», se félicite la scientifique, également cofondatrice de la start-up Sohhytec, qui a breveté son arbre artificiel doté d'un dispositif «photo-électrochimique intégré». Concrètement, une parabole de 7 mètres de diamètre, installée sur le campus de l'EPFL, concentre les rayons du soleil sur un appareil, alors que l'eau est pompée au cœur de l'installation. L'action combinée de la chaleur et de la production de charges électriques induites par la lumière conduit à la fission de la molécule d'eau pour produire efficacement de l'hydrogène.

«Pour les décennies à venir, l'hydrogène vert semble très prometteur pour alimenter le secteur des transports (à moyenne et longue distance) ainsi que pour couvrir les besoins spécifiques des industries chimiques et pharmaceutiques. Les carburants synthétiques peuvent jouer un rôle dans la décarbonisation complète de l'économie suisse d'ici à l'an 2050», assure David Parra, de la chaire d'efficacité énergétique au sein de l'Institut des sciences de l'environnement (ISE), à l'Université de Genève.



Prototype d'arbre artificiel: le miroir parabolique concentre le rayonnement solaire sur le dispositif dans lequel l'eau est divisée en hydrogène et oxygène. Photo: NLRSE@EPFL and Sohhytec

---

## D'abord, il faut capter le CO<sub>2</sub>

La photosynthèse artificielle serait-elle la solution miracle qui contribuerait au contrôle du climat en régulant la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère? Les données du problème sont simples: aujourd'hui, **l'émission globale de CO<sub>2</sub> s'élève à environ 40 milliards de tonnes** par an. Pour maintenir la hausse de la température en dessous de +2° C par rapport à l'ère préindustrielle, il faudrait capturer et séquestrer environ 30 gigatonnes de CO<sub>2</sub> par an. «En théorie, c'est possible en **utilisant des dispositifs de conversion du CO<sub>2</sub> installés sur moins de 2 à 3% de la surface de la Terre**», calcule Sophia Haussener.

Mais Kevin Sivula tient à rappeler un obstacle de taille: «Le CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère est encore très dilué. Il est donc **difficile pour un dispositif de photosynthèse artificielle de le capter et de le convertir de manière sélective**. A mon avis, une technologie distincte de capture du CO<sub>2</sub> devra fonctionner en tandem avec des dispositifs de photosynthèse artificielle, et peut-être d'autres processus chimiques industriels pour convertir efficacement le CO<sub>2</sub> atmosphérique en un combustible.»

Sophia Haussener étendra, à l'avenir, ses recherches à la réduction du CO<sub>2</sub> (ndlr: second volet de la photosynthèse naturelle), qui représente un réel challenge. «Cette approche qui aboutit à de nombreux produits différents – dont la séparation est un défi – n'en est qu'à ses balbutiements», explique-t-elle. Et de préciser: «La scission de l'eau en hydrogène et oxygène est une étape plus simple, mais l'hydrogène dans des conditions normales se présente sous forme gazeuse, difficile à stocker. En revanche, l'extension de cette réaction avec la réduction du CO<sub>2</sub> peut aboutir à des hydrocarbures, potentiellement sous forme liquide, plus faciles à stocker.»

Une approche prometteuse pour offrir un approvisionnement constant en sources de carbone renouvelables. Le carbone est l'élément clé de la plupart des produits chimiques, carburants ou matériaux utilisés dans la vie quotidienne. Or, aujourd'hui, ce sont les ressources fossiles qui satisfont largement ce besoin. Une réalité incompatible avec un monde à faibles émissions de CO<sub>2</sub>. «Le changement climatique est réel. Il est urgent de faire tout ce qui est en notre pouvoir pour contribuer à une société plus durable. Les plantes nous enseignent comment faire», insiste la professeure Raffaella Buonsanti, responsable du Laboratoire de nanochimie pour l'énergie à l'EPFL Valais. Son défi: «développer des nanoparticules capables de convertir spécifiquement le CO<sub>2</sub> en produit souhaité».

Il faut savoir que les propriétés physico-chimiques des matériaux réduits à l'échelle nanométrique changent. Ils deviennent de meilleurs catalyseurs en raison d'un rapport surface/volume plus élevé. La scientifique fabrique des nanocristaux catalytiques à partir de particules immergées dans un solvant. Cette approche permet de contrôler avec une grande précision leur composition, leur taille et leur forme. Comment ces propriétés affectent-elles la capacité des nanocristaux de cuivre, par exemple, à réduire électrochimiquement le CO<sub>2</sub> en méthane ou en éthylène?

C'est tout l'enjeu de sa recherche: étudier le lien entre la morphologie et la sélectivité catalytique. La scientifique espère «contribuer d'ici à dix ans à un dispositif efficace, sélectif et stable qui puisse recycler le CO<sub>2</sub> tout en stockant les énergies renouvelables».

## Objectif: plus d'efficacité que la nature

De son côté, le professeur Kevin Sivula, directeur du Laboratoire d'ingénierie moléculaire des nanomatériaux optoélectroniques à l'EPFL, souligne: «On ne cherche pas à imiter exactement les mécanismes d'une feuille naturelle. Etant donné la faible efficacité de conversion de la photosynthèse naturelle, on vise des mécanismes alternatifs qui pourraient être considérablement plus efficaces. Notre approche consiste à utiliser des matériaux semi-conducteurs, qui sont connus pour capter et convertir l'énergie solaire, et à les concevoir pour les réactions de production de combustible solaire.»

En effet, les arbres convertissent la lumière du soleil, l'eau et le CO<sub>2</sub> en sucres puis en hydrocarbures avec une efficacité énergétique inférieure à 1% et cela prend beaucoup de temps. «Il est donc important de trouver des solutions techniques ayant un rendement plus élevé. Le seuil de 10% semble être l'objectif minimal pour que des procédés de photosynthèse artificielle deviennent économiquement intéressants. Cela signifierait qu'on aurait besoin de plus petites surfaces pour produire la même quantité de carburant ou d'hydrocarbures que les arbres», explique Sophia Haussener.

Kalina Anguelova est journaliste et vit à Lausanne.

# Ce que tu me donnes, je te le donne aussi

Les fourmis triment pour leur reine, les rats distribuent des friandises, les poissons offrent leur escorte: les animaux semblent souvent agir de manière désintéressée. Leur motivation reste l'objet de controverses.

Texte Simon Koechlin

Les rouages de l'évolution sont impitoyables. Seuls ceux qui survivent et se reproduisent peuvent transmettre leurs gènes. C'est pourquoi chacun se soucie avant tout de lui-même dans la nature. Pourtant, le comportement d'entraide est très répandu dans le règne animal. Des centaines d'ouvrières apportent du pollen dans le nid du bourdon terrestre pour nourrir les larves de leur reine. Les jeunes chouettes effraies nettoient le plumage de leurs frères et sœurs et les nourrissent. Les poissons guppys accompagnent leurs congénères qui s'approchent d'un prédateur pour évaluer sa dangerosité. Pourquoi ces animaux se montrent-ils si désintéressés?

«Parce que ce comportement, en fin de compte, leur est aussi profitable», explique le biologiste du comportement Michael Taborsky, de l'Université de Berne. Depuis plus de quarante ans, il étudie la coopération et l'aide chez différentes espèces animales, tels les rats bruns. Leurs structures sociales dépendent fortement de l'environnement. Dans certains lieux, une famille nucléaire composée d'une femelle et de ses petits occupe un territoire réduit. Ailleurs, jusqu'à 200 individus apparentés ou non se regroupent en une sorte de clan. Ils dorment dans des nids communs, se toilettent mutuellement et échangent de la nourriture.

Les animaux s'entraident aussi dans des conditions de laboratoire, ont montré Michael Taborsky et son équipe. Ils ont appris aux rats à déplacer une planche afin de permettre à un partenaire dans un compartiment voisin d'accéder à une friandise. Toutefois, un animal ne fait un tel cadeau que s'il profite lui-même de la serviabilité de l'autre – un principe que les biologistes nomment réciprocité (voir encadré: «Altruistes, vraiment?»). L'équipe a découvert qu'un rat qui a reçu un cadeau sera ensuite plus généreux envers tous ses semblables. Mais ces rongeurs peuvent aussi se montrer reconnaissants de manière plus ciblée et sont bien plus disposés à rapporter de la nourriture à des congénères altruistes qu'aux avarés. Dans une expérience, les animaux ont ainsi reçu plus de nourriture en retour s'ils avaient donné à leurs partenaires des morceaux de banane, très convoités, au lieu de carottes, moins appréciées.

## La coopération a une bonne odeur

Et manifestement, les rats bruns se souviennent très précisément de ceux qui les ont déjà aidés et de ceux qui ne l'ont pas fait. Pour une étude publiée récemment, l'équipe de Michael Taborsky a étudié des rats qui avaient rencontré successivement quatre congénères. A chaque fois, le rongeur étudié n'avait reçu une friandise que d'un seul des quatre. Quand, cinq jours plus tard les rôles ont été inversés, les rongeurs étudiés donnaient bien plus de nourriture à celui qui avait été généreux – approximativement autant qu'ils en avaient reçu. «Les animaux veillent donc à ne pas être exploités par des congénères égoïstes», constate le chercheur.

Pour eux, le troc n'a de sens que de cette manière. Les rats sont aidés en cela par leur bonne mémoire – et leur odorat. Les scientifiques bernois ont en effet encore établi récemment que les rats bruns pouvaient sentir si leurs vis-à-vis étaient coopératifs ou pingres. «Nous ne savons pas encore comment cette odeur est générée. Mais il s'agit probablement de ce qu'on appelle un signal honnête, un signal que les rats ne peuvent pas simuler», dit Michael Taborsky.

A l'état sauvage, la coopération ne se déroule pas toujours dans des conditions aussi équitables que dans des expériences sur les rats bruns. Michael Taborsky étudie aussi le comportement social du Neolamprologus pulcher, un poisson cichlidé du lac Tanganyika, en Afrique de l'Est. Pour l'élevage des larves et des alevins, les couples reproducteurs dominants sont aidés par des membres du groupe. «Lorsqu'un aide ne collabore pas bien, il est mordu, éperonné et, dans le pire des cas, exclu», note le chercheur. Mais ils ne survivent pas longtemps seuls. «L'animal subordonné est donc forcé de collaborer. Son bénéficiaire est d'échapper ainsi aux prédateurs.» Les animaux peuvent toutefois aussi agir de manière désintéressée, ce qui a été largement documenté (voir encadré ci-contre). Chez plus de 900 espèces d'oiseaux, les jeunes renoncent parfois à fonder une famille pour aider leurs parents à élever de nouvelles couvées. Certains insectes tels que les abeilles et les guêpes fondent de véritables Etats où seule une reine se reproduit durant toute son existence.

Le meilleur exemple de ce mode de vie hautement social vient des fourmis. Selon l'espèce, le travail dans une colonie peut être divisé entre plus d'une douzaine de «professions»: certaines ouvrières nourrissent les larves, d'autres éliminent

**«Lorsqu'un poisson cichlidé ne collabore pas bien, il est mordu, éperonné et, dans le pire des cas, exclu.»**

Michael Taborsky

les ordures et d'autres encore vont chercher la nourriture. Leur point commun: elles n'auront jamais de petits. Pourtant, elles ne se révoltent jamais contre la reine. «C'est uniquement possible parce que les fourmis d'une même colonie sont étroitement apparentées», note Laurent Keller, spécialiste des fourmis à l'Université de Lausanne. En biologie, on parle de sélection de parentèle. Le chercheur britannique William Hamilton a découvert dans les années 1960 qu'un animal n'avait pas besoin d'engendrer sa propre progéniture pour transmettre ses gènes. Du point de vue de la biologie de l'évolution, il profite aussi du fait que sa parenté peut se reproduire. Il partage par exemple la moitié de son patrimoine génétique avec sa sœur. Lorsque son aide contribue à permettre à sa sœur d'élever deux descendants de plus que si elle était seule, cela équivaut à la valeur qu'aurait un de ses propres petits.

Dans les colonies de fourmis, les ouvrières sont étroitement apparentées et, ensemble, ces animaux sont extrêmement productifs. «C'est pourquoi l'altruisme s'est si bien développé chez elles», dit Laurent Keller. Au fond, les fourmis ouvrières ne sont aussi désintéressées qu'en apparence. Elles aident car cela leur permet de transmettre une plus grande part de leurs gènes à la génération suivante.



Les cichlidés défendent leur territoire contre les intrus. Ce faisant, les membres du groupe doivent aider les couples dominants à se reproduire, sans quoi ils sont punis. Photo: Michael Taborsky

### Véritable altruisme ou simple réciprocité?

En biologie de l'évolution, ce n'est que lorsqu'un comportement **profite à un autre individu** tout en réduisant son **propre succès reproductif** qu'on parle de véritable altruisme. Lorsque les animaux s'entraident, il s'agit plutôt de réciprocité – parfois également appelée **altruisme réciproque**. Ce type d'aide coûte au départ, mais accroît les chances d'être récompensé plus tard par un cadeau en retour. On en distingue trois formes:

- la **réciprocité directe**: j'aide l'individu qui m'a aidé;
- la **réciprocité indirecte**: j'aide l'individu qui en a aidé d'autres;
- la **réciprocité généralisée**: j'aide tout individu si quelqu'un m'a aidé.

Pour Laurent Keller, il est évident que la sélection de parentèle constitue la force motrice de l'aide dans le règne animal – toujours dans le cas de l'altruisme et la plupart du temps pour la réciprocité. Dans la majorité des groupes où l'on constate une collaboration, la proximité génétique est plus étroite que si les animaux étaient réunis de manière aléatoire. Du point de vue de la biologie de l'évolution, cela facilite l'émergence du comportement d'aide. «Les oiseaux aident par exemple plus souvent à élever la couvée de congénères apparentés que celle de non apparentés.»

Michael Taborsky voit les choses un peu autrement. Il reconnaît qu'il est indiscutable que le véritable altruisme rencontré dans une fourmilière ne peut survenir que dans une parentèle. Toutefois, la réciprocité existerait aussi sans parenté. Les rats seraient même plus disposés à aider des animaux sans lien de parenté – après tout, c'est le seul moyen de recevoir quelque chose en retour à l'avenir. L'état du destinataire est également important. «Un rat est bien plus généreux envers ses semblables affamés.» Et pour cause: pour eux aussi, il est plus important d'être sauvés de la famine que de recevoir une friandise lorsque leur estomac est plein.

Simon Koechlin est journaliste scientifique près de Zofingue.

# Là-haut sur la montagne

Raffaele Peduzzi est passionné par les vallées, les lacs et la faune alpine. Avec le Centre de biologie alpine, il a créé l'œuvre de sa vie au Saint-Gothard.

Texte Vera Pagnoni Photo Claudio Bader

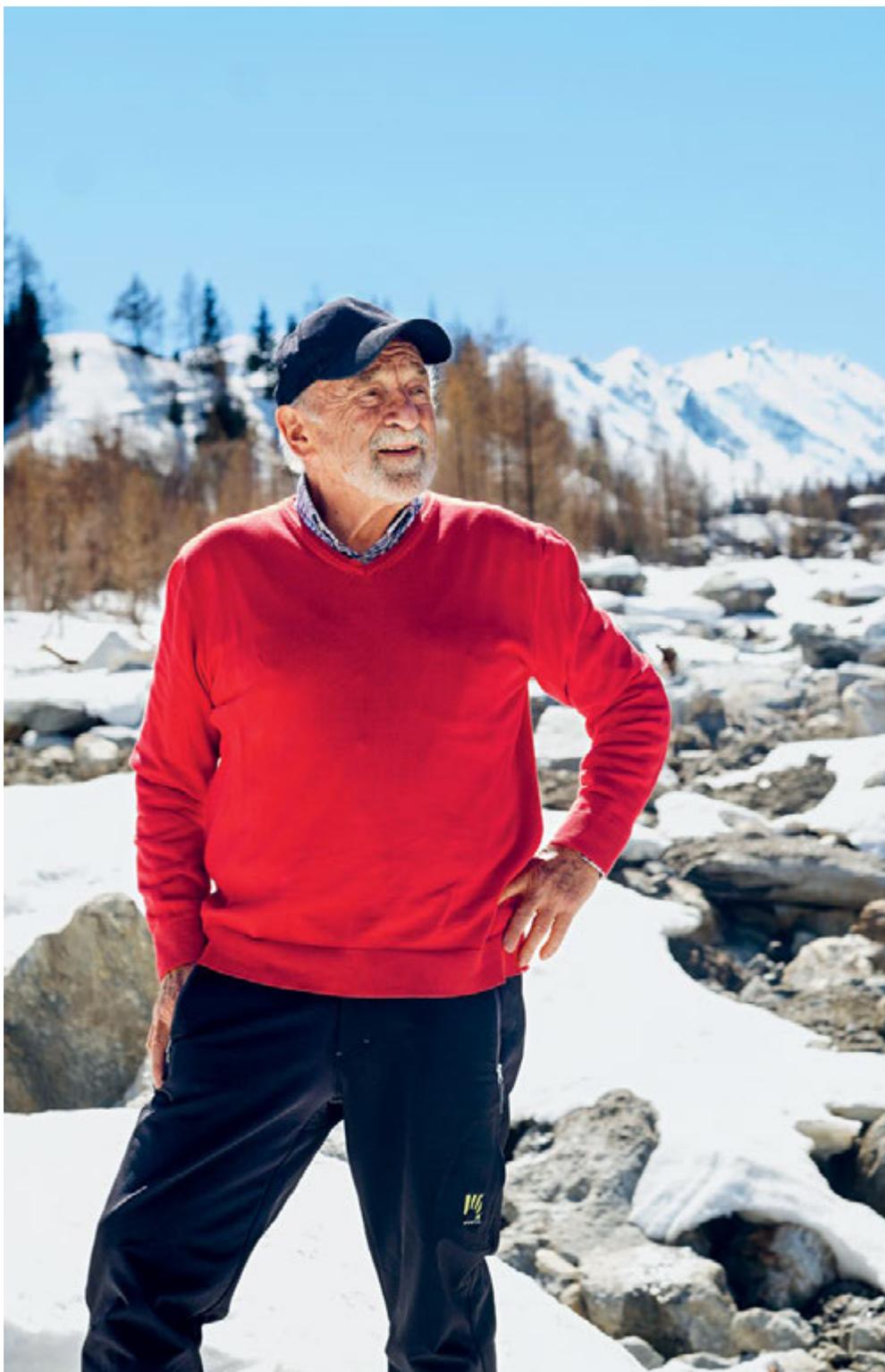
Imposant, vaste, sauvage: c'est le val Piora, un plateau avec d'innombrables petits lacs de montagne à environ 2000 mètres, une vallée latérale de la Léventine et l'un des paysages les plus préservés du Tessin. Raffaele Peduzzi a ses racines à l'ombre des pentes raides. Et même après 79 ans, cet environnement le captive toujours. La vallée a imprégné le parcours de l'explorateur et suscité sa curiosité à maintes reprises, grâce à la diversité de sa géologie et à la richesse de sa faune et de sa flore.

Enfant, il ne rêvait pas de dompter des lions ni de devenir astronaute ou pompier, mais plutôt de vivre au contact de la nature, du monde végétal et animal. «Là-haut, dans le val Piora, il y a aussi des bouquetins et des chamois, des mammifères que j'admire surtout pour leur capacité à s'adapter et à évoluer sur des terrains accidentés et hostiles, mais aussi des exemplaires rares de marmottes blanches, de lièvres alpins, de cassenoix, de gorgebleues à miroir et même quelques salamandres noires! Et des espèces végétales surprenantes, comme la renoncule des glaciers qui, grâce au glycérol, une sorte d'antigel, survit au climat le plus rigoureux. Tout un univers à découvrir!» Le biologiste a combiné cette passion avec une autre vocation: enseigner et transmettre du savoir.

## **Pas au laboratoire, mais sur le terrain**

Comme beaucoup de Tessinois à l'époque, le jeune Peduzzi a d'abord obtenu un diplôme d'enseignant et a travaillé à l'école multinationaux de Madrano, un petit hameau d'Airolo. Mais le travail scolaire ne suffit pas à satisfaire sa soif de connaissances. D'où sa décision d'étudier à l'Université de Genève. Ainsi, Raffaele Peduzzi a pu se consacrer pendant plusieurs décennies aux thèmes qui lui tiennent à cœur: l'hydrobiologie microbienne, la bactériologie et la virologie, la biologie des eaux, mais surtout la biologie alpine – d'abord comme étudiant, puis, plus tard, en tant que professeur.

Même loin du Saint-Gothard, il est resté attaché à sa terre natale. Il a ainsi effectué des recherches dans la littérature scientifique et d'autres sources sur la «maladie du tunnel» mentionnée par les médecins piémontais, une



## Enraciné au Gothard

Raffaele Peduzzi est né à Airolo en 1942. Il a mené des recherches sur les micro-organismes des lacs à l'Institut de recherche sur l'eau de l'Eawag à Dübendorf (ZH) et à Kastanienbaum (LU). Après avoir obtenu son doctorat en 1970, il devient responsable de l'enseignement pratique en microbiologie à l'Université de Genève. Il a enseigné dans diverses universités suisses telles que Neuchâtel, l'Università della Svizzera italiana (USI), l'EPFL et l'ETH Zurich, ainsi que dans des universités étrangères, à Paris, à Milan et à Varèse. Aujourd'hui, il est **président de la Fondation du Centre de biologie alpine de Piora**, et il a encore des projets: en collaboration avec l'USI, il souhaite soutenir la **Maison du développement durable**.

anémie mystérieuse des mineurs qui travaillaient dans le tunnel du Saint-Gothard à la fin du XIXe siècle. Il s'est avéré qu'ils marchaient pieds nus dans l'eau qui jaillissait de la roche pendant l'exploitation, et la buvaient même parfois. Cette eau contenait les œufs de vers du genre *ancylostoma*. Ces minuscules œufs pénétraient l'organisme par la peau des pieds, puis se déposaient dans l'intestin.

Mais le Tessinois se sent rapidement à l'étroit dans les salles de classe, les laboratoires et les bibliothèques: il adopte la devise de Rousseau: «Sortez, marchez, sentez, herborisez!» et organise une série de cours pratiques sous forme d'excursions sur le terrain. «Son» val Piora compte naturellement parmi les destinations privilégiées.

Au début, les étudiantes et étudiants récoltaient des échantillons de roche et d'eau, pour les analyser dans les laboratoires universitaires. «Mais cela n'avait pas beaucoup de sens. Il faut étudier la nature sur place, voir les éléments et les analyser dans leur habitat d'origine. Nous ne pouvons pas comprendre ces choses de manière isolée», considère Raffaele Peduzzi. Ainsi, à la fin des années 1980, il consacre son énergie à un nouveau projet: la construction d'un centre de biologie alpine à Piora, inspiré par les stations de recherche et d'enseignement françaises de Roscoff et de Banyuls-sur-Mer.

### Le respect de la nature est central

En 1989, le Grand Conseil tessinois le nomme à la tête du projet qui voit naître la structure cinq ans plus tard, grâce aussi à la collaboration et au financement des universités de Genève et de Zurich, du canton du Tessin ainsi que du Département fédéral de l'intérieur. Dans le val Piora, deux bâtiments ruraux datant du XVIe siècle, appelés «barc», sont restaurés à cette fin. Ils abritent désormais trois laboratoires, une salle de cours, deux réfectoires, une bibliothèque, des archives et des dortoirs d'une capacité de 65 lits. Un nouveau monde s'y ouvre aux scientifiques ainsi qu'aux étudiantes et étudiants. Un monde dans lequel une nature empreinte de biodiversité – avec ses 1732 espèces végétales et 780 espèces animales – se mêle à la vie sur l'alpage.

Le Lago di Cadagno, un bassin naturel dit méromictique qui attire des chercheurs du monde entier, présente un intérêt particulier pour le centre: le lac a trois couches d'eau qui ne se mélangent pas. La couche inférieure est alimentée par des sources situées au fond du lac et enrichie en sels provenant de la roche dolomitique. Cela la rend plus lourde et la pré-

serve de l'oxygène. La couche d'eau la plus élevée contient des minéraux de granit et est très riche en oxygène. Ce qui explique pourquoi tant de poissons s'ébattent dans ce lac. Une autre de ses caractéristiques est la présence de bactéries sulfureuses, dont certaines sont roses et vivent dans la couche intermédiaire.

Mais le quotidien sur l'alpage ne se limite pas aux découvertes scientifiques. Il comprend aussi des planches de fromage Piora et de petits saucissons de chevreuil ou un verre de bon vin. Une vie qui exerce un fort attrait sur ses élèves – le professeur a dirigé au moins une trentaine de doctorantes et de doctorants: «Nos rapports ont toujours été excellents, grâce aussi au privilège de pouvoir mieux se connaître durant les stages sur le terrain, hors université», se souvient-il.

**«Je suis très inquiet: le changement climatique est encore plus visible en altitude.»**

Parallèlement, le biologiste a participé à la création de plusieurs sentiers pédagogiques dans la région, notamment au Lago Ritom, un sentier pédagogique microbiologique autour du Lago di Cadagno et, avec son fils Sandro, à un sentier pédagogique sur l'énergie hydraulique qui a été inclus dans l'Atlas hydrologique de la Suisse.

Rendre la science accessible à un plus large public est une idée chère à Raffaele Peduzzi. Voué à l'esprit des Lumières, il est convaincu que l'éducation au respect de la nature est centrale pour l'avenir de notre planète: «A Piora, par exemple, nous devons poursuivre les recherches pour trouver un équilibre entre la nature, l'agriculture et l'énergie hydraulique.»

Dès les années 1970, les scientifiques discutent déjà des questions écologiques, se rappelle le Tessinois, qui mentionne l'ouvrage «Avant que nature meure» de l'ornithologue français Jean Dorst. Dès 1965, ce dernier avait constaté que les seules régions d'Europe encore non polluées se trouvaient en montagne. Aujourd'hui, la situation s'est encore aggravée, et les effets sont visibles pour tous. «Je suis très inquiet: le changement climatique est encore plus visible en altitude», conclut le spécialiste en microbiologie.

Vera Pagnoni est journaliste et travaille entre autres pour Keystone-ATS.

## Il nous faut un label pour l'égalité des chances

J'ai récemment assisté à un événement virtuel du programme Prima leadership du FNS. Les subsides Prima couvrent, pendant cinq ans, les salaires et les coûts de projets de chercheuses exclusivement. Ils

doivent mener à une représentation adéquate des femmes dans la science. Car le progrès est dou-  
 loureusement lent: ces dix dernières années, la part des professeures dans les universités suisses n'est passée que de 17% à 24%. Le tchat de l'événement a donné lieu à un échange animé, avec plus de 300 contributions. Les commentaires ont mis en lumière les défis pour les femmes scientifiques.

Par exemple, les attentes contradictoires envers elles-mêmes: *«En tant que mère, je me sentais coupable quand je travaillais et n'étais pas avec mon bébé. Et en tant que scientifique, je me sentais coupable d'être avec mon bébé et pas au travail.»*



Photo: Nicolas Brodard/SNF

Matthias Egger est président du Conseil national de la recherche du FNS.

La faiblesse des structures de soutien: *«Quand il faut payer 3000 francs pour cinq jours de garde d'enfant, l'un des parents doit forcément travailler moins.»*

Les attitudes discriminatoires: *«On m'a dit de ne pas me plaindre, puisque je n'ai pas d'enfants.»*

La culture toxique dans les sciences: *«La concurrence impitoyable va à l'encontre des valeurs scientifiques essentielles telles que la créativité, la rigueur et l'inclusion. Pour protéger ces valeurs, une réglementation est nécessaire.»*

La politique du FNS: *«Serait-il judicieux que le FNS crée des incitations à un bon comportement?»*

Oui, je pense également que de telles incitations auraient du sens. Au Royaume-Uni a été créé le label Athena Swan. Il récompense l'engagement des institutions d'enseignement supérieur et de recherche en faveur de la promotion des carrières féminines. Le programme a reçu un coup de pouce lorsque le National Institute for Health Research a exigé ce label comme critère de financement des centres de recherche biomédicale. Plusieurs évaluations ont montré que le programme faisait progresser l'égalité des chances.

En Suisse, nous devrions réfléchir à une initiative similaire. Bien sûr, sans des changements institutionnels et sociétaux plus larges, ces labels ne peuvent faire qu'une différence limitée. Mais nous devrions tous nous engager à promouvoir l'égalité des chances dans les sciences. Elle est essentielle pour justifier le financement public et, plus important encore, pour un changement sociétal.

## Guide pour l'intégrité

Falsifications, plagiat, abus de données: intentionnelles ou dues à la négligence, des atteintes à l'intégrité scientifique se produisent régulièrement. Au cours des deux dernières années, un groupe d'experts des Académies suisses des sciences, du FNS, de swissuniversities et d'Innosuisse a élaboré un nouveau code de l'intégrité scientifique, maintenant disponible sous: [go.swiss-academies.ch/integrity](https://go.swiss-academies.ch/integrity). Il doit renforcer l'intégrité dans tous les aspects de la recherche et de l'enseignement. Il sert de liste de contrôle des institutions dans l'élaboration de leurs dispositions et de référence en cas de doute sur les meilleures pratiques. Il tient compte des développements de la science ouverte et des médias sociaux et expose la question de la prescription. Il livre en outre des recommandations pour la mise en place d'organes de protection de l'intégrité.

## Mieux traiter les animaux

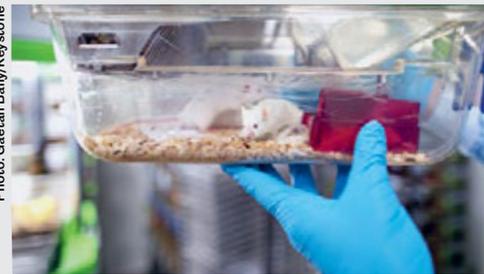


Photo: Gaëtan Bally/Keystone

Les expérimentations animales font débat dans la société, ainsi que parmi les scientifiques. Sur mandat du Conseil fédéral, le FNS a lancé le Programme national de recherche «Advancing 3R – animaux, recherche et société». Avec les principes 3R (remplacement, réduction et raffinement), ce PNR 79 a pour objectif d'améliorer la recherche impliquant des animaux. Doté de 20 millions de francs, le programme s'étendra sur cinq ans.

## Le bon lieu de dépôt de données

Trouver le dépôt de données «parfait» peut constituer un défi pour les chercheuses et chercheurs. Le FNS a donc défini un ensemble de critères minimaux que les dépôts doivent remplir afin d'être conformes à sa politique de l'Open Research Data. Sur cette base, il a publié une liste des dépôts de données les plus utilisés, qui remplissent les critères. Les chercheuses et chercheurs en Suisse peuvent ainsi savoir où leurs pairs partagent leurs données et trouver plus facilement les possibilités d'archivage appropriées.

## Durabilité au niveau mondial



Photo: Mirko Winkler/Swiss TPH

Les partenariats scientifiques Nord-Sud apportent une contribution importante au développement durable. En Suisse, la Commission pour le partenariat scientifique avec les pays en développement (KFPE) joue ici un rôle moteur. Elle a été fondée en 1994 par les Académies suisses des sciences pour encourager la collaboration avec les pays à revenus faibles et intermédiaires. Le rapport «A Short History of the KFPE 1994–2019» ([kfpe.scnat.ch/history2020](http://kfpe.scnat.ch/history2020)) jette un regard sur l'histoire de la commission et présente ses principales réalisations, ainsi que ses domaines d'activité. Il expose aussi les conditions-cadres de l'encouragement de la recherche Nord-Sud en Suisse.

## Sondage Covid-19: inquiétudes au sujet de la désinformation

Le début de l'épidémie de Covid-19 a représenté un défi particulier pour les journalistes et les communicateurs scientifiques. Soudain, les politiques, les médias et le public voulaient savoir ce que la science avait à dire, exigeant des réponses claires et simples à des questions complexes. L'influence du Covid-19 sur la communication scientifique en Suisse, en Inde et aux États-Unis a fait l'objet du sondage Covid-SciCom, auquel les Académies suisses des sciences ont participé. Les résultats suggèrent que les fake news et la politisation de la pandémie sont considérées comme les principaux obstacles à une communication scientifique efficace. Plus de résultats sous [CovidSciCom.org](http://CovidSciCom.org).

## 3300 nouveaux projets de recherche

Générer des connaissances et résoudre des problèmes. Dans les hautes écoles et d'autres institutions, des milliers d'équipes de recherche y travaillent avec le soutien du FNS. En 2020, il a investi 937 millions de francs dans 3300 nouveaux projets sélectionnés parmi 8200 requêtes; 37% des fonds sont allés dans le domaine biologie et médecine, 33% dans les sciences humaines et sociales et 30% dans le domaine des mathématiques, des sciences naturelles et de l'ingénierie. Fin 2020, plus de 6000 projets soutenus par le FNS étaient en cours, impliquant près de 20 000 scientifiques, dont 38% de femmes. Données interactives: [data.snf.ch](http://data.snf.ch).

## Coopération accrue pour l'innovation



Photo: Alessandro Della Bella

La recherche et l'innovation s'enrichissent mutuellement. Afin de renforcer cette interaction, le FNS et Innosuisse ont conclu un accord. La coopération actuelle entre les deux organisations doit être intensifiée. Cet accord profitera aux chercheuses et chercheurs. Par exemple, le FNS et Innosuisse ont augmenté de 50% le budget de leur programme commun Bridge. Ce programme aide les scientifiques à transférer leurs résultats vers la société et le marché.

## Plus de femmes dans les commissions

«Aujourd'hui, les femmes sont sous-représentées dans nos organes», note Matthias Egger, le président du Conseil de la recherche du FNS. Le FNS a donc décidé d'introduire un quota par sexe. Au moins 40% des membres du Conseil de la recherche et de sa présidence doivent être des femmes. Dans les organes d'évaluation des diverses disciplines, la part de femmes doit être supérieure d'au moins 20 points de pourcentage à la proportion moyenne de professeures des domaines correspondants. D'ici à 2026, le FNS espère atteindre ces objectifs et donner plus de poids aux femmes dans les décisions de politique de la recherche.

## Collaborer avec le monde entier



Photo: ESA

La recherche ne connaît pas de frontières: 75% des subventions du FNS arrivées à échéance en 2019 soutenaient des projets de collaboration internationale, principalement avec l'Europe et l'Amérique du Nord. Le FNS a maintenant concrétisé sa stratégie de coopération scientifique avec les pays du monde entier. Avec un point central: le respect de bonnes pratiques en matière de transparence, d'égalité des chances et d'intégrité scientifique. De plus, le FNS accorde une importance particulière à la pleine intégration de la communauté scientifique suisse dans l'Espace européen de la recherche.

## Visibilité des chercheuses de pointe



Photo: Valérie Chérelat

Comment promouvoir les femmes dans les sciences? Par exemple avec une banque de données en ligne consacrée à d'éminentes chercheuses. L'idée a été concrétisée en 2010 par la fondation Robert-Bosch en créant AcademiaNet. L'objectif était et reste d'améliorer la visibilité des chercheuses et d'accroître leur nombre dans les postes dirigeants. Cette plateforme réunit aujourd'hui plus de 3000 profils de chercheuses de pointe de toutes les disciplines et issues de 44 pays – ce qui la rend unique pour la recherche d'expertise. Depuis 2020, le FNS gère AcademiaNet pour cinq ans, période pendant laquelle elle doit devenir encore plus internationale.

Horizons 128, p. 51: «Le temps des prix scientifiques individuels est-il révolu?»

**Pas de dogme autour des prix**  
J'ai lu avec grand intérêt les contributions de Katja Rost et de Bruno Frey sur les prix scientifiques. Tous deux disent des choses importantes. Mais qui a réellement raison? Je suis content que tant des individus que des équipes de recherche contribuent à l'élargissement des connaissances. C'est pourquoi j'estime que les individus et les groupes devraient pouvoir recevoir des prix.

Richard Dähler, Zurich, japonologue

Horizons 128, p. 2 et 14-29: dossier «Diversité dans les hautes écoles»

**Tout est uniformisé**

Etrange: d'une part, la diversité, soit la composition du monde académique considérée en termes de genre, race, classe, âge, orientation politique, etc., semble être une question très discutée en ce moment. D'autre part, les hautes écoles fonctionnent simultanément comme de véritables machines à uniformiser – car les efforts de standardisation dans les sciences ont d'énormes conséquences, les processus d'économicisation sont omniprésents et les conditions structurelles produisent des effets normalisants. Il est donc étrange aussi que la

couverture du thème de la diversité par Horizons soit presque aveugle à l'effet homogénéisant de la communauté scientifique actuelle. Il ne transparait que dans l'éditorial de Florian Fisch, par exemple dans la formulation: «La mobilité est un must dans toute carrière académique.»

Urs Andreas Wickli, Zurich, ethnologue

Horizons 128, p. 24: «Petit tour du monde d'expériences originales»

**Tracasseries avec le rectorat**

Etudier dans une EPF avec un handicap pose des exigences comparables à celles d'un athlète de haut niveau. Je dois y adapter ma routine quotidienne, mon alimentation, mes périodes de repos et mes contacts sociaux. Je dois être impitoyablement réaliste avec moi-même et inconditionnellement honnête avec les personnes qui m'aident. Mon propre travail constitue 90% de l'effort d'intégration. Les 10% restants seraient les aides de l'EPF dont j'ai besoin. Avec mes collègues étudiants et professeurs, cela se passe généralement sans problème. Malheureusement, avec le rectorat, mes expériences durant quatre semestres d'études relèvent de la galère chronophage. Il est écrit dans l'article que l'ETH Zurich a conseillé au total 60 étudiants en situation de handicap en 2018. Se-

lon une enquête réalisée en 2016 par l'Office fédéral de la statistique, 10% des étudiants en Suisse sont limités dans leurs études par des problèmes de santé de longue durée. A l'ETH Zurich, cela représenterait 2200 personnes. En tant que personne en situation de handicap, je n'ai aucune indulgence lorsque je suis exploité pour la politique et la vision du monde du mouvement pour la diversité.

Jürg Brechbühl, Eggwil, étudiant en sciences de l'environnement

**Votre avis nous intéresse!**

Vous souhaitez réagir à un article? Nous nous réjouissons de votre commentaire par courriel à [redaction@revue-horizons.ch](mailto:redaction@revue-horizons.ch) ou sur Twitter [@horizons\\_fr](https://twitter.com/horizons_fr) ou sur Facebook [@horizonsmagazine](https://www.facebook.com/horizonsmagazine). Courrier des lecteurs à envoyer au plus tard le 5 juillet 2020.

Précision

L'article «Petit tour du monde d'expériences originales» (Horizons 128, p. 26) pouvait donner la fausse impression que Jürg Brechbühl aurait besoin de dix ans pour achever ses études. Mais ce n'était que l'estimation de l'ETH Zurich. Sur la base des preuves de ce qu'il avait déjà réalisé, la commission de recours de l'ETH est toutefois parvenue à la conclusion qu'il fallait tabler sur une durée d'études maximale de six ans.

A nos lectrices et lecteurs

**Un prix décerné à Horizons**

Nous sommes heureux de vous annoncer qu'Horizons a reçu un European Publishing Award 2021 dans la catégorie «Special Interest». Les prix décernés par la maison d'édition spécialisée autrichienne Oberauer récompensent chaque année, selon ses propres indications, les meilleurs magazines, journaux et médias numériques d'Europe.

La rédaction d'Horizons

**Recommandez Horizons!**

**Horizons vous informe quatre fois par an sur le monde suisse de la recherche scientifique.**

**Abonnez-vous ou offrez un abonnement à vos amis et à vos amies, c'est gratuit.**

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



**Horizons**  
Le magazine suisse de la recherche paraît quatre fois par an en français et en allemand. La version en ligne paraît également en anglais.  
34<sup>e</sup> année, no 129, juin 2021.

[revue-horizons.ch](http://revue-horizons.ch)  
[redaction@revue-horizons.ch](mailto:redaction@revue-horizons.ch)

[facebook.com/horizonsmagazine](https://facebook.com/horizonsmagazine)  
[twitter.com/horizons\\_fr](https://twitter.com/horizons_fr)

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

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

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

**Traduction**  
Olivier Huether  
Magali Zublin

**Correction**  
Samira Payot

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

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

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

**Le Fonds national suisse de la recherche scientifique** encourage sur mandat de la Confédération la recherche dans toutes les disciplines scientifiques. Il investit chaque année environ un milliard de francs. A fin 2019, 5750 projets étaient en cours, avec la participation de 18 900 chercheuses et chercheurs. Le FNS constitue ainsi la principale institution de promotion de la recherche du pays.

**Les Académies suisses des sciences** s'engagent sur mandat de la Confédération en faveur

d'un dialogue équitable entre la science et la société. Elles représentent la science, chacune dans leur domaine respectif, mais aussi de façon interdisciplinaire. Leur ancrage dans la communauté scientifique leur permet d'avoir accès à l'expertise de quelque 100 000 chercheurs.

**Impression, lithographie et gestion des abonnements**  
Stämpfli SA, Berne et Zurich; impression climatiquement neutre, [myclimate.org](http://myclimate.org)

Papier: Lessebo Rough White, Magno Star  
Typographie: Caslon Doric, Sole Serif

**Tirage**  
15 350 français  
34 020 allemand

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

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

# L'âge doit-il être traité comme une maladie?

**OUI** Le vieillissement se définit au mieux comme la combinaison de deux processus. Le premier est l'accumulation tout au long de la vie – qui commence littéralement avant la naissance – de modifications dans la structure et la composition moléculaires et cellulaires du corps, qui sont les effets secondaires du fonctionnement normal de l'organisme. Le second processus est l'émergence et la progression, à la fin de la vie, de problèmes de santé. Soit le déclin des fonctions mentales et physiques qui résulte de l'accumulation de ces modifications au-delà du niveau que le corps a appris à tolérer. Le second processus étant indésirable, nous pouvons qualifier de «dégâts» les changements qui relient ces deux processus (puisqu'ils sont la conséquence du processus de vie et la cause du processus survenant à un âge avancé).

Par convention, certains problèmes qui résultent du second processus – tels qu'Alzheimer, la plupart des cancers ou le diabète de type 2 – sont qualifiés de «maladies», tandis que d'autres – tels que la fragilité, la sarcopénie ou l'immunosénescence – sont classés comme du «vieillissement proprement dit». Or, cette distinction sémantique n'a aucun sens et aucun fondement biologique. En réalité, les prétendues maladies de l'âge ne sont que les aspects du vieillissement que nous avons décidé de nommer comme des maladies. Ainsi, que nous choissions ou non d'appeler le vieillissement une maladie (ou un ensemble de maladies), c'est un problème médical qui devrait être traité comme tel. Certes, en tant qu'effet secondaire de la vie, vieillir ne peut être «guéri» comme une infection, ce qui signifierait l'éliminer de l'organisme en un seul traitement. Néanmoins, nous pouvons prévenir l'apparition et la progression des problèmes de santé à la fin de la vie en réparant régulièrement les dégâts avec des thérapies régénératives telles que les cellules souches et d'autres méthodes comme la dégradation enzymatique des dé-

chets. Et préserver ainsi la jeunesse des fonctions physiques et mentales – potentiellement indéfiniment. Des percées récentes dans des laboratoires du monde entier ont montré sans équivoque que cet objectif est réalisable. Il devrait donc constituer notre priorité absolue.

**NON** Nous commençons à vieillir avant la naissance déjà et, comme le renouvellement cellulaire, la mort quotidienne des cellules fait partie de notre vie. Ce processus est irréversible mais, en dépit de bases biologiques identiques pour tous les humains, il peut varier fortement selon les personnes. Dans une perspective historique et exception faite d'exemples particuliers comme celui du roi Ramsès II qui a atteint une nonantaine d'années dans l'Égypte antique, l'augmentation de l'espérance de vie moyenne est un phénomène très récent. Grâce à l'amélioration des conditions de vie et aux progrès de la médecine et de l'hygiène, elle a plus que doublé au cours des 130 dernières années, passant de 40 ans en 1890 à 83 ans environ actuellement en Suisse. La phase de «vieillesse» que connaissent aujourd'hui la plupart des gens (environ entre 65 ans et la fin de la vie) est la conséquence de ce développement positif, la recherche estimant que la limite biologique de la longévité se situe autour des 120 ans chez les êtres humains.

Le processus permanent de vieillissement structure notre vie en différentes phases: enfance et adolescence, âge adulte, âge mûr/retraite, grand âge. Chaque phase présente des défis spécifiques et a sa propre valeur. L'être humain a conscience de sa finitude et le caractère processuel de son vieillissement l'aide à l'accepter. La vieillesse ne doit être ni traitée ni considérée comme une maladie, mais comme une phase du cours naturel de la vie qui trouve sa qualité actuelle précisément dans sa finitude. L'être humain ne vit de manière consciente que parce qu'il sait que sa vie aura une fin et ses expériences deviennent uniques précisément parce qu'elles ne peuvent ni être répétées à l'infini ni être réalisées dans toutes les phases de la vie.

Le processus de vieillissement est une caractéristique fondamentale des organismes complexes. Il ne doit pas être considéré uniquement comme un phénomène biologique, mais surtout dans ses multiples dimensions – en tant que processus psychique, social, cognitif ou encore spirituel – et comme une composante du développement humain et de la maturation intérieure.



Photo Hanspeter Schiess

**«L'être humain ne vit de manière consciente que parce qu'il sait que sa vie aura une fin et ses expériences sont uniques précisément parce qu'elles ne peuvent pas être répétées à l'infini.»**

La sociologue Sabina Misoch dirige l'Institut de recherche sur l'âge de la Haute école spécialisée de Suisse orientale et mène des recherches sur les rapports avec les personnes de plus de 65 ans.



Photo: Ornella Cacace/13 Photo

**«Nous pouvons prévenir l'apparition et la progression des problèmes de santé liés à l'âge et préserver ainsi la jeunesse des fonctions physiques et mentales – potentiellement indéfiniment.»**

Aubrey de Grey est gérologue biomédical et directeur scientifique de la fondation de recherche SENS qui s'engage pour combattre le vieillissement.

«Nous sommes devant l'écran et derrière lui s'ouvre tout un monde sans besoin d'espace physique. Les ordinateurs sont très petits, mais nous pouvons créer une quantité quasi infinie d'espace.»

Tobias Holischka est philosophe en technologie à l'Université catholique d'Eichstätt (D) et a rédigé un livre sur la philosophie des lieux virtuels. Il est convaincu que les représentations électroniques ne sont pas une concurrence pour les lieux physiques. Et il met en garde contre le concept de virtualité, car celui-ci renvoie toujours tout au domaine de l'irréel.