Horizons

Le magazine suisse de la recherche

132 Mars 2022

Vers la ville idéale

Page 14

Le berceau de la recherche

Florian Fisch
Codirecteur de la rédaction

Lorsqu'un grand nombre de personnes sont rassemblées, cela profite à la créativité. Il n'est donc pas surprenant que les premières universités, ou leurs précurseurs, aient vu le jour dans les villes. A l'instar des plus anciennes écoles religieuses islamiques, fondées aux Xe et XIe siècles à Fès et au Caire. Ou encore les premières universités de style européen, qui ont vu le jour un peu plus tard dans les centres urbains d'Italie en plein essor tels Salerne, Palerme ou Bologne. La Suisse a suivi, en 1460, avec l'Université de Bâle.

C'est aussi dans les villes que se concentre l'économie en mesure de générer les recettes fiscales indispensables à la science, laquelle dépend à la fois des spécialistes formés et des idées novatrices développées dans les hautes écoles. La forte densité de population s'accompagne d'une division poussée du travail, de sorte que certaines personnes peuvent consacrer toute leur vie professionnelle à l'étude d'une question en particulier.

Les centres urbains sont donc essentiels à la recherche. Vu sous cet angle, il apparaît positif que, depuis 2007 selon l'ONU, plus de personnes vivent dans les villes qu'à la campagne. D'ici à trente ans, on peut s'attendre à ce que 70% de cette population travaille et se divertisse dans ces bulles créatives. Cette évolution pourrait constituer une chance.

Toutefois, il en résulte aussi des problèmes: les villes doivent être approvisionnées en denrées alimentaires, en eau potable, en énergie et en matières premières. Les panneaux solaires et le jardinage urbain sur les toitures des immeubles n'y changeront pas grand-chose. Sans campagne, il n'y aurait pas de ville. D'autant plus que les zones à forte densité de construction génèrent leurs propres difficultés: les sols imperméabilisés et la végétation éparse les transforment en îlots de chaleur en été et les climatiseurs produisent des gaz à effet de serre supplémentaires – un cercle vicieux. De plus, les infrastructures fragiles des villes côtières doivent être protégées contre la montée du niveau de la mer. La créativité des scientifiques est donc plus que jamais nécessaire.

Parcourez notre dossier et découvrez par vous-même comment les chercheuses et chercheurs imaginent les villes du passé et du futur, et si le fossé ville-campagne est vraiment aussi large que l'on croit.

La ville hier et demain

16 Planifier intelligent
Les métropoles du futur: la verdure remplace l'odeur des gaz d'échappement

22 Urbanisation au Moyen Age
Pourquoi les remparts d'antan étaient des lieux de liberté

24 Campagnards ou citadins
Village et centre urbain ne font plus qu'un dans les agglomérations

26 Tout est possible à pied
Ce qui fait la densité urbaine idéale

A gauche: Le quartier moderne Oassis de Crissier (VD) est en construction depuis 2016.
Page de couverture: L'ancien site industriel Suurstoffi à côté de Rotkreuz (ZG) avec tour-jardin.
Photos: Michel Bonvin

4 En image
La diapositive du CERN devenue œuvre d'art

6 Nouvelles de politique scientifique
Une rectrice émérite, une dispute qui s'envenime et un festival de cinéma qui veut s'établir

10 Actualités de la recherche
Fruits au vent ionique, méthane dans la tempête et cités sur pilotis dans la catastrophe du climat

13 Comment ça marche
Organes humains sur mini-puces

28 Reportage
A bord d'un laboratoire flottant

32 Le genre fait la différence
Les femmes sont malades différemment des hommes – la science réagit enfin

34 D'où vient l'argent pour la science?
De l'énorme Wellcome Trust au petit promoteur de la recherche en Autriche

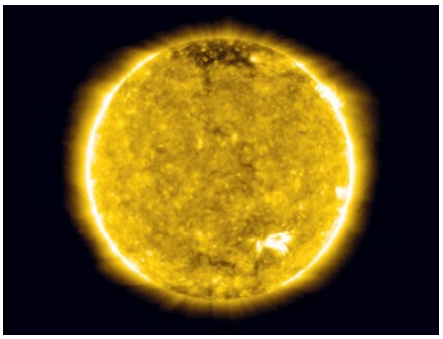
38 Portrait
Loretta Seglias donne une histoire aux enfants placés

40 Plaintes contre les géants de l'énergie
Pourquoi Shell et d'autres perdent toujours plus devant les tribunaux

43 Résistance au lieu de posture de victime
Entretien avec celui qui comprend les théories du complot

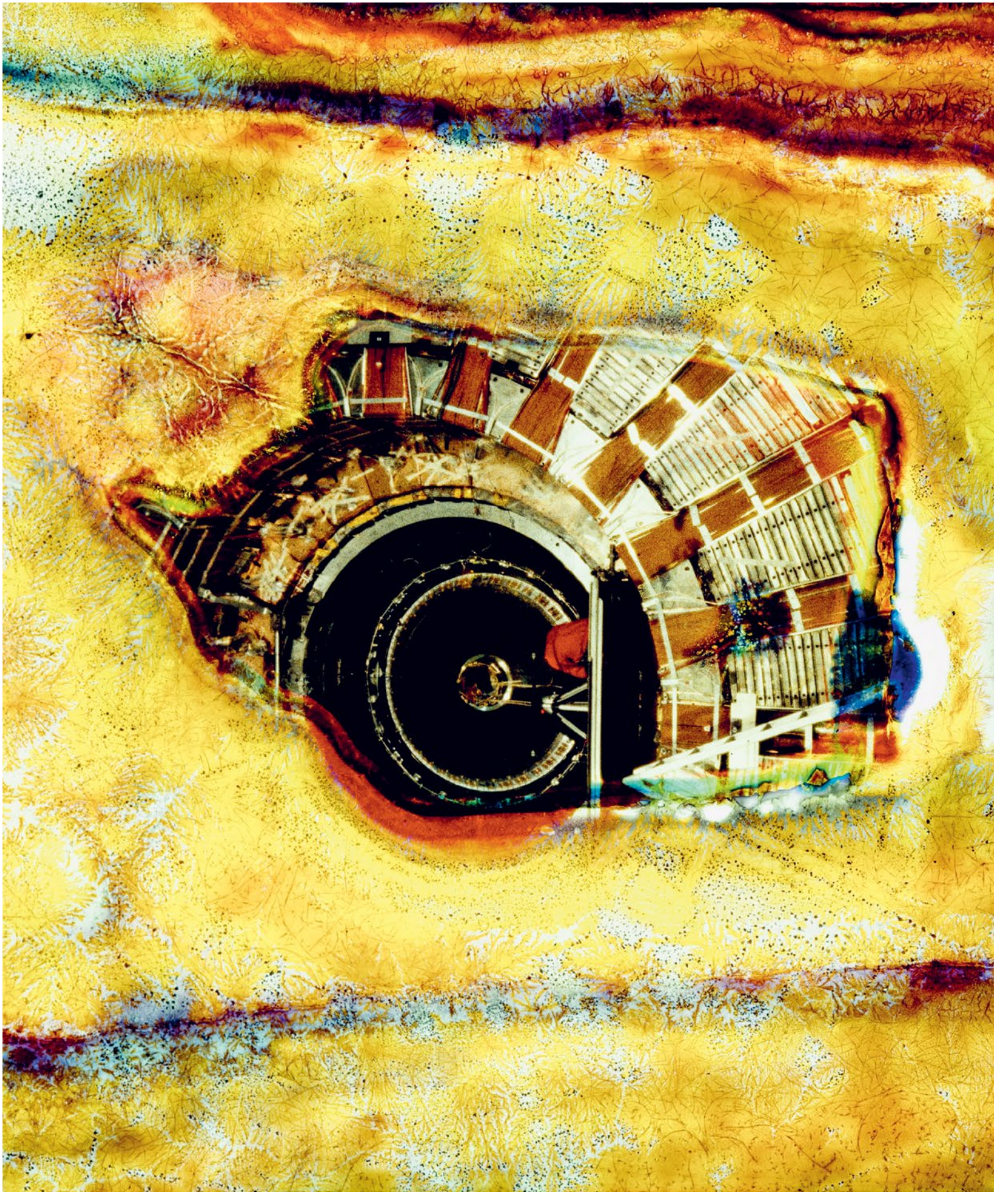
44 Police scientifique
Pubpeer et consorts: gardiens de la justice ou dénonciateurs?

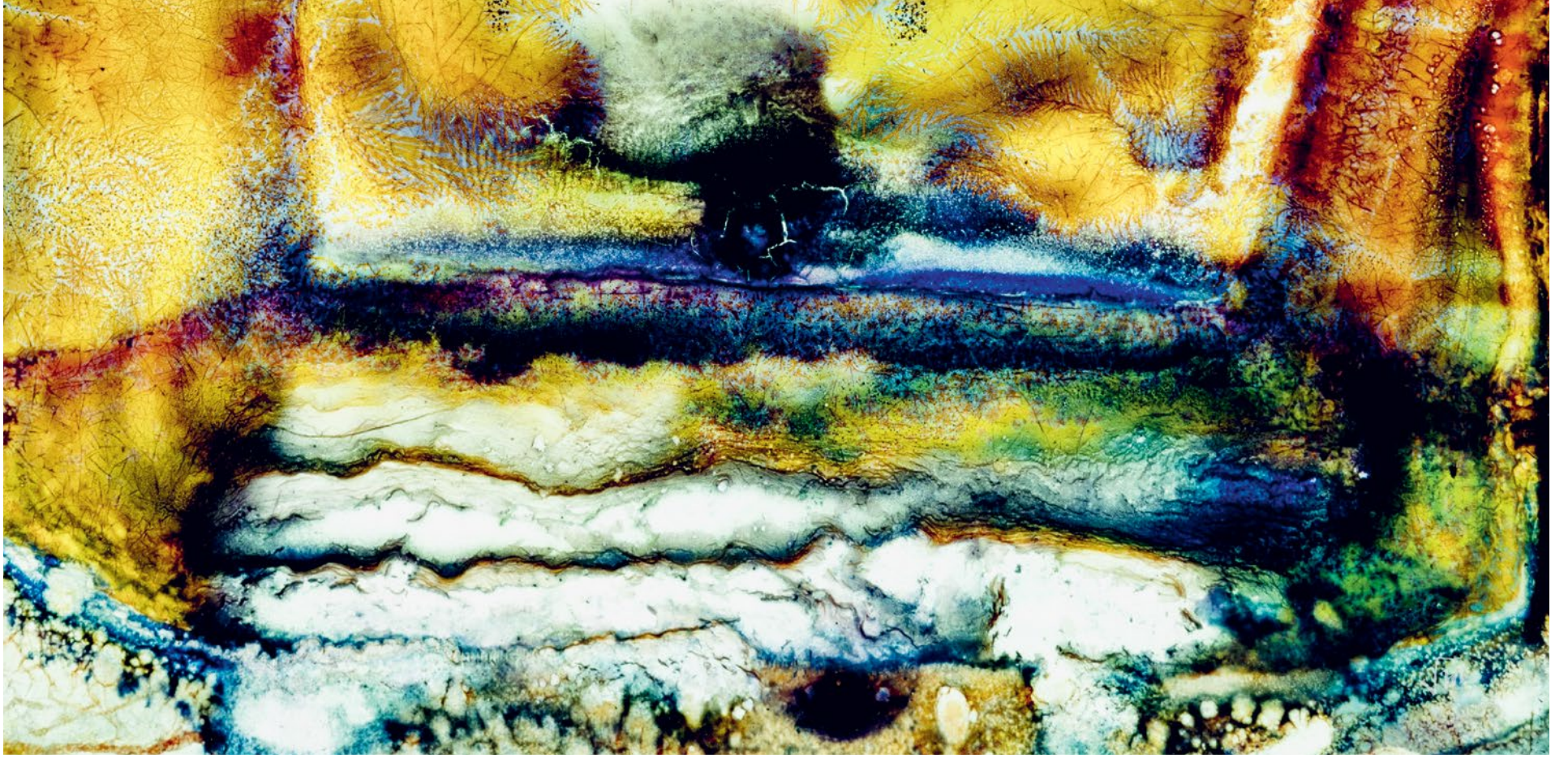
46 Tout près du Soleil
L'intérieur de notre étoile mère est tout autre que supposé jusqu'ici



48 Les pages des éditeurs
50 Vos réactions/Impressum

51 Débat
Est-il juste de nommer des célébrités docteures honoris causa?





La beauté abstraite des dévoreurs de mémoire

Parmi les quelque 450 000 diapositives du CERN, une centaine a échappé au rangement et par conséquent à une protection adéquate. Cette image montre ce qu'il reste d'une diapositive qui a passé trente ans à l'air libre dans un entrepôt avant d'être retrouvée par Jean-Yves Le Meur, responsable de l'archivage numérique des photographies du CERN, et son collègue physicien Matteo Volpi. Les micro-organismes de l'environnement avaient fait leur travail, note l'informaticien. Il a cherché à comprendre pourquoi la diapositive était si dégradée. «Grâce aux puissants microscopes dont nous disposons, nous avons pu déterminer la matière encore présente sur cette diapositive et la comparer à celle d'une autre correctement conservée, explique-t-il. Nous avons identifié le processus biologique à l'œuvre: les micro-organismes font disparaître les couleurs de la diapositive en se nourrissant de la gélatine du film utilisée pour faire tenir les couleurs. Ils y envoient des enzymes puis les réabsorbent. On peut d'ailleurs voir qu'ils ont privilégié certains chemins: là où le film est blanc, les couleurs ont déjà été entièrement consommées.»

De la diapositive initiale, il reste, par chance, un petit fragment intact qui montre le cylindre central du détecteur Delphi du grand collisionneur électron-positon (LEP) du CERN, en activité de 1989 à 2000 et, devant lui, un scientifique prenant des mesures. Grâce à ce fragment, on a l'impression, en regardant cette photo, d'observer à travers un télescope quelqu'un qui regarderait lui-même à travers un télescope. «Ce que je trouve fascinant, c'est que c'est une machine qui sert en fait à observer l'infiniment petit», rappelle Jean-Yves Le Meur. Plus fascinante encore: la rencontre entre la physique des particules et la biologie. Et l'illustration de ce processus qui transforme progressivement la mémoire du CERN en œuvre d'art. Ici, sauvée juste à temps de l'engloutissement.

Elise Frioud (Texte), Jean-Yves Le Meur (Image)

Lu et entendu

«Je ne mets pas d'avertissements. S'il est écrit génocide, c'est un génocide.»

Photo: màd

Elif Özmen, philosophe à l'Université de Giessen (D), donne des séminaires sur la philosophie dans le national-socialisme. Dans le Spiegel, elle s'est insurgée contre un guide de l'Université de Bonn, retiré depuis, qui demandait aux enseignants d'avertir si leurs contenus étaient sexistes ou racistes, ou traitaient de violences sexuelles ou de mort.

«Partager les brevets des vaccins ne fonctionne pas.»

Frank Montgomery, président de l'Association médicale mondiale, exige que les bénéfices des fabricants soient plutôt utilisés pour l'achat de vaccins à destination des pays plus pauvres. Au SonntagsBlick, il a expliqué: «Je ne suis ni socialiste ni communiste, je suis favorable à ce que ces entreprises réalisent des bénéfices. Mais qu'est-ce qui s'oppose à ce que les Etats en prélèvent une partie?»

Photo: Keystone

Attirer les talents à tout prix

La «guerre des talents» est relancée, indique un article paru sur le site Science Business. Autrement dit: de nombreux pays, souhaitant être à la pointe en matière de recherche, se vendent auprès des jeunes cerveaux.

Ian Walmsley, doyen de l'Imperial College de Londres, parle même d'une concurrence de plus en plus forte entre pays et qui ne devrait pas faiblir dans un avenir proche. Et plusieurs signaux l'attestent. Le Canada lance un vaste programme qui prévoit l'embauche de 1000 universitaires. Le Royaume-Uni vient de définir une stratégie visant à attirer les scientifiques. Elle s'appuie sur la simplification des formalités administratives et l'augmentation de la qualité de vie professionnelle. L'Europe du Sud n'est pas en reste. L'Espagne et la Grèce annoncent que les start-up bénéficieront de facilités avec des visas spéciaux et des avantages financiers. Les «nomades numériques» sont aussi prisés au Mexique et dans les pays des Caraïbes, relève Jean-Christophe Dumont, chef de la division des migrations internationales de l'OCDE. Ils se voient offrir des visas de travail.

«Les ‹nomades numériques› sont aussi prisés au Mexique.»

Jean-Christophe Dumont

Les étudiants et étudiantes en mobilité, qui peuvent de nouveau circuler à peu près normalement grâce à la levée des mesures sanitaires liées au coronavirus, sont aussi approchés afin de les inciter à rester travailler dans leur pays d'accueil. Les pays non anglophones se lancent également dans la course en offrant des cursus en anglais, au détriment des classiques Etats-Unis, Canada, Australie et Royaume-Uni.

Cette «guerre des talents» n'est pas nouvelle, mais elle a sans doute été réactivée par la levée des principales restrictions de mobilité liées à la pandémie. Et elle est alimentée par un autre facteur: la confrontation géopolitique entre les Etats-Unis et la Chine, notamment dans le domaine des technologies émergentes. *ef*

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*

Point de vue

«Nous souhaitons que notre festival soit porté par les universités suisses et ne soit plus indépendant.»

La Suisse a son propre festival du film scientifique. Organisé à Berne et à Zurich depuis quatre ans, il peine encore à s'établir. Samer Angelone, son cofondateur, entend changer les choses. Il explique comment et pourquoi le festival n'est pas réservé aux scientifiques.

Samer Angelone, quel est votre bilan après les quatre premières éditions du Global Science Film Festival?
Ces éditions étaient des pilotes. Nous espérons l'établir pleinement avec la cinquième, cette année. Avant la pandémie, il n'avait lieu que dans les cinémas. Puis, nous avons compris qu'on pouvait aussi l'organiser en ligne. En 2021, nous avons proposé les deux et obtenu plus de 10 000 vues en ligne ainsi que 2000 entrées au cinéma. Nous allons poursuivre avec cette combinaison.

La pandémie a-t-elle été une opportunité ou une source de stress supplémentaire?
En 2020, une semaine avant le début du festival, nous avons décidé de ne montrer les films qu'en ligne. C'était vraiment dur. Les cinéastes étaient invités, les hôtels réservés… Mais après, nous avons réalisé que la pandémie était un atout. Soudain, les universités voulaient être plus proches de la société.

Que faut-il pour établir le festival?
Nous souhaitons qu'il ne soit plus indépendant, mais porté par les universités suisses. L'an dernier, pour la première fois, nous avons eu le soutien de l'Université et de l'ETH Zurich. Une coopération que nous espérons durable.

Samer Angelone enseigne la réalisation de films aux scientifiques. Les œuvres sont présentées au Global Science Film Festival. Photo: màd

Qui visite le festival?
C'est difficile à dire pour le public en ligne, mais je vois sur nos canaux que la moitié vient de Suisse, l'autre de l'étranger. Dans les salles, nous observons que la moitié du public est composée de non-scientifiques. Nous avons donc réussi à créer un lien avec la société.

Vous avez présenté «Totally Under Control», un documentaire politique sur la réponse de l'administration Trump à la pandémie. Quelle part de science un film doit-il contenir pour prétendre participer au festival?
La décision est difficile. Les films doivent être assez professionnels pour que les gens aient envie de les voir. S'ils ne portent que sur des scientifiques dans des laboratoires, ils n'intéresseront personne. Il nous faut un équilibre entre les aspects cinématographiques et le contenu scientifique. Et le jury est, lui aussi, composé de scientifiques et de cinéastes. C'est le contrat.

Pourriez-vous sélectionner un film qui critique la science?
(Rire.) Je fais de mon mieux pour en trouver et j'espère y arriver dans le futur. Ce serait plus crédible. Notre but n'est pas de faire de la propagande pour la science. *jho*

Yohann Thenaisie a présenté sa recherche sur un traitement de la maladie de Parkinson en trois minutes et gagné en 2021. Photo: capture YouTube

Thèse de doctorat en 180 secondes: des sociologues y voient des risques

Trois minutes pour exposer ses travaux de recherche: c'est le concept du concours francophone «Ma thèse en 180 secondes», organisé en Suisse depuis 2016. Les sociologues Stéphane Le Lay et Jean Frances ont enquêté sur ce dispositif. Dans une interview donnée au journal Le Monde, ils font part de son ambivalence.

A l'origine, l'initiative est censée encourager les jeunes scientifiques à vulgariser leur travail. En participant au concours, ils apprennent à parler en public, sortent de leur laboratoire, élargissent leurs compétences. Or, dans le cadre d'un jeu, «on sort de la vulgarisation», estiment les sociologues. Car pour gagner, on risque de vouloir éluder les difficultés, les erreurs, voire de mentir. Une attitude qui peut au final être source de souffrance pour les jeunes scientifiques. *ef*

Controverse sur l'étude des races

Psychologue médico-légale à l'Université de Zurich, Henriette Haas a déposé, il y a quatre ans, une plainte auprès de la direction de l'établissement, accusant Pascal Germann de fraude scientifique. L'historien aurait falsifié, omis ou interprété arbitrairement des données dans sa thèse de doctorat consacrée à l'histoire de l'étude des races et à la génétique humaine en Suisse. Le jeune scientifique y analyse aussi les travaux d'Alfred Ernst, ex-recteur de l'université et grand-père d'Henriette Haas. Ce botaniste a notamment été l'un des cofondateurs de la Fondation Julius-Klaus (1922), qui avait pour but «l'amélioration de la race humaine».

En 2021, un audit externe a disculpé Pascal Germann en tous points. Henriette Haas a néanmoins poursuivi son combat contre sa thèse, au point que le magazine alémanique Beobachter lui a consacré un article. Son auteur renvoie à une contribution de la psychologue parue dans la revue en ligne Médialex. Elle y déplore entre autres la déliquescence des normes méthodologiques dans l'historiographie et remet une nouvelle fois en question la scientificité du travail de Pascal Germann. Elle écrit par exemple: «Pourquoi ne formule-t-il (ndlr, Pascal Germann) aucune de ses accusations floues sous forme de constatation directe et falsifiable? Peut-on qualifier une telle démarche de scientifique?» A l'instigation de l'Université de Zurich, Médialex a dû placer une référence à l'expertise après coup. Selon le Beobachter, l'institution examine aussi la possibilité d'engager une action judiciaire. Pascal Germann, désormais maître-assistant à l'Université de Berne, explique dans le magazine qu'un historien doit s'attendre à soulever un débat critique. Néanmoins: «Il s'agissait là d'une autre dimension. S'attaquer à un jeune chercheur et nuire à sa réputation en s'armant d'un avocat et de fausses accusations remet la liberté de la recherche en question.» *jho*

La recherche en Afghanistan est à bout

«Le gouvernement actuel a eu **un effet absolument destructeur sur la recherche**», dit Shohra Qaderi. Elle vient d'Afghanistan, mais étudie actuellement à Téhéran. Les 40 hautes écoles publiques et les 120 privées sont certes **officiellement ouvertes**, mais les scientifiques ne peuvent pour ainsi dire **pas faire leur travail**, lit-on dans Science. Les subventions internationales n'arrivent plus, de nombreux étudiants ont fui, les membres des minorités sont licenciés et les employés ne sont pas payés. Malgré des efforts de la communauté scientifique internationale, seule une infime partie des scientifiques afghans peut faire de la recherche à l'étranger. «Nous ne faisons que perdre notre temps ici», dit un chercheur encore sur place qui souhaite rester anonyme. *jho*

Situation d'urgence

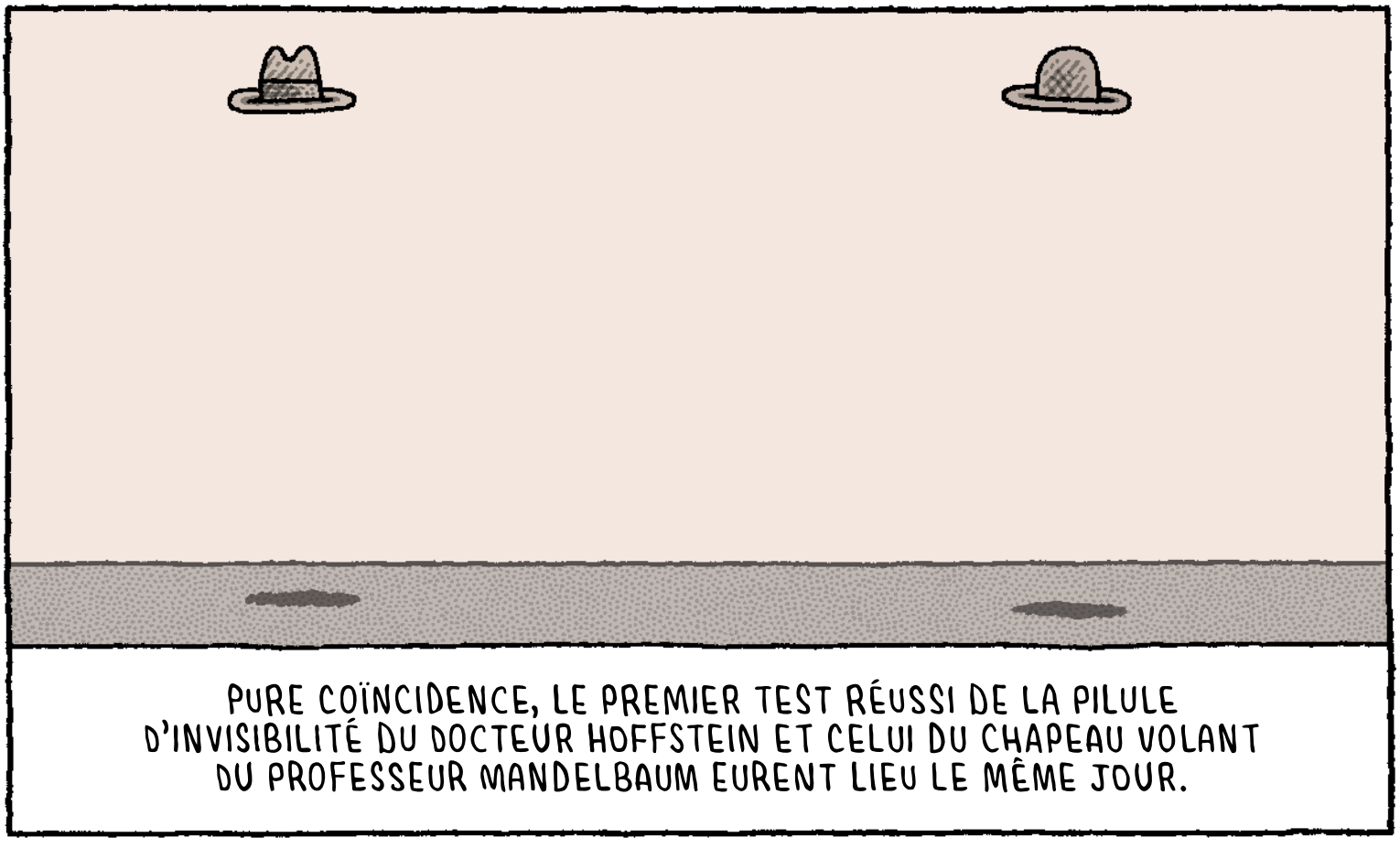


Illustration: Tom Gauld / Edition Moderne

Photo: Markus Bertschi/ETHZ, Felix Imhof/UNIL, mad

Personnalités

Elle a marqué son époque

Rectrice de l'ETH Zurich depuis 2015, Sarah Springman prend sa retraite. Dans un portrait hommage, le magazine Globe qualifie la géotechnicienne émérite de «rectrice du cœur» alors que la NZZ relève qu'«arrivée à Zurich en pionnière il y a un quart de siècle dans un environnement dominé par les hommes, elle quitte la cité après être devenue une personnalité marquante du site de recherche, un modèle pour de nombreuses jeunes chercheuses et la mentore de scientifiques confirmées». Les défis sont aussi évoqués, en particulier les reproches dans l'affaire Carollo – manque d'assistance et mauvaise gestion de crise par l'ETH Zurich – qui l'ont affectée. Et elle est déçue que la promotion des femmes n'ait pas encore atteint ses objectifs. *jho*

Oser l'utopie

Julia Steinberger est professeure d'économie écologique à l'Université de Lausanne et autrice principale du rapport du 3e groupe de travail du GIEC sur l'atténuation du changement climatique. Elle fait partie de la nouvelle association «Degrowth Switzerland» qui veut freiner la croissance économique pour atténuer la catastrophe climatique. Une décroissance ciblée est toutefois un tabou politique. Dans Heidi.news, Julia Steinberger a expliqué pourquoi il faudrait le briser: «Toute transformation sociétale paraît utopique avant qu'elle ne se concrétise. Les études montrent que protéger le bien-être humain et les bases de la vie par la croissance économique est complètement irréaliste.» *jho*

Présomption réfutée

Daniel Reck, postdoc à l'ETH Zurich, étudie la planification des transports. La presse a parlé de ses conclusions étonnantes sur le bilan écologique du partage des e-trottinettes et e-bikes. «Dans les conditions actuelles d'utilisation, ils nuisent plus au climat qu'ils ne lui sont utiles.» La reconstitution de 65 000 déplacements montre qu'ils ne remplacent pas la voiture, mais des moyens de transport durables: tram, vélo ou marche. Dans la NZZ, il conseille à ceux qui les mettent à disposition de ne plus les collecter et de les redistribuer et d'introduire des incitations à l'usage de zones de parcage déterminées. «Cela permettrait de réduire les émissions et aussi les coûts.» *jho*

En chiffres

42%

des chercheuses et chercheurs du monde académique voient leur **carrière** d'un œil **positif**, contre 64% dans l'industrie, selon un **sondage de Nature** auprès de 3200 personnes. Les résultats indiquent que la satisfaction se déplace vers l'industrie.

486

millions d'euros

prévus pour le **programme de recherche Horizon 2020** de l'UE n'ont **pas été dépensés** en 2020. La Commission européenne, les députés du Parlement européen et les Etats membres se **disputent** sur l'affectation de cet argent.

2,2%

en moins – telle est la baisse des dépenses des **entreprises de l'UE** pour la **recherche et le développement** en 2020. Ce premier **recul** depuis dix ans est justifié par la pandémie et les réductions qui en ont découlé. Aux **Etats-Unis et en Chine,** en revanche, les entreprises ont accru leurs investissements de respectivement 9,1% et 18,1%.

300

«Points of Failure», soit des moments où quelque chose aurait pu mal tourner, ont été franchis par le **télescope spatial James-Webb** au cours de son voyage de vingt-neuf jours. L'engin qui vaut **10 milliards de dollars** est considéré comme **l'observatoire spatial le plus complexe** de l'histoire.

Pas si vertes, ces religions

Les responsables ecclésiastiques et les scientifiques multiplient les déclarations et les mises en garde. De l'encyclique papale au symposium islamique sur le climat, on explique qu'une vision du monde centrée sur l'être humain a sa part de responsabilité dans la crise climatique. Les religions se disent toujours plus écologiques et professent la responsabilité face à la nature et la durabilité – pour protéger la Création. Mais, empiriquement, rien ne prouve qu'elles sont devenues plus vertes, ont montré des scientifiques de l'Université de Bâle sur la base d'une enquête qualitative de 68 entretiens auprès des communautés religieuses.

Les conceptions écologiques basées sur la foi ne sont pas également répandues, dit le sociologue des religions Fabian Huber: «Dans certains groupes, les questions sociales et économiques priment la protection de la nature et on se soucie d'abord de la situation des pauvres.» Les grandes religions du monde ont toujours été composées de différents courants, ce qui explique la confrontation de toutes sortes de conceptions et d'intérêts sur les questions écologiques actuelles. Des tensions et des conflits autour des solutions envisageables apparaissent donc régulièrement – par exemple la consommation de viande, le recours aux énergies renouvelables ou le recyclage des eaux usées qui ne fait pas l'unanimité dans l'islam. S'y ajoutent les positions fondamentalistes: des groupes qui nient le changement climatique ou des courants chrétiens rigoristes qui interprètent la catastrophe environnementale comme une punition de Dieu.

Fabien Huber indique en outre que la société est plutôt critique quant à la participation des communautés religieuses aux négociations sur le climat parce qu'elles ne sont pas considérées comme assez compétentes en la matière. L'équipe veut maintenant étudier, avec des collègues de l'Université de Lausanne, le rôle des communautés religieuses dans le débat sur l'environnement sous l'angle quantitatif. Elle prévoit d'interroger 1500 communautés dans le pays. *Christoph Dieffenbacher*

J. Köhrsen et al.: How «green» can religions be? Tensions about religious environmentalism. Zeitschrift für Religion, Gesellschaft und Politik (2021)

Photo: mad

Bactéries scintillantes à l'intérieur, témoins du système immunitaire endommagé de la drosophile.

Antibiotiques issus de mouches

Découverts dans les années 1980 chez les insectes, les peptides antimicrobiens sont des acteurs importants de l'immunité innée ou non spécifique, un type d'immunité dont sont dotés tous les organismes vivants et qui agit comme une sorte de défense en première ligne. Aujourd'hui, les travaux de l'équipe de Bruno Lemaitre, immunologiste à l'EPFL, montrent une nouvelle complexité et une spécificité insoupçonnée de ces peptides face à l'attaque des bactéries et champignons.

Contrairement à l'immunité adaptative, apparue chez les vertébrés et constituée d'anticorps spécifiques, de lymphocytes et de la mémoire immunitaire, l'immunité innée semblait agir sans tenir compte du type de maladie à combattre. «Les peptides antimicrobiens sont un mécanisme de défense universel: grâce à leur charge positive, ils créent des pores dans les bactéries chargées négativement, explique le scientifique. Mais nous avons pu montrer que chez les drosophiles, certains peptides ont un mode d'action spécifique. Ils se comportent comme des projectiles qui visent certaines bactéries et surtout certains champignons.»

Ces peptides se révèlent de plus en plus intéressants à étudier: «En en apprenant plus sur leur mode d'action, nous pourrons mieux comprendre les maladies des insectes. De plus, comme ces peptides existent aussi chez l'homme, ils pourraient ouvrir la voie à de nouveaux antibiotiques, nous pourrions en savoir plus sur leurs propriétés anticancéreuses ou leur rôle potentiel dans les maladies neurodégénératives», explique le chercheur. *Lia Rosso*

A. Carboni et al.: Cecropins contribute to Drosophila host defence against fungal and Gram-negative bacterial infection. bioRxiv (2021)

Pommes séchées dans le vent ionique

Photo: Anna Quaglia/Alamy

Les fruits pourraient être séchés avec des particules chargées.

Des scientifiques de l'Empa développent une **méthode pour sécher les fruits**: ils en disposent les morceaux sur une **grille entre deux électrodes** et appliquent une tension. Cela produit un vent **d'ions positifs** qui évacue l'humidité. Les calculs viennent de confirmer les résultats expérimentaux: la méthode est bien plus efficace sur le plan énergétique et plus respectueuse des nutriments. *yv*

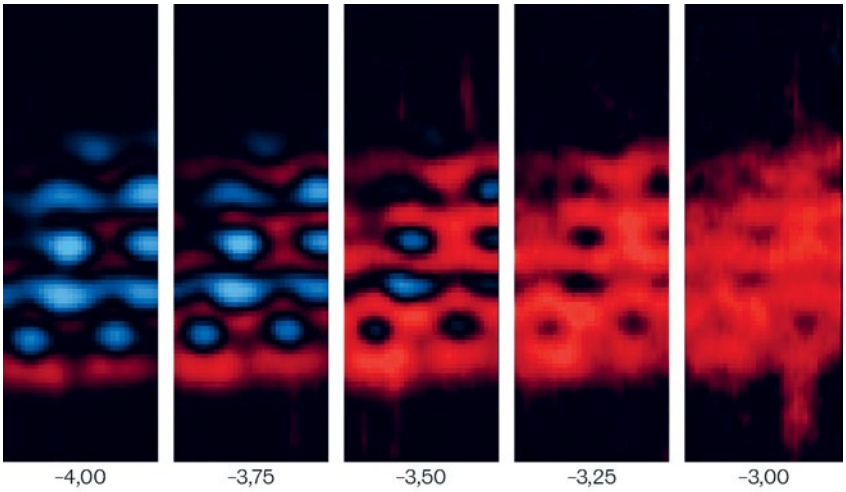
D. Onwude et al.: Scaling-up electrohydrodynamic drying for energy-efficient food drying via physics-based simulations. Journal of Cleaner Production (2021)

Une thérapie potentielle contre les fistules

Plus de la moitié des patients souffrant de la maladie intestinale chronique de Crohn développent des fistules, soit des lésions des tissus qui entraînent des inflammations. «**Les traitements et les opérations à disposition ne sont hélas pas une solution durable**», indique Michael Scharl, gastro–entérologue à l'Hôpital universitaire de Zurich. A la recherche d'une meilleure solution, son équipe s'est penchée sur une enzyme particulière, la métalloprotéase-9. Grâce à une technique de coloration, elle en a détecté de grandes quantités, en particulier sur les bords des fistules, dans les échantillons tissulaires de **22 patientes et patients**. Michael Scharl suppose qu'en dégradant le tissu conjonctif, cette enzyme favorise l'apparition des fistules. Un médicament qui bloque la métalloprotéase-9 pourrait donc l'éviter, même chez des patients qui ne répondent pas au traitement standard. L'idée est désormais testée sur des souris.

C. Mamie et al.: MMP9 expression in intestinal fistula from patients with fistulizing CD and from human xenograft mouse model. Tissue Barriers (2021)

Point de mire



A la rencontre du graphène

Des chercheurs de l'Université du Michigan ont réussi un très **gros plan sur les molécules** (rapprochement de droite à gauche). Un microscope à effet tunnel permet de représenter l'état d'électrons dans un **morceau de graphène de seulement sept atomes** de large, avec une précision d'un dixième de million de millimètre. A cette fin, l'équipe de Roman Fasel de l'Empa a mis à disposition son savoir-faire sur les **nanobandes de graphène**, qui conviennent aux circuits électroniques de haute précision. *yv*

S. E. Ammerman et al.: Lightwave-driven scanning tunnelling spectroscopy of atomically precise graphene nanoribbons. Nature Communications (2021)

Où le cerveau distingue sa propre voix de celle d'autrui

La voix humaine véhicule des informations capitales qui permettent d'identifier presque instantanément une personne connue sans même la voir. Une étude menée par un groupe de scientifiques genevois, vaudois et bernois à l'Université de Genève a permis de définir une carte spécifique des ressources cérébrales utilisées pour identifier sa propre voix tout en la distinguant de celle d'autrui. Il s'agit d'un réseau cérébral qui implique l'insula, le cortex cingulaire et les structures du lobe temporal médian. D'autres études avaient déjà mis en évidence l'implication de l'hémisphère droit du cerveau dans cette reconnaissance. Mais aucune ne visait à établir en plus un lien entre les activations neuronales pendant l'exécution d'une tâche spécifique, consistant à distinguer sa voix de celle d'autrui. De plus, les études précédentes reposaient sur des stimuli vocaux diffusés uniquement par conduction aérienne. Le son différait dans ce cas de la voix propre telle qu'on l'entend lorsqu'on parle: de l'extérieur par l'air et de l'intérieur par conduction des ondes par les os du crâne et de la mâchoire.

Une étude utile à la recherche sur les hallucinations verbales.

L'analyse menée à l'Université de Genève repose sur les réponses de 26 personnes qui ont écouté aléatoirement 50 fois six exemples vocaux composés de leur voix plus ou moins mélangée, par morphisme vocal, à celle d'une personne de même sexe. Les séquences étaient diffusées par conduction osseuse (par un casque du commerce) ou aérienne (par PC portable). Les participants étaient équipés d'un dispositif d'électroencéphalogramme (EEG) qui a permis d'enregistrer en temps réel l'activité neuronale liée à leur propre voix et de la corréler avec la performance de réponse (temps moyen et précision), donnée par clic de souris. Une performance qui était meilleure lorsque le son était diffusé par conduction osseuse.

Ces résultats pourraient être utiles à la recherche du mécanisme encore inconnu des hallucinations auditivo-verbales. On suppose en effet que ces symptômes, connus notamment dans la schizophrénie, sont liés à une déficience à distinguer sa propre voix de celle d'autrui. *ew*

G. Iannotti, P. Orepic, D. Brunet, T. Koenig, S. Alcoba-Banqueri, D. Garin, K. Schaller, O. Blanke, C. Michel: EEG Spatiotemporal Patterns Underlying Self-other Voice Discrimination, Cerebral Cortex (2021)

Photo: Université Berne

Des lacustres résilients

Les nombreux **villages lacustres** de la région des Trois-Lacs suisse ont disparu vers 3400 avant J.-C., simultanément **aux variations climatiques** et à la **montée de l'eau.** Certains supposent que c'est l'origine de l'effondrement de la population. Caroline Heitz, archéologue, et son équipe arrivent à une conclusion plus optimiste: les gens étaient plus résilients qu'on ne le pensait. Il se sont **réfugiés dans l'arrière-pays**, sans y laisser de traces, et sont retournés au bord des lacs environ 180 ans après. Des types de constructions et poteries similaires font pencher pour une continuité culturelle. *yv*

C. Heitz et al.: Collapse and Resilience in Prehistoric Archaeology: Questioning Concepts and Causalities in Models of Climate-Induced Societal Transformations. Climate Change and Ancient Societies in Europe and the Near East (2021)

Avec de fausses images vers le bon diagnostic

L'intelligence artificielle (IA) peut épargner bien du travail, notamment en identifiant à une vitesse fulgurante les **zones concernées par une attaque cérébrale** sur des images de résonance magnétique. Pour apprendre à le faire, l'IA a toutefois besoin de milliers d'images déjà analysées par un humain. Pour des raisons de protection des données, notamment, il est rare d'en avoir assez à disposition. Le physicien Moritz Platscher et ses collègues de l'ETH Zurich ont **entraîné une autre IA** à implanter des zones touchées par une attaque cérébrale dans des scans de cerveaux sains. Avec ces images de synthèse et quelques données réelles, ils ont ensuite entraîné une IA comme d'ordinaire. Lors d'un test standardisé, celle-ci a diagnostiqué les attaques cérébrales presque aussi bien qu'un spécialiste. *yv*

M. Platscher et al.: Image translation for medical image generation: Ischemic stroke lesion segmentation. Biomedical Signal Processing and Control (2021)

Beautés minuscules

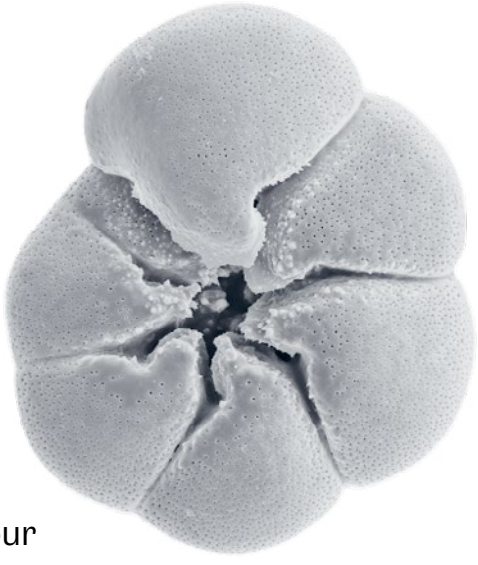


Photo: J. Schönfeld et al. (2021)

Au premier regard, on dirait des coquilles d'escargots. En réalité, il s'agit de coquilles d'**unicellulaires vivant dans l'eau**, invisibles à l'œil nu, des foraminifères. Des scientifiques de l'Université de Fribourg ont collecté 368 exemplaires du genre Ammonia dans des eaux peu profondes de la **côte adriatique** et les ont colorés en rose pour les classifier au microscope, tout en cherchant à identifier des caractéristiques afin de les distinguer de manière fiable. Ainsi, ils ont même découvert une espèce jusque-là inconnue. *yv*

J. Schönfeld et al.: Biometry and taxonomy of Adriatic Ammonia species from Bellaria-Igea Marina (Italy). Journal of Micropaleontology (2021)

La tempête sort le méthane des lacs

Les micro-organismes qui vivent dans les couches sédimentaires des plans d'eau stagnante produisent du méthane. On croyait que ce méthane, considéré comme un gaz à fort effet de serre, remontait à la surface en automne et en hiver pour se retrouver ensuite dans l'atmosphère. Les mesures réalisées par des équipes de l'Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau Eawag et de l'ETH Zurich démentent cette hypothèse.

En été, l'eau des lacs forme des strates stables. Les bactéries dites méthanotrophes vivent dans les couches supérieures et y utilisent le méthane comme source de carbone pour en tirer de l'énergie. Elles évitent ainsi que le gaz ne s'échappe dans l'atmosphère. Mais quand les températures baissent en fin d'année, les couches d'eau se mélangent. On pensait jusqu'ici que le méthane accumulé au fond des lacs remontait alors à la surface et s'en échappait. «Ce n'est pas exact», dit Helmut Bürgmann de l'Eawag. «L'eau profonde, riche en méthane, remonte bel et bien à la surface, mais dans ces conditions, les bactéries méthanotrophes se multiplient si efficacement qu'elles éliminent plus de 90% du méthane. Il faut en tenir compte lorsqu'on modélise l'influence du méthane sur le réchauffement climatique.» Ces résultats reposent sur des mesures réalisées entre octobre et décembre 2016 dans le Rotsee, près de Lucerne, à 16 mètres de profondeur. La couche du fond, pauvre en oxygène et riche en méthane, a minci durant cette période, passant de 8 à moins de 4 mètres. Comme le montre une étude antérieure, cette diminution va de pair avec la multiplication et la distribution plus large des bactéries méthanotrophes situées dans les couches supérieures, où l'eau est plus riche en oxygène et dans lesquelles le méthane s'est mélangé.

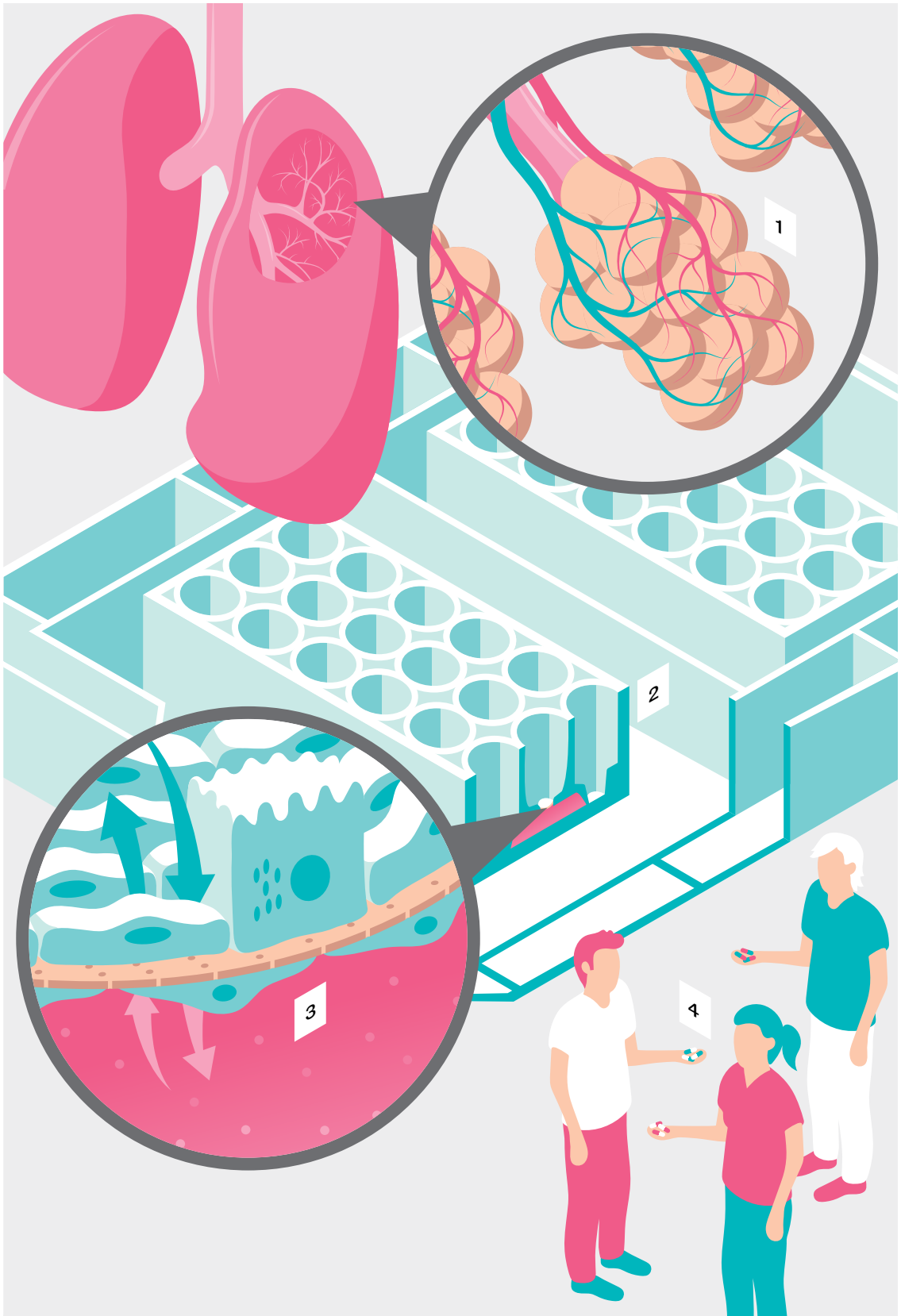
Sur la base de leurs mesures, les chercheurs ont modélisé le destin du méthane dans diverses conditions. «C'est seulement quand l'eau est soudainement et fortement brassée, comme lors d'une tempête, que d'importantes quantités de méthane s'échappent dans l'atmosphère. Sinon, le gaz est métabolisé», note Helmut Bürgmann. Les bulles de gaz qui remontent à la surface ne sont toutefois pas prises en compte. En effet, les bactéries ne peuvent rien en tirer. *Karin Hollricher*

M. Zimmermann et al.: Microbial methane oxidation efficiency and robustness during lake overturn. Limnology and Oceanography Letters. (2021)

Le mini-poumon qui éveille de grands espoirs

Les thérapies et les médicaments sont aujourd'hui testés sur des animaux et sur des cellules en culture. Une autre possibilité: reproduire des organes humains sur des puces électroniques.

Texte Astrid Tomczak-Plewka Illustration Ikonaut



1 Problème: poumon complexe
Pour développer des traitements contre des maladies pulmonaires, les scientifiques ont recours à l'expérimentation animale ou à des tests dans des boîtes de Petri. Ces méthodes présentent des inconvénients lorsqu'il s'agit de comprendre le travail d'un poumon humain qui respire avec ses quelque 300 millions d'alvéoles.

2 Solution: puce-poumon
L'équipe d'Alveolix, un spin-off de l'Artorg Center de l'Université de Berne, a développé une puce sur laquelle sont simulées les conditions dans le poumon, dont le mouvement respiratoire. Sur la puce sont cultivées des cellules qui se comportent comme dans le corps humain. Cela permet aux chercheuses de tester les effets primaires et secondaires des médicaments et des aérosols sur le tissu pulmonaire.

3 Procédé: respiration simulée
Sur la puce se trouve une membrane poreuse et flexible de couleur chair, entourée d'une couche de cellules pulmonaires humaines issues de résidus d'opérations des poumons. Un diaphragme artificiel sert à faire se contracter et dilater les tissus comme lorsqu'on respire. Sise entre le diaphragme et la membrane se trouve une chambre remplie de milieu nutritif (rouge) qui imite le sang humain. A la pipette ou par vaporisation, on peut introduire des substances actives liquides – destinées par exemple au traitement de tumeurs – dans la puce.

4 Vision: médecine de précision
La puce-poumon sert en laboratoire de biologie pour développer des médicaments et en recherche fondamentale. La vision d'avenir: placer sur une puce plusieurs organes conçus sur mesure. Les scientifiques espèrent qu'à l'avenir ces «humans on a chip» permettront de développer des médicaments avec nettement moins d'expérimentations animales et de choisir des préparations optimales pour chaque individu – la médecine personnalisée.

En dix minutes à pied de la maison au bureau ou au supermarché. Voilà la vie dans la cité idéale. Comment nous pouvons atteindre cet objectif et pourquoi des centres urbains se développent aussi à la campagne.

Expériences d'urbanisation
Le photographe lausannois Michel Bonvin a saisi avec son appareil photo l'esthétique des nouveaux bâtiments les plus modernes dans les agglomérations suisses.
A droite: avec le Circle, près de l'aéroport de Zurich, l'architecte Riken Yamamoto voulait construire une ville à part entière. Selon le publiciste et randonneur urbain Benedikt Loderer, il n'y est pas parvenu. A la place, il a réalisé un palais de l'investissement.

Collaboration : Rédaction Hochparterre

Adieu les voitures, place aux espaces verts!

Dans l'Ouest zurichois, la ville intelligente prend forme. Les scientifiques s'inspirent des connaissances acquises à Singapour, la Cité-jardin. A l'ordre du jour: toits comestibles, arbres contre la canicule et voitures bannies.

Texte Samuel Schlaefli Illustrations Clara San Millán

Cet après-midi, à l'ouest de Zurich, le temps est froid et maussade. Entre la gare principale et la Limmat, d'anciens édifices en briques et des halles de production réaffectées rappellent l'héritage industriel de la ville. Depuis les années 1990, le quartier de Zurich-West est réaménagé de fond en comble, densifié et armé pour aborder les défis du futur. La Prime Tower, qui culmine à 126 mètres, est devenue le nouvel emblème de la croissance économique et du développement urbain. D'après les scénarios de la mairie, la population zurichoise passera de 435 000 personnes actuellement à 514 000 en 2040.

Michelle Yingying Jiang attend devant un hôtel moderne flanqué de cafés et de centres de fitness. La chercheuse en urbanisme a grandi en Chine, étudié l'architecture à Shenzhen et Hong Kong, puis travaillé plusieurs années à Singapour avant de devenir coordinatrice du projet de recherche «Dense and Green Cities» au hub zurichois du Future Cities Lab (FCL) de l'ETH Zurich. Fondé en 2010, ce laboratoire est constitué d'équipes de Zurich et de Singapour. Pour de nombreux chercheurs et chercheuses en urbanisme, la cité-Etat insulaire est en effet une référence en matière de ville fortement densifiée, verte et intelligente.

Depuis 2012, les membres de l'équipe de Michelle Yingying Jiang analysent ainsi le développement de Singapour, étudient des photos satellites et interrogent la population pour savoir comment elle utilise l'infrastructure urbaine et si elle est satisfaite de ses conditions de logement. Les résultats doivent aussi servir au développement urbain sous nos latitudes, raison pour laquelle une coopération a débuté en 2021 avec la ville de Zurich. Dix scientifiques de Zurich et autant de Singapour vont analyser pendant cinq ans les conditions-cadres architecturales, urbanistiques, écologiques, sociales, politiques et économiques des «villes denses et vertes».

Une floraison de jardins

Le quartier ouest de Zurich fait partie des zones urbaines dans lesquelles l'équipe de Michelle Yingying Jiang effectue des recherches sur le terrain. Lors d'une visite guidée, la chercheuse raconte les constats faits à Singapour et ce qui définit les villes du futur. Nous nous promenons à travers un quartier résidentiel pour rejoindre la Limmat. Soudain, l'architecte s'arrête devant un petit jardin avec de jeunes arbres, des buissons de menthe et de sauge. Des plantes grimpantes poussent sur la façade du café-boulangerie attenant. Au milieu de hauts immeubles de bureaux, ce petit jardin ressemble à une oasis de verdure, même en plein hiver. Pour Michelle Yingying Jiang, «cet espace vert contribue au bien-être et à la santé psychique des résidents». Elle est certaine qu'en été, ils sont nombreux à s'y asseoir.

Les chercheurs du FCL sont convaincus que dans les villes intelligentes du futur, ces coins de verdure auront davantage d'importance. En plus d'être bénéfiques pour la santé, ils créent des habitats pour les petits animaux, les oiseaux et les insectes, améliorant ainsi la biodiversité. Un point à ne pas négliger en regard de la production alimentaire urbaine, toujours plus importante en milieu construit, comme la production de miel sur les toits des gratte-ciel ou la culture de salades et de tomates dans le cadre de projets de jardinage urbain. L'association zurichoise «Edible Roofs» tente actuellement de motiver la population à utiliser les terrasses et les toits plats pour y faire pousser des légumes. Ainsi, en avril dernier, 13 jardinières surélevées contenant 4600 litres de terreau (image 1) ont été installées au Lochergut, dans l'ancien quartier ouvrier d'Aussersihl.

Les espaces verts sont aussi des lieux de rendez-vous favorisant les échanges sociaux dans les quartiers. Outre les parcs officiels, les petites surfaces comme celle devant la boulangerie représentent une grande partie des espaces verts urbains. Dans une étude sur les nouvelles mégapoles chinoises – des zones urbaines avec plus de 10 millions d'habitants –, des chercheurs sont récemment parvenus à la conclusion que la majeure partie des espaces verts était constituée de petites surfaces fragmentées de moins de 0,1 hectare. Longtemps, les urbanistes ont négligé ces mouchoirs de poche qui fournissent pourtant des services écosystémiques importants pour les villes.

Virage écologique Depuis quelques années, l'architecture et l'aménagement urbains prennent

1 – Potagers surélevés pour légumes de ville: terrasse au Lochergut, Zurich

2 – Un mile de flânerie au lieu de trains de marchandises: High Line Park, New York

pourtant un virage écologique. A New York et Paris, d'anciennes lignes de métro (image 2) sont transformées en promenades verdoyantes. A Séoul, en 2017, 24 000 plantes et des arbres de 50 essences ont été plantés sur une passerelle d'autoroute désaffectée (image 3), longue de plusieurs kilomètres et suspendue à 16 mètres de haut, transformée en parc public.

Milan possède depuis 2014 une forêt verticale, le Bosco Verticale (image 4). Des arbres cultivés pour ce projet et 2000 autres plantes ont été plantés sur les balcons et les terrasses de ces tours jumelles hautes de 80 et 104 mètres. Ils absorbent du CO2, nettoient l'air et doivent servir de biotope relais permettant aux animaux de circuler plus facilement entre les parcs, les allées et les friches urbaines. La forêt verticale a nettement revalorisé et densifié l'ancien quartier ouvrier de Porta Nuova dans le cadre d'un renouvellement complet. Des critiques s'élèvent toutefois contre cette écogentrification, qui a entraîné une hausse des loyers.

Singapour incarne en quelque sorte l'idéal d'une ville verte et dense. En 1967, le premier ministre Lee Kuan Yew a baptisé la métropole en pleine croissance «Garden City». En 1998, elle a été renommée «A city in a garden». Depuis, le gouvernement incite les promoteurs publics et privés à intégrer des surfaces vertes dans les projets urbanistiques. Il en résulte de spectaculaires façades végétalisées et des jardins tropicaux sur de vastes terrasses à des hauteurs vertigineuses. Le complexe immobilier «Green Heart» dans le district financier de Marina Bay en est un exemple saisissant: entre quatre gratte-ciel se déploie sur plusieurs étages un parc accessible au public avec 350 plantes et arbres tropicaux (image 5).

Le cauchemar des îlots de chaleur

Selon l'ONU, d'ici à 2050, près de 70% de la population mondiale vivra en ville contre 55% actuellement. Alors que les vagues de chaleur, les épisodes météorologiques extrêmes, la pollution de l'air et le niveau de la mer augmentent, cette croissance place les architectes et les urbanistes face à d'énormes défis. Christophe Girot, architecte-paysagiste et professeur à l'ETH Zurich, le formule ainsi: «Au XXIe siècle, la planification urbaine consiste toujours plus à aménager le paysage.» Pendant longtemps, les espaces verts ont été réduits à un rôle décoratif dans l'aménagement des villes. Avec la crise climatique et celle de la biodiversité, leur rôle prend toujours plus d'importance, notamment pour la régulation du microclimat.

Dans les métropoles de la ceinture tropicale notamment – comme Jakarta, Manille, Bangkok et Singapour –, la chaleur urbaine se mue toujours davantage en cauchemar sanitaire et énergétique. Dans les centres de Singapour les plus denses, les températures sont en partie jusqu'à 7 degrés supérieures à celles des régions moins construites, plus vertes. La faute au sol goudronné et étanche ainsi qu'aux façades en béton qui retiennent la chaleur. Les voitures, l'industrie et la production d'électricité à base d'agents énergétiques fossiles aggravent encore la situation, au point que la ville présente aujourd'hui la plus haute densité de climatiseurs de toute l'Asie du Sud-Est. Ces appareils consomment des quantités astronomiques de courant et aggravent à leur tour le problème en rejetant de la chaleur. Un cercle vicieux.

Le FCL planche actuellement sur un modèle de données de la ville, un «jumeau climatique numérique urbain» qui permet aux planificateurs de tester virtuellement diverses interventions. Le modèle contient des données sur les bâtiments, le trafic, la végétation, les surfaces, le vent, le rayonnement solaire et les modèles de déplacement de la population. Les planificateurs peuvent simuler l'impact sur le climat local lorsqu'on modifie la position d'ensembles de bâtiments ou lorsqu'on remplace par des surfaces plus claires des surfaces sombres, comme les routes en asphalte et les façades de bâtiments.

3 – Pont d'autoroute devenu parc urbain: Skygarden, Séoul

A Zurich aussi, l'effet d'îlot de chaleur pose toujours plus de problèmes. Selon les calculs du bureau de conseil immobilier Wüest Partner, qui reposent sur un scénario climatique modéré, il y aura, par rapport à l'année de référence 1981, 19 jours de canicule avec des températures supérieures à 30 degrés de plus par an d'ici à 2060. Cela impacte le bien-être général, la qualité du sommeil, la productivité du travail et la santé. Des infrastructures vertes, et avant tout des arbres, permettraient de lutter efficacement contre ce phénomène. Le géoécologue de l'ETH Zurich Jonas Schwaab a évalué l'influence de la végétation sur les températures grâce aux données satellites de 293 villes européennes. Il arrive à la conclusion que, dans les villes d'Europe centrale, la température de la surface (et non de l'air) pourrait être réduite de 8 à 12 degrés en plantant davantage d'arbres.

Zurich a entre-temps déclaré la guerre aux îlots de chaleur: entre Altstetten et Sihlfeld, 325 appartements d'intérêt général doivent être construits sur l'aire Koch d'ici à 2025. Outre ces immeubles pour 900 habitants, un bâtiment commercial et un parc de 12 000 mètres carrés sont

aussi prévus. Pour la première fois, la ville a indiqué dans l'appel d'offres que le projet devait contribuer de manière positive au climat de la ville. Dans celui qui l'a remporté, les corps des immeubles sont placés de sorte que l'air puisse circuler et rafraîchir l'espace naturellement. Au printemps 2020, la ville a présenté une base de planification pour le climat urbain, suivie en mars 2021 du plan de mesures destinées à réduire la chaleur. Sur la base d'une analyse du climat du canton, ce plan décrit des mesures destinées à diminuer l'exposition à la chaleur dans les espaces extérieurs. Une innovation originale sous forme de nuage artificiel sera testée durant l'été 2022 à la Turbinenplatz, dans le quartier de Zurich-West. Un anneau suspendu et équipé de fines buses vaporisera de l'eau pour refroidir les alentours. Depuis 2021, la ville soutient par ailleurs l'aménagement de façades et de toitures végétalisées à hauteur de 30 000 francs maximum.

Chemins piétonniers au lieu de routes

La végétalisation croissante des centres révèle une autre tendance dans l'aménagement urbain: la ville des dix ou quinze minutes. Le concept est attribué à Carlos Moreno, professeur de systèmes complexes à l'Université de la Sorbonne et expert en «ville intelligente» à la mairie de Paris. Son idée? Toutes les fonctions importantes du quotidien – achats, soins médicaux, formation, contacts sociaux, travail et repos – doivent être disponibles dans un rayon de quinze minutes à pied ou de cinq minutes à vélo. L'expert est devenu la figure de proue d'un mouvement qui déplore que, depuis le début du XXe siècle, les villes soient planifiées d'abord pour répondre aux besoins des automobilistes. Près de 1,3 milliard de voitures circulent aujourd'hui dans le monde, dont 300 millions rien qu'en Europe. D'après l'OCDE, les infrastructures de transport, et surtout les routes destinées aux voitures, occupaient entre 25 et 40% de l'espace public dans les villes en 2006. Carlos Moreno veut les rendre de nouveau accessibles aux promeneurs, aux cyclistes et aux activités communautaires dans les quartiers. Il est convaincu que cela favorisera le lien entre les quartiers et améliorera la qualité de vie. Et ce, tout en réduisant le trafic individuel de loisirs, la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.

4 – Un jardin qui pousse vers le ciel: Bosco Verticale, Milan

Singapour, aussi, a décidé de miser sur des trajets courts. Elle expérimente la règle des dix minutes: d'ici à 2030, tous les habitants et habitantes devront pouvoir rejoindre un parc en dix minutes maximum à pied. Parallèlement, la production alimentaire est localisée. D'après un sondage réalisé en 2020 auprès de 1500 personnes, 94% aimeraient que les denrées soient de production locale. Actuellement, 90% sont importées. «A Singapour, le jardinage urbain est devenu un thème d'actualité», constate Michelle Yingying Jiang. D'après le «Singapore Green Plan 2030», 30% des denrées doivent être produites sur l'île d'ici à 2030. Des expériences sont déjà en cours avec des fermes verticales et des champs de légumes sur des toits. A Zurich-West, la scientifique a déjà identifié certaines caractéristiques propres à une ville des quinze minutes: les vélos filent sur les pistes cyclables et les quartiers alentour sont facilement accessibles à pied. Elle juge le mélange entre logement, travail, apprentissage, restauration et commerces équilibré. «Cela évite que le quartier ne se vide après les heures de bureau, comme dans de nombreuses grandes villes.» Le plan directeur de la commune, adopté en novembre 2021, prévoit de continuer à réduire les distances en reliant mieux les 49 centres de quartiers par un réseau d'axes plus attractifs. Selon la chercheuse, une autre caractéristique définit la réussite de la ville du futur: la flexibilité. «La pandémie a encore renforcé la prise de conscience à cet égard. D'un jour à l'autre, des milliers de personnes travaillent de chez elles. Des immeubles de bureaux entiers restent vides. Les villes et les bâtiments doivent être multifonctionnels et capables de s'adapter aux incessants changements.»

5 – Paradis tropical aérien: le complexe Green Heart, Singapour

La dernière étape de notre visite nous mène jusqu'au viaduc ferroviaire près de la gare de Hardbrücke, construit en 1894. Autrefois, ses hautes arches abritaient les tailleurs de pierre. Dans le cadre d'un projet de réaffectation, elles ont été transformées en marché couvert, espaces événementiels, restaurants et magasins de vêtements ou de meubles. La scientifique y voit les limites de la comparaison avec Singapour. «Pour les villes européennes, à l'histoire vieille de plusieurs siècles, il est central d'aborder le patrimoine bâti avec soin.» Il en va tout autrement à Singapour ou dans de nombreuses villes de Chine. Souvent récentes, elles ont quasiment été planifiées sur une table à dessin. «La conversion d'infrastructures existantes, comme ici le viaduc, rend les villes intéressantes et durables», note Michelle Yingying Jiang. «Elle raconte l'histoire et la culture de ce quartier et de la ville, et cela donne une identité.»

Samuel Schlaefli est journaliste indépendant à Bâle.

Pour que les mégapoles ne soient pas englouties par la mer

De nombreuses mégapoles situées dans des régions côtières s'affaissent lentement alors que le niveau de la mer augmente continuellement. Afin d'éviter que Jakarta ne devienne la prochaine Atlantide, des chercheurs misent justement sur l'eau.

Premier ministre de Singapour, Lee Hsien Loong annonçait en 2019 que la cité-Etat allait devoir investir au moins 100 milliards de dollars US au cours des cinquante à cent prochaines années pour protéger ses côtes. La même année, son confrère indonésien Joko Widodo annonçait son intention de déplacer la capitale Jakarta dans la province du Kalimantan oriental, sur l'île de Bornéo. La cité s'est en effet affaissée de 2 mètres au siècle dernier et connaît des inondations toujours plus fréquentes.

Singapour et Jakarta ne sont pas des cas isolés. Ainsi, 62% des villes de plus de 8 millions d'habitants se trouvent au bord de l'eau. Rien qu'en Asie du Sud-Est, plus de 400 millions de personnes vivent dans des régions côtières situées sous le niveau de la mer. Toutes ces agglomérations sont menacées par la hausse du niveau des mers, l'érosion des côtes, l'intensification des cyclones et des ouragans, la destruction des écosystèmes ainsi que la salinisation des terres et de la nappe phréatique. Sous l'effet du réchauffement de la planète, les océans s'étendent alors que la fonte de la glace terrestre s'accélère. D'après les calculs du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), le niveau de la mer a augmenté en moyenne mondiale de 20 centimètres au siècle dernier. Suivant le scénario climatique, cette hausse atteindra 50 à 100 centimètres d'ici à 2100, avec de grandes disparités régionales.

«En vue des défis urbains énormes, nous devons réfléchir de manière utopique.»

Oscar Carracedo

Villes régénératives contre la crise climatique

«On ne peut plus arrêter la hausse du niveau des mers», affirme Oscar Carracedo, professeur de design urbain à l'Université nationale de Singapour. «Les villes situées à proximité des côtes ont trois options pour s'adapter: construire des murs de protection, surélever la ville ou s'éloigner du littoral.» A la tête du projet de recherche «The Sea-City Interface» du Future Cities Lab de l'ETH Zurich, il travaille depuis un an avec son équipe pour développer des stratégies sur la manière dont les villes côtières asiatiques doivent se transformer pour relever les défis qui se multiplient. «Les possibilités d'adaptation sont largement connues, mais elles sont limitées», précise Oscar Carracedo. Son équipe souhaite aller plus loin et lier adaptation et mitigation. «Nos études portent sur des villes qui redonnent quelque chose à l'environnement.» Il évoque le design régénératif, qui permet de conserver et de renouveler les ressources utilisées dans un circuit fermé. A l'avenir, les cités ne doivent pas seulement produire moins d'émissions, mais aussi extraire des gaz à effet de serre de l'atmosphère.

Pour y parvenir, les scientifiques ne misent pas seulement sur la nature, à l'image de la reforestation, mais aussi sur les technologies de captage du CO2. «Les gratte-ciel pourraient se muer en arbres artificiels et extraire le CO2 de l'air ambiant», explique le chercheur. Dans ce but, de nouveaux matériaux doivent être intégrés aux façades des bâtiments. Ainsi, des spécialistes de la physique, de la chimie et de la biologie de Singapour et de Zurich travaillent aussi sur ce projet.

L'accent mis sur les villes côtières n'est pas un hasard: pour les processus régénératifs et le stockage des gaz à effet de serre, d'importantes quantités d'eau sont nécessaires. Des solutions de stockage et d'utilisation de l'eau de pluie seront cependant aussi testées. Le chercheur avoue que ces idées sont encore idéalistes. Pourtant, «compte tenu des énormes défis urbains, nous devons penser de manière utopique; nous avons besoin de disruptions.» Oscar Carracedo est conscient que ces visions offrent peu d'espoir aux millions de personnes qui vivent dans des quartiers informels des mégapoles du Sud-Est asiatique telles que Jakarta. Leurs abris sont d'ores et déjà emportés par l'eau de la mer, dont le niveau ne cesse de monter. «Pour les plus pauvres, la seule priorité est de s'adapter le plus rapidement possible.» Et donc, encore une fois, de construire des murs de protection, de surélever les villes ou de s'éloigner du littoral. *Samuel Schlaefli*

Uptown Mels est le nom de ce quartier sans voitures. Il sera réalisé d'ici à 2023 à partir des bâtiments d'une ancienne usine textile de Mels (SG), au pied du Pizol, mais avec un charme urbain.

Photo: Michel Bonvin

METTLER PRADER
INTERKRAN
METTLER PRADER
INTERKRAN

Là où la ville était synonyme de liberté

Vers la fin du Moyen Age, les villes d'Europe sont devenues de puissants centres. Même les roturiers avaient une chance d'y grimper les échelons de la hiérarchie sociale. Petite histoire de l'urbanisation d'antan.

Texte Nicolas Gattlen

Que ce soit Paris, Londres, Cologne, Milan, Strasbourg ou Bâle, presque toutes les villes célèbres sont fondées sur des structures urbaines héritées de l'antique Empire romain. La Rome impériale avait recouvert le Vieux Continent d'un réseau dense de centres urbains. Ceux-ci lui servaient à sécuriser et à administrer son empire, mais étaient aussi des modèles de civilisation romaine à suivre. Bien que la chute de l'Empire romain à la fin du Ve siècle ait entraîné le dépérissement de la majorité de ces centres, au point qu'il n'en reste souvent presque rien au nord des Alpes, ils sont restés des points de relais pour la grande vague d'urbanisation qui déferlera sur l'Europe aux XIe et XIIe siècles.

Les villes d'Italie du Nord telles que Florence, Venise, Milan, Sienne ou Lucques, où la tradition urbaine de l'Antiquité n'a pratiquement jamais faibli, ont connu un développement particulièrement rapide. Le commerce de marchandises en provenance d'Orient y était prospère et les riches négociants, banquiers d'affaires et artisans sont parvenus à acquérir toujours plus de droits de la part des évêques et autres comtes. En Toscane, les citoyennes et les citoyens de Lucques ont été autorisés au XIe siècle déjà à former un parlement municipal et à se présenter aux élections du gouvernement de la ville.

La sécurité juridique permet l'ascension

Les riches familles de négociants ont rapidement pris en main le destin de la ville. En 1160, en échange d'un tribut annuel, Lucques obtient même du marquis de Toscane le droit de régner sur un territoire autour de la ville, le «contado». Les nobles sont alors forcés d'abandonner leurs résidences de campagne et de s'établir en ville. Lucques se mue en cité-Etat indépendante, dotée de son propre ordre juridique, gage de protection et de sécurité du droit pour ses habitants. Un atout de taille pour son essor économique.

En France, en Allemagne et en Suisse, où les villes sont parvenues à s'établir comme espaces juridiques à part entière à la fin du Moyen Age, ces nouveaux droits ont également pris de l'importance. Simon Teuscher, professeur d'histoire du Moyen Age à l'Université de Zurich, perçoit cette évolution comme l'élément d'une «spatialisation des droits»: dans ce processus, les droits et les devoirs sont moins liés aux personnes qu'aux structures spatiales. L'adage «l'air de la ville rend libre» rappelle que le territoire de la cité était considéré comme un espace de liberté. Il fait référence au droit pratiqué en de nombreux endroits, selon lequel un paysan ou une servante qui s'échappaient de leur seigneurie ne pouvaient plus être réclamés par leur maître après «un an et un jour» passés dans la ville.

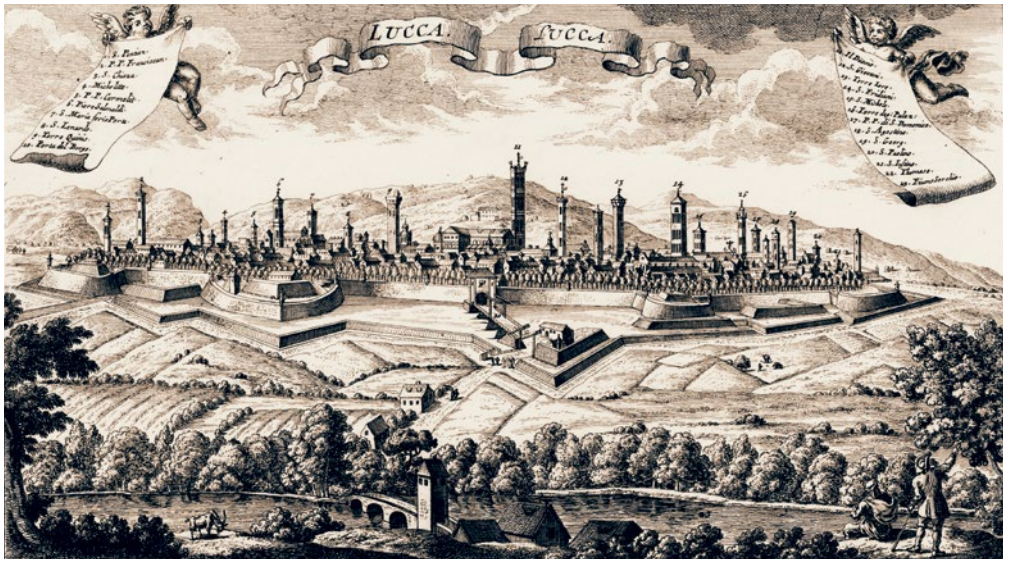
Les fugitifs étaient dès lors subordonnés à la ville, qui leur accordait davantage de droits personnels et les libérait d'obligations, comme le droit de relief – droit seigneurial sur les mutations de propriétés. Les hommes, en particulier, profitaient des droits de la cité. Pour autant qu'ils disposent des moyens financiers nécessaires, ils pouvaient même acquérir un droit de cité complet, privilège dont les femmes étaient par contre privées.

«La ville en tant que nouvel espace de droit a eu un puissant effet d'attraction», explique Martina Stercken, professeure d'histoire du Moyen Age à l'Université de Zurich. «Ici, s'offrait aux roturiers la chance de progresser et de s'élever dans la hiérarchie sociale.» Il est intéressant de noter qu'entre le XIIe et le XIVe siècle, la plupart des villes d'Europe centrale et de l'Est ont été fondées par des nobles ecclésiastiques et laïques. Ceux-ci ont ainsi pu affermir leur pouvoir, étendre leur influence et profiter de l'économie urbaine.

En de nombreux endroits, cette évolution s'est concrétisée par la construction de fortifications ou de remparts: la ville se délimitait du reste du territoire et démontrait sa capacité à se défendre face à la noblesse de la campagne ou, comme en Italie, face aux villes voisines concurrentes. Aujourd'hui, il ne reste plus grand-chose de ces symboles d'une bourgeoisie libre et affirmée. Pour la plupart, ces constructions ont été démantelées au XIXe siècle. En Europe, les remparts les mieux conservés et les plus beaux se trouvent à Lucques: cet anneau de 4,2 km de long dispose d'une promenade continue et verdoyante. Il contribue fortement au secteur économique le plus important de la ville d'aujourd'hui: le tourisme.

Nicolas Gattlen est journaliste indépendant dans le canton d'Argovie.

Photo: akg-images



Gravure sur cuivre de Lucques datant de 1750: depuis la fin du Moyen Age jusqu'à aujourd'hui, la petite ville toscane est protégée par un cercle de murailles.

Des potagers surélevés sont installés sur les toits du quartier d'Oassis près de Crissier (VD). De plus, le quartier veut assurer la mixité intergénérationnelle grâce à une résidence pour seniors.

Photo: Michel Bonvin

Ce grand fossé peut-être pas si grand

En Suisse, on évoque volontiers une opposition entre les modes de vie urbain et conservateur. Mais qu'en est-il en réalité? Enquête.

Texte Jürg Steiner

Depuis les années 1990, elle fait régulièrement surface: l'opposition ville–campagne. De préférence, les dimanches de votation. «Le fossé ne cesse de s'élargir», déclarait dans les médias Michael Hermann à la mi-juin 2021 après le rejet par le souverain suisse de la loi sur le CO2. Le géographe politique et directeur général de l'institut de recherche Sotomo relevait que les grandes villes avaient clairement approuvé le projet alors que les campagnes s'y étaient en majorité opposées: un schéma typique pour des résultats de vote serrés au cours des trente dernières années, avec des victoires pour les deux camps.

Michael Hermann étudie le fossé politique entre ville et campagne depuis vingt ans. L'évolution calculée par Sotomo sur la base des résultats des scrutins nationaux de 1990 à 2018 met en évidence un modèle spatial: à l'exception de Lugano, les grands centres urbains ont glissé vers la gauche. L'exemple le plus frappant est celui de Berne qui, de capitale administrative centriste, est devenue la grande ville de Suisse la plus à gauche. L'évolution est déjà nettement moins marquée dans les agglomérations avoisinantes, alors que l'espace rural est resté conservateur bourgeois.

En décembre 2021, Sotomo constatait dans une nouvelle étude «un élargissement massif de l'antagonisme ville–campagne». Pour 14 des 22 votations fédérales de la législature en cours, s'est creusé un écart entre grandes villes et campagnes «bien supérieur à la moyenne à long terme». Markus Freitag, professeur de sociologie politique à l'Université de Berne, confirme que les sondages des dernières décennies en Suisse mettent en évidence des différences d'attitude clairement identifiables entre la campagne et la ville – même si, selon lui, les deux pôles ni ne se rapprochent ni ne s'éloignent. Fondamentalement, selon ces sondages, les citadins sont plutôt favorables à l'Etat social, à la suppression de l'armée, à l'ouverture politique ou aux animaux sauvages alors que les habitants des campagnes y sont plutôt opposés. Un élément frappant est l'attitude face à la voiture, perçue positivement à la campagne, mais négativement en ville. C'est exactement l'inverse pour le loup: pour les citadins et citadines, il fait partie du romantisme de la nature, alors qu'il est considéré comme un problème à la campagne. «Le loup est à la ville ce que la voiture est à la campagne», résume Markus Freitag.

> **«Le loup est à la ville ce que la voiture est à la campagne.»**
>
> Markus Freitag

Depuis 2021, son groupe participe sur trois ans au projet de recherche Rude de l'Union européenne («Rural–Urban Divide in Europe»), aux côtés d'équipes des universités de Barcelone, Grenoble, Glasgow et Francfort. Y est notamment étudié l'impact du fossé ville–campagne sur les convictions politiques et sociales dans le contexte de la globalisation. En Suisse, ce fossé, comparé à d'autres pays, est particulièrement manifeste sur les questions relatives à l'ouverture politique.

Toutefois, les structures politico-économiques suisses désamorceraient le conflit: les courtes distances, des instruments étatiques tels que la péréquation financière ou le système éducatif empêchent que les régions isolées ne soient économiquement laissées pour compte. La situation n'est pas comparable à celle des Etats-Unis, où, dans leur concurrence acharnée, les deux grands partis jouent activement sur l'antagonisme ville–campagne, ou à celle de la France où le centralisme parisien exacerbe les différences.

Résistances au changement

Markus Freitag fait remarquer qu'en Suisse, selon la définition, près de 4 millions de personnes, soit 45% de la population, vivent dans des agglomérations, mais que ces zones intermédiaires hétérogènes sont peu étudiées. Il voit ici une question passionnante: pourquoi les positions des personnes qui vivent dans des agglomérations où l'urbanisation du bâti est exactement la même peuvent-elles se diviser selon un modèle ville–campagne? «Etrangement, le sentiment de ne pas être un citadin ou une citadine s'exprime déjà à proximité des frontières de la ville.» Jusqu'à présent toutefois, la recherche n'a pas encore identifié ce qui détermine précisément cette transition dans l'agglomération.

Mais où finit la ville et où commence la campagne? Statistiquement, c'est clair: il y a quelque 170 villes en Suisse. L'Office fédéral de la statistique les définit comme des «zones centrales d'un seul tenant avec une haute densité d'habitants et d'emplois et au moins 12 000 HEN» – cette abréviation représentant la somme des habitants, des emplois et un chiffre converti à partir des nuitées pour les lieux touristiques. La liste commence avec Zurich mais comprend également Zermatt, Ecublens (VD) ou Buchs (SG). La recherche cependant définit la ville comme la combinaison de plusieurs facteurs. Physiquement, elle se caractérise par un bâti dense et des fonctions centrales. Mais il faut aussi tenir compte de l'aspect social et symbolique: la ville en tant que lieu d'expériences diverses, d'options, de conflits et de rencontres – par exemple avec des communautés étrangères, des restaurants éphémères et des occupations d'immeubles. Ce qu'on peut résumer sous le terme d'urbanité.

Sur cette base, David Kaufmann, professeur assistant en développement territorial et en politique urbaine et responsable adjoint du Réseau ville et paysage à l'ETH Zurich, distingue un élément caractéristique: la Suisse est «largement urbanisée, mais pas de manière très intensive». Il n'y a pas de métropoles géantes, mais «de nombreux processus ponctuels d'urbanisation qui peuvent être intensifs aussi bien dans les centres que dans les agglomérations». David Kaufmann étudie l'acceptation de la densification. Les fréquentes résistances à

celle-ci dans la population exprimeraient-elles une volonté de conserver un aspect villageois en ville? C'est plutôt lié à un scepticisme général contre la transformation du bâti, dit le chercheur. Une situation complexe: les effets positifs de la densification – diminution du mitage – n'apparaissent qu'à long terme et à grande échelle alors que les changements architecturaux touchent les résidents d'un lieu directement et à court terme.

Colonisation mutuelle

Professeur de sociologie urbaine et d'analyse des mobilités à l'EPFL, Vincent Kaufmann recourt à une métaphore pour expliquer la faible densification des zones urbaines: «En Suisse, nous construisons volontiers un tunnel là où il existe un obstacle physique.» Ce qu'il veut dire par là est que le développement continu des infrastructures de mobilité a transformé la Suisse en un pays de pendulaires avec un paysage urbain ininterrompu entre Genève et Romanshorn. Aujourd'hui, neuf emplois sur dix se trouvent dans les centres urbains alors que les styles de vie urbains gagnent les recoins les plus reculés. «En fait, dit-il, nous vivons une sorte de processus de colonisation mutuelle.» Habiter dans un village du Jura et travailler au centre de Genève n'est pas un problème – encore moins depuis que la pandémie a accru l'acceptation du home office et du télétravail. Reste à savoir ce que cela signifie pour l'enracinement des gens.

«Pour moi, l'opposition ville–campagne est dépassée, ajoute Heike Mayer, professeure de géographie économique à l'Université de Berne. En réalité, les extrêmes sont très proches dans l'espace.» Elle relève qu'on rencontre dans des régions périphériques telles que la Basse-Engadine ou l'Emmental des entreprises dynamiques et novatrices qui produisent pour un marché mondial. A contrario, il existe sur le territoire urbain des zones de stagnation passagère, telles les friches industrielles à la périphérie des villes. Elle a trouvé des indices intéressants chez un de ses doctorants qui étudie les formes de travail en plusieurs lieux et a accompagné des hommes et des femmes qui partagent leur semaine entre journées de bureau en ville et télétravail dans des régions de montagne. Il s'en dégage un modèle dans lequel ville et campagne se complètent: la partie créative et riche en rencontres se passe en ville et le travail qui exige tranquillité et concentration est assuré dans les montagnes. Elle y voit aussi une raison pour «consacrer davantage d'énergie à comprendre ville et campagne comme un système complémentaire et non antagoniste».

Aucun doute: le fossé ville–campagne existe bel et bien dans les têtes et s'exprime de temps à autre dans les urnes. Mais dans le quotidien de la plupart des Suissesses et Suisses, ville et campagne s'entremêlent, au point qu'il est difficile de les distinguer.

Jürg Steiner est journaliste indépendant à Berne.

Tout est différent au Tessin

Bien qu'urbaine, la région située entre Lugano et Mendrisio perd des habitants. Comment fonctionne la «Città Ticino».

La «Città diffusa» se déroule comme un tapis, descendant du Gothard à Locarno via Bellinzone, passant le Monte Ceneri jusqu'à Lugano et Mendrisio, avant de franchir la frontière jusqu'à Côme et Milan. Elle est le résultat d'un processus de prolifération dans tous les fonds de vallées qui a été dominé pendant des dizaines d'années par la mobilité automobile. Au Tessin, l'opposition ville–campagne est extrêmement marquée: 86% de la population et 90% des emplois sont concentrés sur 12% seulement de la superficie du canton. «Les vallées situées plus haut se dépeuplent et il n'y reste pratiquement plus que des personnes âgées», dit Gian Paolo Torricelli, professeur en développement territorial à l'Accademia di architettura de Mendrisio.

Depuis le début du XXIe siècle, le canton du sud des Alpes se comprend comme la «Città Ticino», une agglomération urbaine avec les quatre centres – Bellinzone, Locarno, Lugano et Mendrisio. Cette vision s'est vraiment concrétisée lors de l'ouverture du tunnel de base sous le Ceneri il y a deux ans, explique Gian Paolo Toricelli. Les transports publics entre les centres ont été développés pour créer un système RER qui pourrait constituer la base d'un développement urbain. Et effectivement, les familles et les jeunes ont tendance à revenir des régions plus éloignées vers les centres, ce qui freine le mitage incontrôlé. Toutefois, cela vaut surtout pour Bellinzone. Alors que, depuis 2016, le Sottoceneri, la région Lugano – Mendrisio où vivent plus de 200 000 personnes, perd chaque année plusieurs centaines d'habitants – ce qui est atypique pour une zone urbaine.

Gian Paolo Torricelli explique cela par la situation de région frontalière du canton. Depuis l'entrée en vigueur des accords bilatéraux avec l'UE, le Sottoceneri connaît certes un boom économique, mais rencontre aussi des problèmes. Des entreprises industrielles et de logistique italiennes se sont installées dans le sud du Tessin et désormais plus de 70 000 frontaliers viennent y travailler chaque jour. Le niveau des salaires dans les services est inférieur de 20% à la moyenne suisse. En outre, le tunnel de base permet plus facilement aux jeunes d'aller chercher du travail au nord du Gothard. Il manque toutefois des données précises sur les conséquences. A l'inverse, le professeur estime aussi que la Città Ticino pourrait profiter de la pandémie. «Les gens recherchent aujourd'hui des lieux de résidence éloignés des grandes villes, moins denses mais bien desservis et offrant une qualité de vie élevée.» *Jürg Steiner*

«Nous avons besoin de plus de ville dans les villes»

Dix minutes entre le logement, le travail et les loisirs. L'architecte et économiste Sibylle Wälty estime que ce serait la densité urbaine idéale.

Texte Jürg Steiner Photo Sophie Stieger

Docteure en architecture et économiste en immobilier, Sibylle Wälty enseigne et mène des recherches sur l'utilisation mesurée du sol dans les surfaces bâties à l'ETH Wohnforum – ETH CASE de Zurich.

Sibylle Wälty, que sont pour vous la ville et la campagne?
Si l'on veut y voir une paire d'opposés: la campagne signifie beaucoup de trafic individuel motorisé, dû aux longs trajets pour se rendre au travail, pour les tâches quotidiennes et les loisirs. Tandis que la ville équivaut à une haute densité d'utilisation et donc à la possibilité d'effectuer toutes les activités importantes dans un rayon de dix minutes à pied.

Pourtant, dans la Suisse urbaine, la réalité est plutôt faite de longs trajets de pendulaires en transports publics, d'embouteillages et de paysages mités.
Le développement des centres-villes refoule les habitantes et habitants vers les agglomérations ou encore plus loin dans la périphérie. Il faudrait au contraire créer davantage de logements dans les villes. Le résultat a été une croissance débridée du trafic au cours des vingt dernières années. Nous sommes encore bien loin – aussi pour les zones urbaines – d'un cadre sain et dense, où on peut atteindre le lieu de travail et les infrastructures d'approvisionnement et de loisir à pied ou à vélo.

La densité urbaine idéale existe-t-elle?
Dans ma thèse, j'ai développé deux critères permettant de satisfaire au principe d'utilisation mesurée du sol inscrit dans la loi. Premièrement, il faut que 10 000 personnes au moins vivent dans un rayon de 500 mètres autour d'un nœud de transports publics. Deuxièmement: dans ce périmètre, le rapport entre habitants et personnes travaillant à temps complet doit être de 2 pour 1. Cela permet d'assurer une distance moyenne de dix minutes à pied entre domicile, travail et loisirs.

A quel point nos villes sont-elles éloignées de cette densité?
Ces dernières décennies, les responsables des villes ont fait beaucoup pour attirer des emplois, mais n'ont pas veillé à mettre assez de logements à disposition. Les personnes qui vivent loin du centre ne le font pas toujours de leur plein gré. Cela explique aussi la demande élevée persistante en logements urbains.

C'est pourquoi les appartements sont trop chers.
L'offre est trop restreinte. Paradoxalement, ce sont souvent les règlements d'affectation et de construction qui empêchent de construire suffisamment de logements dans les centres. A titre de comparaison: pour le marché local, il manque aujourd'hui théoriquement quelque 300 000 habitants à Zurich.

Etait-ce différent dans le passé?
Autrefois, dans la zone située le long de la Langstrasse à Zurich, le rapport entre habitants et employés à plein temps était de 2 pour 1. Il est aujourd'hui de 1 pour 2. Dans les zones bien desservies par les transports publics, l'aménagement du territoire devrait permettre une plus forte densité d'utilisation afin que le trafic motorisé cesse de progresser en dépit de la croissance de la population et afin d'arrêter le mitage.

Vous plaidez pour l'idéal urbain du voisinage à dix minutes. Est-ce une vision réaliste?
Nous avons besoin de plus de ville dans les villes. Cet idéal est à peu près réalisé à Berne autour de la Breitenrainplatz ou à Zurich autour de la Brupbacherplatz. Il faut simplement que les plans d'affectation communaux permettent une telle densité. Et pas seulement dans certaines zones, mais à l'échelle des quartiers. Il est aussi impératif d'impliquer la population résidente.

Jürg Steiner est journaliste indépendant à Berne.

En été, elle semble ludique et verte, en hiver, elle révèle son côté triste. La tour-jardin près de Rotkreuz (ZG) est considérée comme l'emblème du quartier de Suurstoffi.

Photo: Michel Bonvin

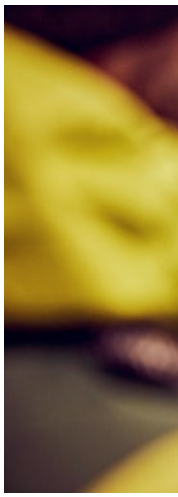
Pêche aux données high-tech

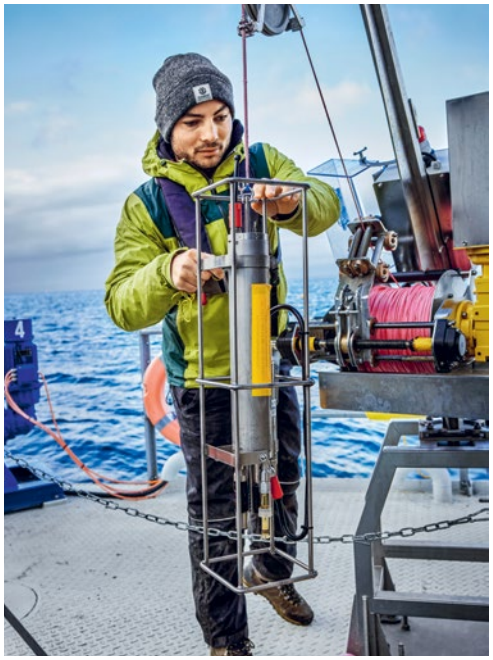
Sur la plateforme Léxplore, des scientifiques prennent des mesures dans le Léman depuis 2019. Leur objectif: mieux comprendre et prédire les réponses du lac face aux changements environnementaux.

Texte Elise Frioud Photos Sébastien Agnetti

1

2





5

4

3

Depuis le port de Pully, cinq minutes de navigation suffisent à Guillaume Cunillera pour rejoindre la plateforme scientifique Léxplore, ancrée à 570 mètres de la rive. La structure flottante attire parfois canards et autres oiseaux, révèle le technicien pendant le trajet. Mais elle attire surtout des scientifiques: une centaine environ, impliqués dans une trentaine de projets différents. Car ce véritable laboratoire d'une surface de 100 mètres carrés, ouvert en 2019, est unique au monde, indique Bastiaan Ibelings, professeur d'écologie microbienne à l'Université de Genève et membre du comité de pilotage de Léxplore. Il est en effet équipé d'instruments de pointe qui permettent de mesurer en continu les processus physiques, chimiques et biologiques du lac. Il offre donc tout à la fois les conditions idéales d'un laboratoire de recherche et une résolution temporelle et spatiale très fine des mesures.

«Jusqu'à présent, les mesures lacustres étaient tributaires de la météo et, de plus, les processus nocturnes étaient moins fréquemment suivis. Surtout, les mesures effectuées dans le cadre de la surveillance de routine des lacs n'étaient pas prises à des intervalles suffisamment courts pour illustrer la dynamique réelle des processus lacustres. Grâce à ce laboratoire, nous obtenons davantage de données et donc une compréhension plus fine de ce qui se passe dans le lac», précise Bastiaan Ibelings. Démonstration immédiate: en plus du travail de routine – surveiller le bon fonctionnement du matériel, des ordinateurs, vérifier l'état des batteries, calibrer des capteurs –, l'une des tâches de Guillaume Cunillera, ce matin-là, consiste à établir un profil vertical à l'aide d'une sonde multiparamètre. Pour ce faire, le technicien fait descendre cette dernière dans le lac en déroulant un treuil. A la vitesse de 20 centimètres par seconde, la sonde atteint le fond en une dizaine de minutes. Durant sa descente, elle relève les différents paramètres de la colonne d'eau: sa température, son pH, son taux d'oxygène ou encore sa conductivité. C'est une mesure classique en limnologie et le technicien l'effectue régulièrement. Mais il ne s'agit que d'une mesure complémentaire à celles que deux systèmes de la plateforme prennent automatiquement toutes les trois à six heures, livrant quantité de données. Des données qui permettent, par exemple, de quantifier plus précisément la dynamique physico-chimique de la zone productive du lac.

1 Léxplore: depuis 2019, ce laboratoire de recherche lacustre unique au monde, équipé d'instruments de pointe, est mis à la disposition des scientifiques.

2 Dans la cabine, les chercheurs disposent de toutes les infrastructures nécessaires, comme dans un vrai laboratoire. Ils peuvent par exemple observer les fonds marins grâce à un robot commandé à distance.

3 Toujours depuis la cabine, une fosse donnant directement dans le lac permet de faire des relevés et de prendre des échantillons à l'abri des intempéries.

4 Même chose depuis le pont: ce jour-là, Guillaume Cunillera, technicien, envoie une sonde multiparamètre dans le lac pour réaliser un profil vertical.

5 Pendant sa descente, la sonde relève plusieurs paramètres de la colonne d'eau. A bord de la plateforme, deux systèmes automatiques effectuent en plus ces mêmes relevés toutes les trois à six heures.

Multidisciplinarité pour mieux anticiper les changements

La plateforme Léxplore est le fruit du partenariat de cinq institutions actives autour du Léman: l'EPFL, les universités de Genève et Lausanne, l'Eawag ainsi que le Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques et écosystèmes limniques de l'Inrae et de l'Université Savoie Mont Blanc en France. Elle est à la disposition des scientifiques qui souhaitent profiter de cette infrastructure pour leurs projets de recherche. «L'idée, dès le départ, a été d'intégrer un maximum de chercheuses et chercheurs avec des spécialisations différentes afin de mieux comprendre cet écosystème en évolution. Il nous a aussi paru important de partager un maximum de données. C'est pour cette raison que l'équipe de Léxplore s'engage à les traiter et à les mettre à disposition en temps réel sur le portail public Datalakes», explique Bastiaan Ibelings. Avec cet imposant jeu de données, les scientifiques espèrent pouvoir mieux modéliser les processus clés du lac, afin de prédire et ainsi mieux anticiper les impacts du changement climatique sur le Léman.

En effet, les lacs sont à la fois d'importantes ressources naturelles pour l'eau potable, la pêche et les activités de loisirs, mais aussi des milieux extrêmement sensibles. Le réchauffement n'augmente pas seulement la température de l'eau de surface, il modifie également la stabilité des colonnes d'eau. Cela impacte le brassage des eaux et, par conséquent, un ensemble de paramètres, de la disponibilité des nutriments au manque d'oxygène en profondeur. Et ce n'est pas tout. Le Léman fait face à d'autres changements, comme la diminution de la concentration de phosphore. «Un projet de recherche mené sur la plateforme a justement permis de comprendre pourquoi la production primaire des lacs est restée stable malgré la diminution drastique des concentrations en phosphore. Les scientifiques ont montré que, jusqu'à un seuil critique, les algues sont capables de produire autant de carbone avec moins de phosphore. Au-delà de ce seuil, la production primaire diminue proportionnellement aux concentrations en phos-

phore», explique Natacha Tofield Pasche, directrice opérationnelle de Léxplore. La production primaire est constituée de matières premières, dont notamment du précieux plancton. Autre enseignement: les scientifiques ont pu établir le bilan annuel des mouvements générés par le vent et les changements de température dans le lac. Ils indiquent que les brassages qui ont lieu en hiver sont trois fois plus importants qu'en été, notamment à cause des vents plus soutenus. «Cette étude novatrice montre qu'il est indispensable de considérer l'énergie éolienne en plus des températures pour comprendre les effets du changement climatique», ajoute la scientifique.

Apprentissage automatique et haute fréquence

A bord de la plateforme, Bastiaan Ibelings s'intéresse plus particulièrement au phytoplancton. Il collabore pour ce faire avec l'Eawag. La dynamique du phytoplancton est suivie grâce à un cytomètre de flux qui permet de compter chaque cellule, et à l'observation d'images qui permettent de caractériser et compter les organismes microscopiques. L'apprentissage automatique est ici mis à profit afin d'analyser de grands ensembles de données. L'objectif de l'étude est de déterminer comment le phytoplancton répond tant à des facteurs environnementaux individuels changeants qu'à un ensemble de facteurs en interaction. Il s'agit donc d'étudier ses réponses dans les conditions de la complexité du monde réel. Ces connaissances serviront à améliorer la capacité à prédire le fonctionnement futur des écosystèmes lacustres et à guider la gestion des lacs. Dans ce cadre, les performances de Léxplore sont essentielles: pour réaliser un suivi pertinent, il est indispensable de travailler à une haute fréquence de mesure. Car la durée de vie du phytoplancton est tellement courte qu'un suivi mensuel de sa dynamique équivaudrait à un suivi tous les mille ans pour une forêt.

Le rythme de croisière est atteint

D'autres projets menés sur la plateforme depuis sa mise en service en 2019 ont déjà livré de nombreuses informations. Une recherche de l'Université de Lausanne qui vise à mieux quantifier le cycle du carbone dans le Léman a montré l'importance des vagues sur les émissions de dioxyde de carbone à la surface d'un lac de cette taille. Pour le Léman, les événements de vent extrême, qui représentent 6% des occurrences, pouvaient générer jusqu'à 25% des flux annuels de CO2. Un autre projet a pu mettre en évidence la présence de cyanobactéries potentiellement toxiques tout au long de l'année – y compris et surtout en hiver – et étudie désormais dans quelles conditions les toxines sont sécrétées par ces cyanobactéries. La plateforme est également exploitée pour tester de nouvelles technologies en conditions réelles: biocapteurs avec des cellules de poissons pour mesurer la toxicité de l'eau, robot-extracteur d'ADN environnemental ou encore tests de biodégradabilité d'un nouveau polyester.

Cet outil de travail lacustre n'est pas seulement équipé d'instruments de pointe, il est également bien pensé. Un robot commandé depuis la cabine permet d'explorer les fonds lacustres afin de vérifier l'état des structures immergées, comme les bouées et les ancrages. Si besoin, il est aussi capable d'aller récupérer les objets qui tombent à l'eau. A distance, les techniciennes et techniciens peuvent aussi prendre le contrôle d'une bonne partie des instruments du laboratoire. Un plus les jours de mauvais temps, lorsque l'accès à la plateforme est compliqué. Le confort n'a pas été oublié. «Nous sommes presque aussi bien installés qu'au bureau, nous avons des toilettes et même des matelas pour dormir», précise Guillaume Cunillera. «Après bientôt trois années de fonctionnement, je suis satisfait de constater que tout est bien rodé. Il faut dire que, sur une telle plateforme, s'assurer que tout fonctionne, c'est déjà un sacré travail! Le lac, avec sa force, casse pas mal de matériel. Mais je dirais que le plus satisfaisant dans ce travail, c'est qu'il n'y a pas une journée qui ressemble à une autre», analyse-t-il.

Elise Frioud est rédactrice d'Horizons.

1

5

«C’est un sacré travail. Le lac, avec sa force, casse pas mal de matériel. Mais le plus satisfaisant est qu’aucune journée ne ressemble à une autre.»

Guillaume Cunillera

2

3

1 Léxplore est ancrée à 570 mètres de la rive, au large du village de Pully.

2 La plateforme est utilisée pour différents projets scientifiques qui ont par exemple pour but de quantifier le cycle du carbone dans le Léman ou d'y mettre en évidence la présence de cyanobactéries. Elle est également exploitée pour tester de nouvelles technologies en conditions réelles.

3 Bastiaan Ibelings, professeur d’écologie microbienne à l’Université de Genève, concentre, quant à lui, ses recherches sur le phytoplancton.

4 La plateforme est accessible en cinq minutes de navette. Les jours de mauvais temps, quand l’accès est impossible, elle continue de récolter des données.

5 Un drôle d’objet flottant qui attire souvent curieuses et curieux, humains comme animaux.

4

Même le sexe des cellules influence la maladie

Homme ou femme? Cette question – centrale pour la prévention, le diagnostic et le traitement – n'est pas suffisamment posée dans la recherche. Les raisons.

Texte Stéphane Praz

Le Covid-19 a plus souvent une issue fatale chez les hommes que chez les femmes. Il existe également des différences entre les sexes dans l'infarctus du myocarde qui se manifeste plutôt par des signes subtils chez les femmes, comme des douleurs dorsales, mais rarement par une douleur irradiant dans le bras gauche, comme c'est le cas pour les hommes. En outre, les femmes atteintes d'insuffisance cardiaque n'ont besoin que de la moitié de la dose recommandée pour la principale classe de médicaments. Pourtant, ce n'est que depuis quelques années que le facteur genre est pris en compte de manière toujours plus systématique en médecine – surtout par des femmes.

Les connaissances en médecine genrée peuvent faire la différence entre la vie et la mort: une étude nationale publiée en 2021 a révélé que les femmes souffrant de maladies cardiovasculaires graves bénéficiaient moins fréquemment que les hommes d'une prise en charge aux soins intensifs. Souvent parce que les médecins n'évaluent pas correctement leurs symptômes. A l'inverse, l'ostéoporose et la dépression sont souvent diagnostiquées trop tard chez les hommes parce qu'elles sont considérées comme des maladies typiquement féminines. Par ailleurs, en plus du sexe biologique, le genre social joue aussi un rôle important dans l'origine même de nombreuses maladies. C'est probablement le cas des troubles alimentaires, qui touchent davantage les femmes, ou des addictions, auxquelles sont davantage sujets les hommes.

Les cellules ont aussi un sexe

C'est un fait que le genre ne se reflète que faiblement dans la recherche et la pratique. Pour que cela évolue, un changement du mode de pensée s'avère nécessaire dans de nombreux domaines. A commencer par la recherche fondamentale, note Carole Clair, coresponsable d'Unisanté, le Centre universitaire de médecine générale à Lausanne: «Il nous faut examiner systématiquement si les études menées jusqu'à présent sur le développement des maladies font une distinction entre les cellules féminines et les masculines et entre les animaux mâles et les femelles.» Certes, il n'existe pas des différences pour toutes les maladies. Mais la plupart du temps, on n'en sait rien car la recherche ne s'est pratiquement jamais posé la question.

Jusque-là, rares étaient les recherches indiquant le sexe des cellules ou des animaux étudiés. Une occasion manquée: des travaux récents montrent par exemple que les récepteurs dans les cellules féminines transmettent plus rapidement les signaux de douleur. Il n'est donc guère étonnant que la médecine d'approche genrée considère d'un œil critique les expériences réalisées jusqu'à présent sur les animaux dans le domaine de la perception et du traitement de la douleur, 80% d'entre elles ayant été effectuées sur des mâles. «Nous ne pourrons à l'avenir développer des approches thérapeutiques adaptées pour certaines maladies spécifiquement aux femmes ou aux hommes que si la recherche fondamentale enregistre mieux les différences entre les sexes», insiste Carole Clair.

D'importantes institutions de financement l'ont maintenant compris: aux Etats-Unis, les National Institutes of Health (NIH) – le plus grand bailleur de fonds de la recherche médicale du monde – demandent que les requérants indiquent le sexe des animaux utilisés et justifient leur décision. En Suisse, le FNS ne pose pas encore de telles exigences, confirme Irene Knüsel, responsable de la division biologie et médecine. Toutefois, le programme Spirit d'encouragement de la recherche transfrontalière, totalement ouvert quant aux thèmes, met l'accent sur des projets qui explorent les aspects de genre.

Les choses bougent aussi ailleurs. En Suisse, il existe désormais deux chaires consacrées à la médecine du genre: l'une est occupée par Carole Clair à l'Université de Lausanne et l'autre par la cardiologue Catherine Gebhard à l'Université de Zurich. Les universités de Berne et de Zurich proposent conjointement un CAS en «Sex- and Gender-Specific Medicine». «Nous allons dans la bonne direction, constate Catherine Gebhard, mais le chemin est encore long avant que l'approche sensible au genre ne soit largement adoptée.»

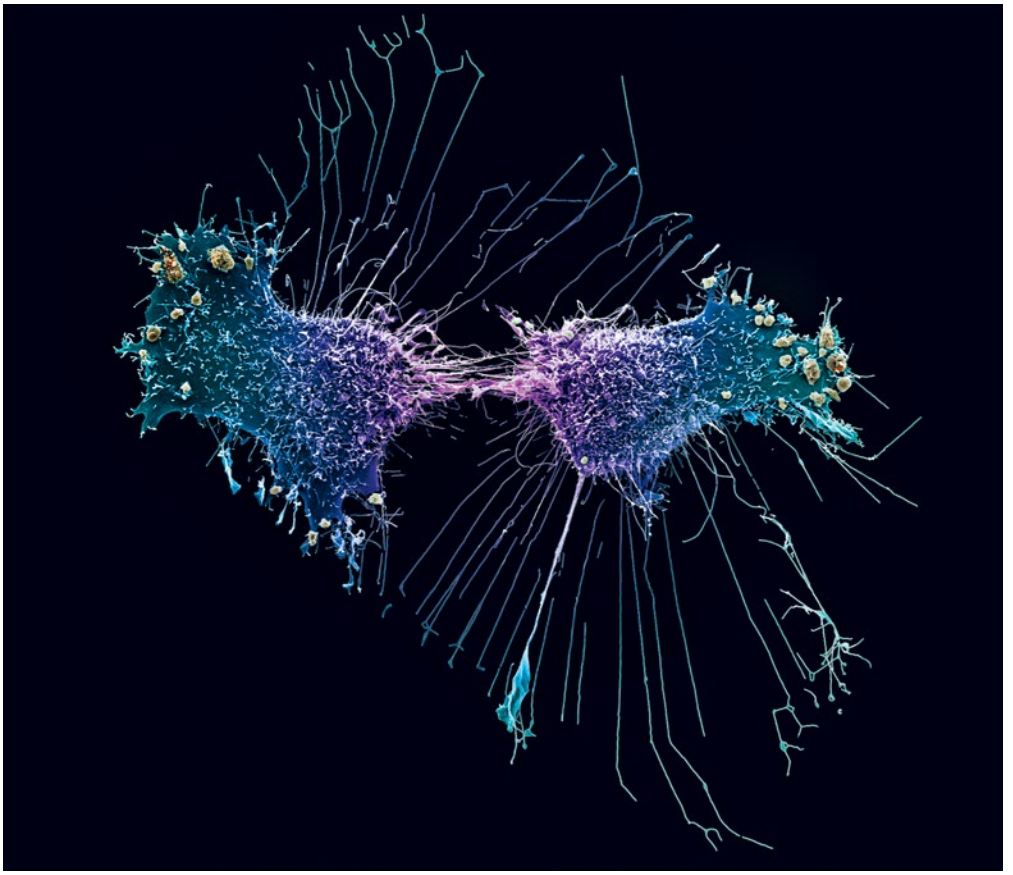
Peur suite au scandale de la thalidomide

Les thérapies et les médicaments sont principalement développés par l'industrie pharmaceutique. Or, celle-ci a longtemps largement exclu des études cliniques les femmes en âge de procréer. Cela, par crainte des conséquences pour les enfants à naître suite à différents scandales dont celui de la thalidomide, un tranquillisant qui a provoqué des malformations chez des milliers de nouveau-nés dans les années 1960.

Il a fallu attendre longtemps avant que les autorités d'homologation et les commissions d'éthique n'autorisent à leur tour des études impliquant des femmes, puis les imposent. Ce n'est toutefois que vers la fin des années 1990 que se sont accumulées les preuves que le sexe a une influence déterminante sur l'efficacité et la tolérance des médicaments. Swissmedic, l'autorité de contrôle des produits thérapeutiques, exige désormais explicitement que les deux sexes soient représentés dans les études de manière à correspondre à la réelle prévalence d'une maladie. Il existe cependant des directives scientifiques spécifiques pour l'inclusion des femmes enceintes qui doivent garantir la sécurité de l'enfant à naître.

Stefan Frings, directeur médical de Roche Pharma, explique: «Dans nos études cliniques, nous nous efforçons d'obtenir une répartition des patients et patientes représentative de la population que l'on peut s'attendre à traiter ultérieurement. Nous y parvenons presque toujours en ce qui concerne le genre.» Il

Photo: Anne Weston/The Francis Crick Institute/SPL/Keystone



Les cellules appelées HeLa sont de sexe féminin. Elles ont été les premières à pouvoir se diviser à l'infini à l'extérieur d'un corps. Aujourd'hui encore, elles sont utilisées dans des laboratoires du monde entier. Elles proviennent du cancer mortel du col de l'utérus de l'Américaine Henrietta Lacks.

«Nous allons dans la bonne direction, mais la route est encore longue.»

Catherine Gebhard

évoque néanmoins un autre objectif plus difficile à atteindre: une diversité suffisante parmi les participantes aux essais. «Aux Etats-Unis, pour les études sur le cancer du sein, il n'est pas facile de trouver assez de femmes afro-américaines concernées», indique-t-il. «La raison en est souvent que ce groupe de population est sous-représenté dans les institutions que nous utilisons comme centres d'étude.» Pourtant, il note qu'on sait que pour certaines formes de cancer il existe des différences dans le premier diagnostic et le pronostic selon l'appartenance ethnique.

Catherine Gebhard relève une autre problématique encore: «Les critères d'exclusion ont souvent pour conséquence indirecte que les femmes ne sont pas suffisamment prises en compte. Les maladies cardiaques touchent les femmes à un âge plus avancé que les hommes. Mais on ne compte guère beaucoup de personnes de plus de 80 ans dans les études.»

Les thérapies peuvent également être adaptées après leur autorisation. Pour cela, les données collectées au quotidien dans le domaine des soins sont capitales. Dans l'idéal, elles fournissent des informations sur les différences spécifiques entre les sexes, de l'évolution des maladies aux effets secondaires, en passant par qui a recours à quels types d'examens préventifs.

En théorie, ces données recèlent un énorme potentiel pour la médecine genrée. Mais la réalité en Suisse n'est pas aussi prometteuse. Ainsi, les données de routine sur les malades du covid aux soins intensifs ne permettent d'établir qu'avec un fort retard la répartition par sexe dans l'ensemble de la Suisse – et n'incluent pas tous les malades. «Ce que nous savons actuellement à ce sujet doit d'abord être rassemblé, ce qui demande un gros travail», dit Catherine Gebhard.

Collecte de données lacunaire

Le problème vient du fait qu'en Suisse un grand nombre de ces données ne sont pas collectées et regroupées selon des normes uniformes, contrairement à la Grande-Bretagne, par exemple, qui fait figure de pionnière dans ce domaine: grâce à des infrastructures de données bien organisées, non seulement les scientifiques trouvent la répartition actuelle par sexe des personnes aux soins intensifs, mais ils peuvent aussi l'analyser en fonction d'autres facteurs tels que l'âge ou les maladies antérieures.

C'est un objectif du Swiss Personalized Health Network (SPHN), une initiative qui rassemble les données des cinq hôpitaux universitaires suisses. Elle devrait aussi permettre des études détaillées mettant en relation le genre avec divers autres facteurs cliniques. Jusqu'à présent cependant, les données du SPHN n'ont pas encore été utilisées pour des projets de recherche en médecine du genre, regrette Katrin Crameri, directrice du Centre de coordination des données SPHN. Et ce n'est pas demain que des données de cette qualité seront disponibles pour le plus vaste domaine de la pratique médicale, les soins ambulatoires.

Il est donc difficile de vérifier dans quelle mesure la médecine genrée parvient jusqu'à la pratique et où, à l'inverse, la pratique a un besoin particulier de recherche correspondante. Mais l'objectif est clair: «Nous voulons à l'avenir ancrer davantage la perspective genrée, également au niveau structurel, explique Catherine Gebhard, avec des instituts spécifiques ainsi que dans les critères d'encouragement du FNS et dans les directives des sociétés spécialisées.»

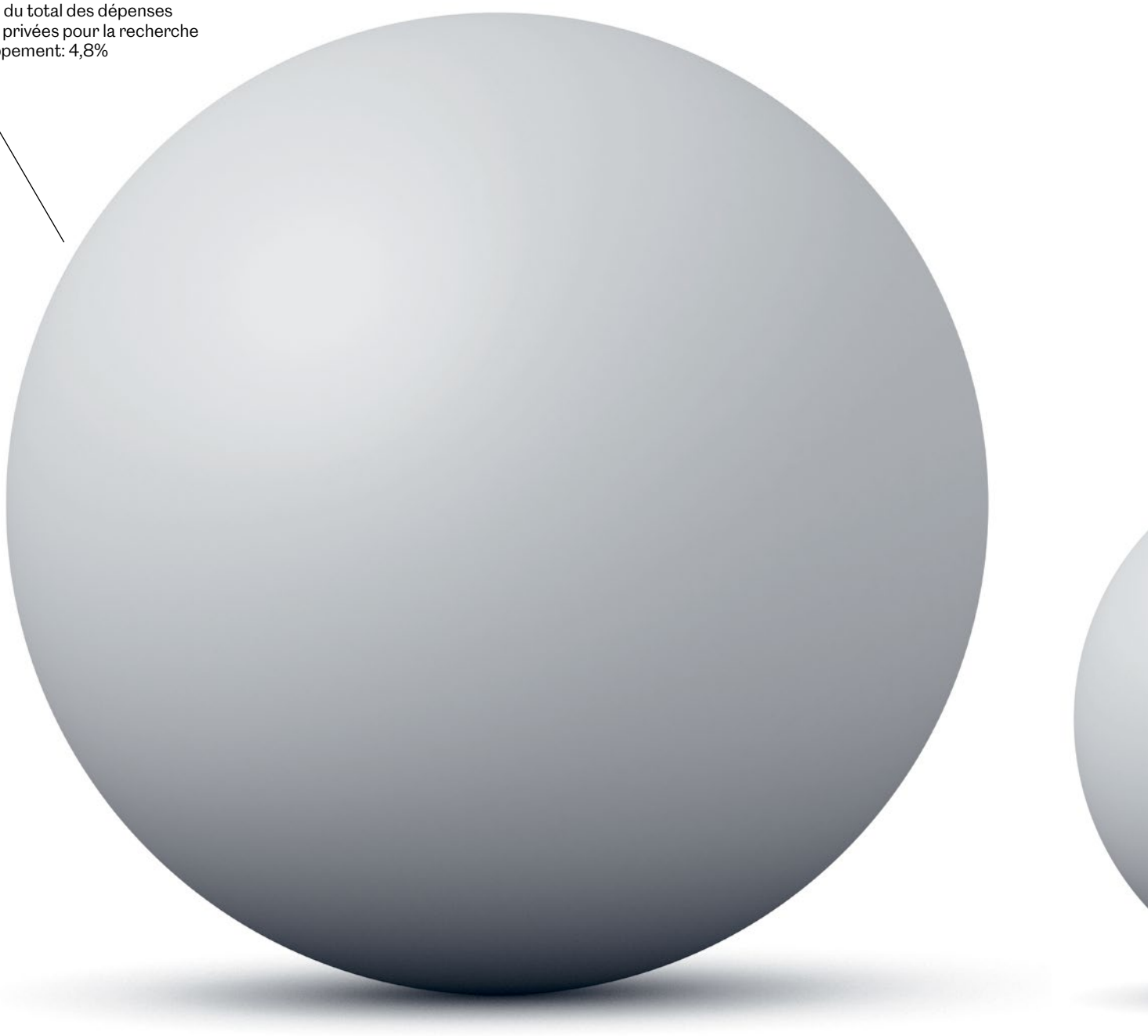
Stéphane Praz est journaliste scientifique à Zurich.

Un arsenal de financements

Fondations privées et bailleurs de fonds publics poursuivent le même but: soutenir la meilleure recherche. Mais les ressources à leur disposition et leurs processus de décision diffèrent parfois considérablement.

Texte Florian Fisch

NIH National Institutes of Health (Etats-Unis). Domaine: biomédecine, env. 10% de recherche propre. Budget: 36 000 mio CHF, fonds publics. Part du total des dépenses publiques et privées pour la recherche et le développement: 4,8%



Si vous receviez subitement une grosse somme d'argent et souhaitiez l'investir dans la recherche, une décision difficile vous attendrait: à qui donner cet argent? Afin de vous aider à prendre cette décision, voici les principaux points à clarifier:

Souhaitez-vous employer vous-même des chercheuses?
La Société Max-Planck en Allemagne et le Centre national de la recherche scientifique en France, par exemple, le font. Ainsi, ils deviennent eux-mêmes une sorte de haute école avec leurs propres chercheuses, mais sans enseignement. Jürgen Janger, qui étudie l'innovation à l'Institut autrichien de recherche économique, est plutôt sceptique: «L'université vit du lien avec l'enseignement et bénéficie ainsi de flux de connaissances bien plus variés.» Il reconnaît que les hautes écoles décentralisées comptent d'excellents cerveaux. Mais il relève que la plupart d'entre eux ont d'abord effectué leurs recherches révolutionnaires dans les universités.

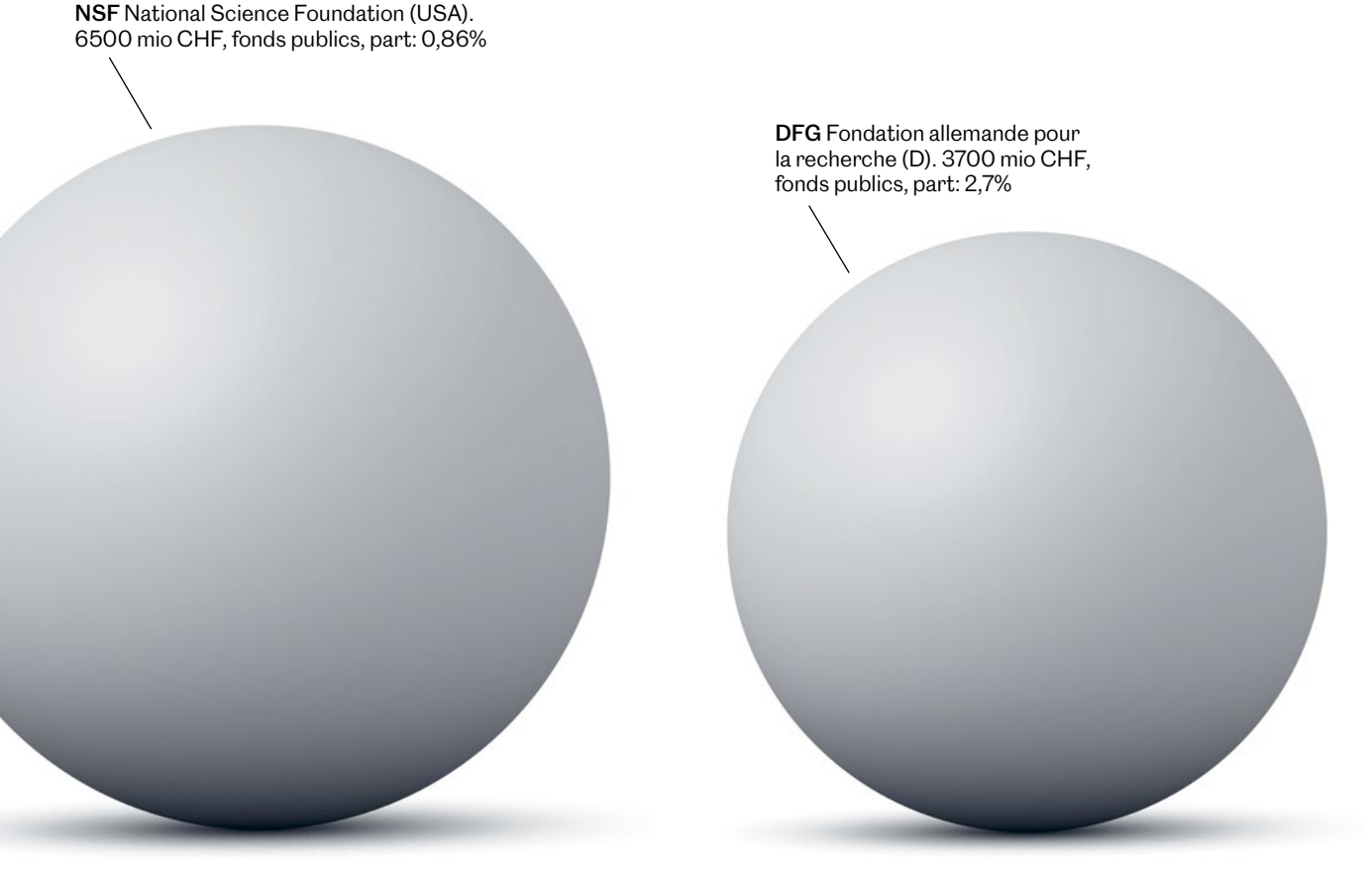
Préférez-vous encourager des talents ou de bons projets?
La plupart des grandes institutions de financement ont choisi de combiner les deux. Aux yeux des bailleurs de fonds publics, la promotion de la relève est particulièrement importante.

Souhaitez-vous définir le thème de la recherche?
C'est le cas de nombreuses fondations. La faîtière Swissfoundations compte plus de 100 membres qui investissent au total chaque année plus de 130 millions de francs dans la science de manière ciblée. La Jacobs Foundation, par exemple, soutient des projets sur l'encouragement de la petite enfance. Les promoteurs publics doivent répondre aux exigences politiques et financent sur mandat des programmes de recherche entre autres consacrés à l'approvisionnement énergétique durable. Le Fonds national suisse et les National Institutes of Health américains font, eux, partie des leaders en matière de soutien aux projets lancés par des scientifiques.

Comment entendez-vous évaluer les requêtes des chercheurs?
En Autriche, en Allemagne et en Suisse, les grands bailleurs de fonds publics recourent à une sorte d'autogestion: des scientifiques élus décident démocratiquement des projets à soutenir. Tandis qu'aux Etats-Unis, les gestionnaires employés par la Defense Advanced Research Projects Agency sont relativement autonomes dans leurs décisions.

Aimeriez-vous cofinancer le salaire de la professeure et les frais administratifs?
Cela dépend moins de vous que de l'écosystème scientifique dans lequel vous vous trouvez. «Ces facteurs sont importants pour la dynamique dans un pays», relève l'économiste Jürgen Janger. Aux Etats-Unis, les bailleurs de fonds financent le paquet global via des subsides. Ce qui explique, d'une part, la croissance et le déclin rapides des instituts et, d'autre part, le grand nombre de jeunes dans la recherche. Alors que dans l'espace germanophone, la majorité des professeures sont engagées durablement. Ce qui permet de faire de la recherche à long terme, mais rend les carrières de la relève précaires.

Si vous ignorez encore quelle est la meilleure manière de distribuer votre argent, c'est tout à fait normal. Les éléments ne sont pas assez probants, écrit le Research on Research Institute, fondé en 2019 par un consortium international: «Des milliards d'euros sont investis chaque année dans la recherche, mais nous ne savons pas s'ils sont attribués de la manière la plus efficace et la plus équitable.»



Influence mondiale

NIH – National Institutes of Health (USA)
Budget: 36 milliards de francs (2020)
Fondée en 1887 en tant que laboratoire d'hygiène d'un hôpital militaire d'Etat, cette institution dépendant du Département américain de la santé a vu ses budgets augmenter à partir de 1938.

C'est la plus grande organisation d'encouragement de la recherche au monde. Les National Institutes of Health (NIH) américains se concentrent exclusivement sur la biomédecine. Comme leur nom l'indique, les compétences de ces instituts ne se limitent pas au financement, mais ils disposent aussi de leurs propres instituts de recherche qui absorbent environ 10% du budget annuel. Plus de 80% de ce budget sont dépensés pour des projets soumis par des scientifiques de l'extérieur.

Les NIH exercent donc une grande influence sur la communauté scientifique, non seulement aux Etats-Unis, mais sur le plan mondial. Ils ont ainsi soutenu la création, en 1982, de la GenBank, une banque de données publique des séquences d'ADN de tous les organismes vivants étudiés. Et, en 2014 déjà, les NIH ont lancé un mouvement visant à ce que les genres féminin et masculin soient également pris en considération dans les expérimentations animales et les études cellulaires.

Wellcome Trust (GB)
Dépenses d'encouragement: 1,5 milliard de francs (2020)
Fondé en 1936 sous forme de fondation privée à Londres.

L'entrepreneur pharmaceutique anglo-américain Henry Wellcome a laissé une grande fortune qui, conformément à sa volonté, fut consacrée à la création d'une fondation pour la recherche en santé. Aujourd'hui, les placements financiers du Wellcome Trust dépassent les 32 milliards de francs suisses. Cela en fait la quatrième plus grande fondation de promotion de la recherche au monde, derrière la Novo Nordisk (DK), la Bill and Melinda Gates Foundation (USA) et la Stichting INGKA Foundation (NL). Alors que la Gates Foundation doit avoir dépensé ses ressources vingt ans après le décès des donateurs, le Wellcome Trust est là pour perdurer.

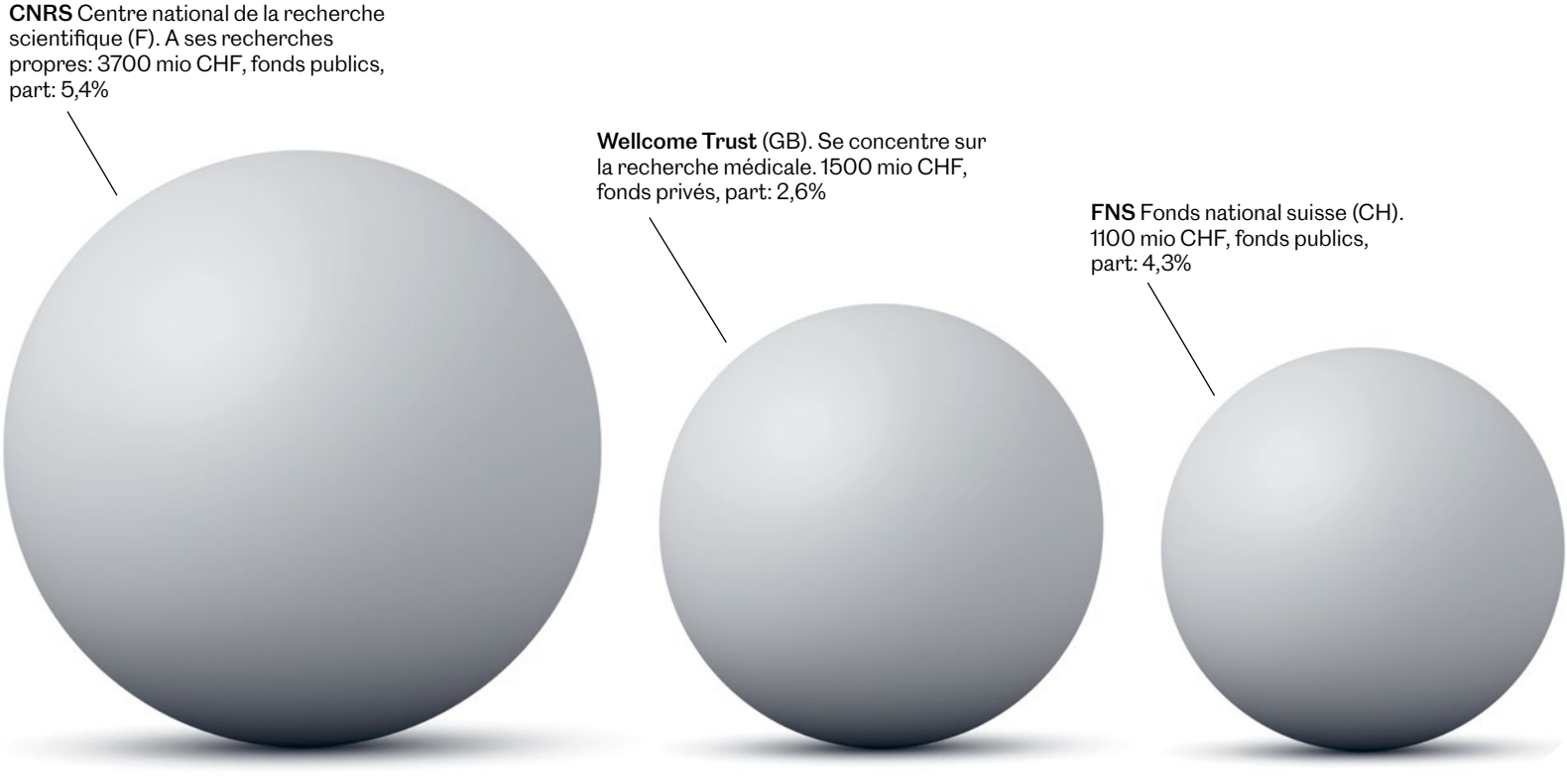
Comparé aux institutions publiques, le Wellcome Trust peut réagir vite et résolument. Il a par exemple mis à disposition 12 millions de francs pour la recherche sur le Covid-19 en février 2020 déjà. Il considère en outre la culture de la recherche comme importante pour la santé au sein des universités et vise à accroître la satisfaction des chercheurs.

Deux Etats, deux approches

CNRS – Centre national de la recherche scientifique (F)
Budget: 3,7 milliards de francs (2020)
Fondé en 1939 et rattaché au Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation.

En réalité, le CNRS n'est pas un organisme d'encouragement de la recherche, car il emploie lui-même les scientifiques. Le Centre est constitué de plus de 1000 instituts de recherche, répartis en France et dans le monde. Il fonctionne un peu comme les instituts allemands Max-Planck, sous forme d'université décentralisée, mais sans enseignement. En Suisse, le modèle le plus proche est celui du domaine des EPF. En nombre de publications scientifiques, le CNRS occupait en 2020 la deuxième place mondiale derrière l'Académie chinoise des sciences.

L'encouragement classique de la recherche en France est cependant assuré par l'Agence nationale de la recherche (ANR). Bien que les scientifiques du CNRS disposent de leurs propres budgets, ils peuvent également solliciter des fonds tiers auprès de l'ANR dont les moyens sont quatre fois moindres. Le CNRS est toutefois le plus important sur le plan national par son influence sur la culture et les priorités de la recherche.



Au bénéfice de l'économie privée

DFG – Fondation allemande pour la recherche (D)
Budget: 3,7 milliards de francs (2020)
Fondée en 1920 sous le nom de Communauté de secours à la science allemande. Il s'agit d'une association.

La DFG se décrit comme l'«organisme central autonome de la communauté scientifique». Ses membres sont des institutions de recherche et des organisations scientifiques qui déterminent elles-mêmes leurs représentants sans ingérence de l'Etat. Elle correspond dans ses grandes lignes au Fonds national suisse, à l'Agence nationale de la recherche en France – comparativement bien plus petite – ou au Fonds scientifique en Autriche. Ces quatre institutions bénéficient d'une forte indépendance par rapport aux ministères, ce qui est plutôt rare dans le monde. L'Italie n'a par exemple aucun organisme de subventionnement comparable. Et aux Etats-Unis, le rôle des scientifiques dans les organisations qui attribuent l'argent du contribuable n'est que consultatif.

La DFG a comme particulairité d'être financée tant par l'Etat fédéral que par les Länder, ce qui renforce encore son indépendance. Il est aussi frappant de constater que, contrairement à beaucoup d'autres organismes, l'utilité économique ou sociétale ne joue pour ainsi dire pas de rôle dans ses critères pour les projets de recherche.

FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (A)
Dépenses d'encouragement: 500 millions de francs (2020)
Fondée en 2004 par la fusion de quatre organismes antérieurs, cette Sàrl appartient à l'Etat.

L'accent est clairement mis sur l'économie. «La FFG est le guichet unique pour la recherche et le développement axés sur l'économie en Autriche», écrit-elle avec assurance. La société promeut spécifiquement la technologie, l'innovation et la numérisation. Cela au point qu'un budget supplémentaire soutient la couverture internet à haut débit des régions périphériques.

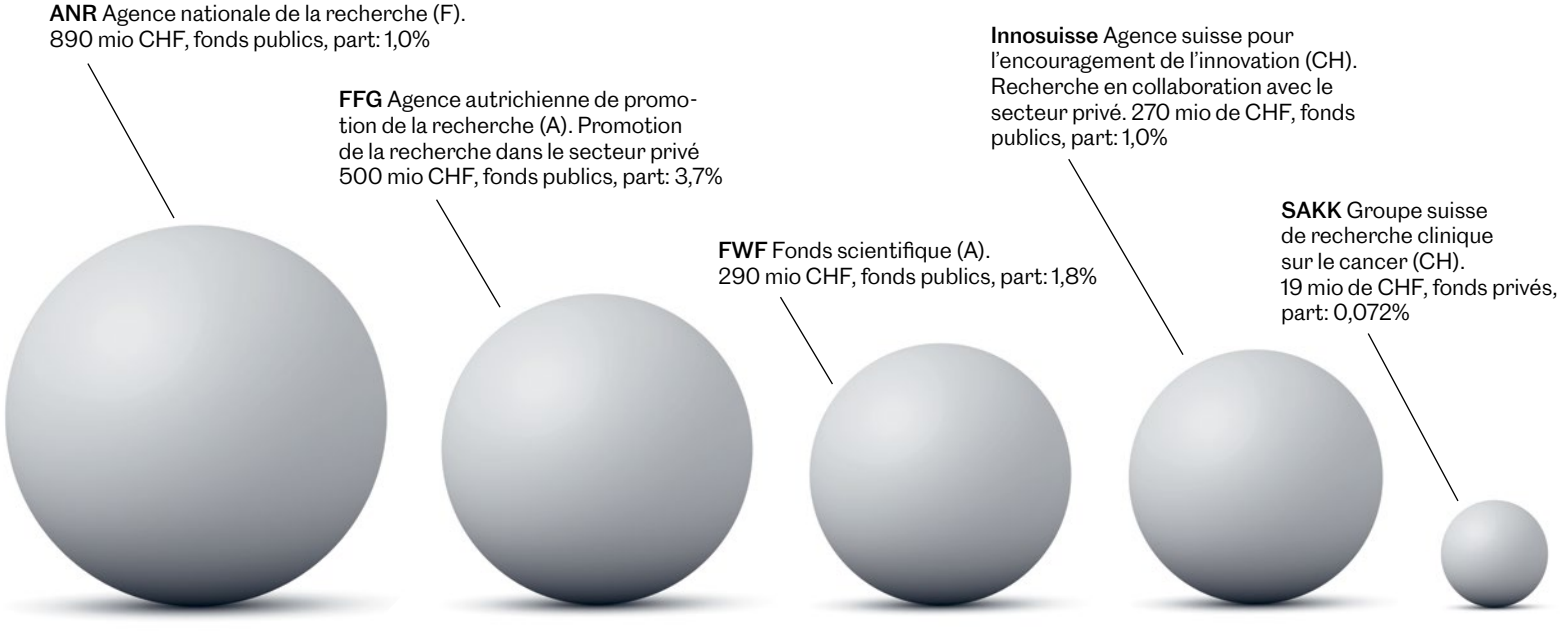
Contrairement à son pendant helvétique Innosuisse, elle accorde des soutiens directs aux entreprises qui reçoivent près de 70% de ses fonds d'encouragement. La FFG se vante du nombre d'emplois (10 000) et de start-up qu'elle a financés, des nouveaux produits créés (200) et du chiffre d'affaires généré par euro d'encouragement, soit 10 euros. La collaboration entre l'économie et la science n'est mentionnée qu'en passant. Le budget de promotion de la recherche de la FFG est environ deux fois plus élevé que celui du Fonds scientifique autrichien FWF.

Innosuisse – Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (CH)
Budget: 270 millions de francs (2020)
Fondée en 1943 en tant que Commission pour l'encouragement de la recherche scientifique, nommée Commission pour la technologie et l'innovation de 1996 à 2017, c'est un établissement de droit public de la Confédération.

Comme la FFG autrichienne, Innosuisse entend soutenir la place économique du pays. Mais contrairement à elle, Innosuisse souligne qu'elle applique le principe de subsidiarité: «Elle ne soutient des projets innovants que s'ils ne pourraient voir le jour sans financement ou si un potentiel commercial demeure inexploité.» Elle entend accélérer le transfert de connaissances de la recherche vers l'économie. C'est pourquoi une demande de subsides doit émaner à la fois d'une haute école et d'une entreprise.

Malgré le budget nettement plus petit d'Innosuisse, les dépenses pour la recherche et le développement sont à peu près équivalentes en Autriche et en Suisse, se montant à près de 3,2% du produit intérieur brut. En Suisse, cependant, la contribution de l'économie privée s'élève à 68%, contre 55% en Autriche.

Florian Fisch est codirecteur de la rédaction d'Horizons.



Sources: Budgets: rapports annuels 2020, Dépenses en recherche et développement: Eurostat 2019, UN Statistics Division 2019. Les chiffres ne sont pas entièrement comparables, mais donnent une idée des ordres de grandeur

En mission pour les enfants placés de force

Loretta Seglias (1975) a grandi dans le canton de Zurich. Elle a consacré son travail de licence **aux enfants des Grisons qui ont quitté ce canton de montagne pauvre** au début du XXe siècle pour aller servir chez des paysans dans le sud de l'Allemagne. En 2015, elle a publié avec Marco Leuenberger le livre «Enfants placés, enfances perdues» **constitué de témoignages tirés** de sa thèse. L'ouvrage est considéré comme une œuvre pionnière.

En tant que membre et directrice de recherche de la CIE Internements administratifs, Loretta Seglias a **contribué au réexamen de la politique sociale** passée de la Suisse. **Elle a ensuite étudié à l'Institut du Liechtenstein l'histoire,** peu connue, de la politique d'assistance publique de la principauté. Et dans le cadre du PNR 76 «Assistance et coercition», elle examine actuellement comment parents et enfants vivent les mesures de protection de l'enfance. L'historienne a aussi contribué au lancement de **projets participatifs,** dont la plateforme en ligne «Gesichter der Erinnerung» (Visages de la mémoire).

Elle éclaire la sombre histoire de l'assistance publique

Autrefois, l'Etat suisse a infligé de grandes souffrances aux personnes marginalisées. L'historienne Loretta Seglias étudie ce passé depuis vingt ans. Elle parle d'émotions lourdes et de sa responsabilité.

Texte Judith Hochstrasser Photo Ladina Bischof

«Au nom du gouvernement, je vous demande pardon, sincèrement et du fond du cœur, pour les souffrances qui vous ont été infligées.» Cette phrase historique a été prononcée en 2013 par la conseillère fédérale Simonetta Sommaruga lors de la cérémonie de commémoration consacrée aux anciens enfants qui avaient été placés de force et aux autres victimes des mesures de coercition à des fins d'assistance. Avant d'en arriver là, les personnes concernées, les politiciens et les scientifiques avaient déjà parcouru un long chemin. L'historienne Loretta Seglias en faisait partie. Elle se souvient de sa prise de conscience à ce moment-là: «Maintenant, il se passe vraiment quelque chose. Nous en sommes à un tout autre point qu'il y a dix ans.»

Loretta Seglias apportait déjà ses connaissances aux politiques au début des années 2000, lorsque le Conseil national se penchait sur les premières interventions parlementaires, notamment consacrées aux stérilisations forcées. «Je n'avais toutefois pas de mandat politique. Et, délibérément, je n'ai jamais eu de carte de parti.» Près de dix ans plus tard, ce qui n'avait alors guère rencontré d'écho a déferlé comme une vague dans les médias, ébranlant le monde politique et la société: dans notre pays, jusque dans les années 1980, des personnes qui ne correspondaient pas aux normes sociales étaient stigmatisées et enfermées; et les enfants issus de telles familles étaient placés.

De pionnière à experte

Le regain d'attention pour ce thème a aussi favorisé la reconnaissance du travail accompli par les pionnières dans ce domaine, dont Loretta Seglias (voir encadré à gauche): en tant que membre de la Commission indépendante d'experts (CIE), chargée d'examiner les internements administratifs, elle a fortement contribué à la réhabilitation de ces victimes. Elle-même le voit ainsi: «Je ne suis qu'un petit rouage dans ce processus. De nombreuses personnes y ont participé. La recherche historique dans son ensemble a joué un rôle important.» La collaboration avec la politique et les médias a généralement bien fonctionné: «Mais il y a eu des moments où j'aurais bien voulu que mes interlocutrices aient un peu étudié la question. Peut-être qu'il s'agit simplement de cette fameuse déformation professionnelle», dit-elle en riant.

Loretta Seglias est devenue mère peu après sa licence et a obtenu son doctorat relativement tard, à 38 ans. Elle a mené des recherches dans des instituts à Bâle et à Zurich, ainsi que pour la Confédération, toujours à temps partiel. A côté, elle a toujours travaillé en tant que chercheuse indépendante et médiatrice du savoir. «Je n'ai jamais planifié une carrière académique classique, mais me suis toujours laissé guider par ma curiosité pour un sujet. C'est plus facile en tant qu'historienne indépendante.»

De fortes émotions des deux côtés

Depuis des années, Loretta Seglias entend des histoires de vies difficiles lors de longs entretiens. «Pouvoir intégrer ces perspectives dans mes recherches me plaît particulièrement.» Ces récits ont toutefois une forte charge émotionnelle. «Je viens là pour mes recherches, mais ces biographies me touchent malgré tout. Surtout l'ouverture de ces personnes. Je m'étonne souvent de tout ce qu'elles me confient sans me connaître. Mais plus d'une m'a déjà dit que c'était plus facile ainsi, parce que, ensuite, je repartais.»

La chercheuse est particulièrement préoccupée par les histoires de personnes qui ont subi des traumatismes multiples. «Lorsque ce qui s'est passé détermine toujours massivement leur vie.» Les entretiens peuvent ébranler les chercheuses, c'est pourquoi il leur faut des espaces pour les digérer. «J'y veille pour mes collaboratrices, note-t-elle. C'était une de mes préoccupations dans la CIE où des superviseurs accompagnaient la procédure. J'ai moi-même développé de petits rituels. Après les entretiens, je m'assieds pieds nus pour consciemment reprendre contact avec la terre afin de pleinement revenir en moi-même.» Mais c'est sans mesure avec l'impact émotionnel sur quelqu'un qui a vécu une telle situation. «Dès le moment où je prends contact, je déclenche quelque chose. L'entretien lui-même demande ensuite beaucoup d'énergie. C'est pourquoi je le mène en général chez la personne, sauf si elle ne le souhaite pas.» Car, comme elle le souligne, les scientifiques ont le devoir de traiter ces gens avec ménagement. Leur participation doit être «absolument volontaire et ils peuvent en tout temps y renoncer. Loretta Seglias est toutefois convaincue que «seules les personnes prêtes à le faire franchissent le pas».

Les courriers que Loretta Seglias reçoit parfois des années après les entretiens montrent l'impact direct de ses recherches sur la vie des personnes concernées. «La fille d'une femme qui avait témoigné m'a écrit qu'elle souhaitait que je vienne aux obsèques de sa mère. Après notre entretien, ils avaient commencé à se parler en famille.» Mais la chercheuse suscite aussi des réactions critiques: «Les besoins diffèrent. Certaines victimes estiment qu'il faut poursuivre, que l'histoire n'est pas terminée sur le plan politique, et sont alors déçues que je ne participe plus. D'autres me trouvent trop diplomate.» Pourtant, la scientifique continue, mais un peu différemment. Après avoir mis en lumière des histoires de discrimination et de mesures de contrainte systématiques par l'Etat dans presque toute la Suisse alémanique, elle a fait de même au Liechtenstein. La plateforme en ligne «Gesichter der Erinnerung» (réd. Visages de la mémoire) est une autre forme de continuité. Et un projet qui lui tient particulièrement à cœur, dans lequel les victimes des mesures coercitives ont un statut de coresponsables et de partenaires égaux. Avec leurs proches et d'autres personnes issues des professions concernées, elles y racontent comment les choses se passaient. C'est, entre autres, avec de tels projets de science citoyenne que Loretta Seglias va prochainement oser franchir une nouvelle étape: travailler comme historienne totalement indépendante.

Touchée dans sa propre famille

La chercheuse a grandi au bord du lac de Zurich et a aussi des racines aux Grisons. Deux de ses grands-parents ont perdu très tôt un de leurs parents. «Dans un cas, la famille a pu rester ensemble. Par contre, un des grands-pères a grandi ailleurs.» Sa famille a donc, elle aussi, connu la misère et la tutelle de l'Etat. Or, ce n'est pas ce qui a motivé ses recherches car, si l'enfance de ses grands-parents n'a jamais constitué un secret, «ces événements n'ont jamais été remis en question ou vus comme relevant d'un système. Par moi non plus. Au début de mon activité de chercheuse, j'ignorais l'ampleur des inégalités structurelles.»

Des centaines d'histoires de souffrance, des personnes touchées dans sa propre famille, des contributions aux processus politiques: les recherches de Loretta Seglias relèvent-elles d'un combat contre les inégalités? L'historienne le pense, d'un côté – après tout, elle s'était déjà penchée sur l'histoire des femmes dans le mouvement des Black Panthers pendant ses études. De l'autre, sa tâche d'historienne est précisément d'intégrer diverses perspectives dans le regard sur le passé. «En tant que citoyenne de ce pays, le destin des personnes touchées me concerne.» Toutefois, la reconstruction historique doit aussi comprendre le point de vue des responsables des décisions, car elle «se nourrit des contraires».

Judith Hochstrasser est codirectrice de la rédaction d'Horizons.

Même si l'équilibre est loin d'être atteint dans la réalité, les actions en justice pour le climat ont de plus en plus de poids dans la jurisprudence.

Les pollueurs au tribunal

Longtemps, les plaintes contre les émetteurs de gaz à effet de serre échouaient invariablement. Or, depuis quelques années, ces procédures contre des gouvernements ou des entreprises gagnent du terrain. Cinq exemples emblématiques tirés de la jurisprudence.

Texte Ümit Yoker Illustration Elisa Debora Hofmann

Même si les premières plaintes en lien avec la crise climatique ont été déposées dans les années 1980 et 1990, ce n'est que depuis le tournant du siècle que les tribunaux sont confrontés à une hausse de cas sur ce thème. «Au début, les affaires portaient surtout sur la hausse du niveau des mers», constate l'avocat Andreas Hösli, qui prépare un doctorat à l'Université de Zurich. «La majorité de ces plaintes ont été rejetées.» Longtemps, celles-ci se sont en outre limitées principalement aux Etats-Unis, avant de s'étendre finalement à l'espace anglo-saxon. Cela même encore lorsque d'autres conséquences du réchauffement climatique commençaient aussi à occuper les tribunaux. Les succès ont été rares.

Depuis quelques années, on assiste à une nette augmentation du nombre de cas. Les procès occupent aussi des tribunaux de pays d'Europe continentale comme l'Allemagne, le Portugal ou la Suisse. Et il ne s'agit pas que de demandes de dédommagements ou sur des déplacements de populations, mais toujours plus souvent de droits humains. Andreas Hösli, qui étudie la responsabilité juridique des entreprises face aux changements climatiques mondiaux, indique que les plaintes sont désormais aussi dirigées contre des particuliers et non plus seulement contre des Etats. Désormais, cette thématique est même abordée dans les litiges relatifs aux marchés financiers: les actionnaires reprochent par exemple aux entreprises de ne pas les avoir suffisamment informés des risques climatiques ainsi que de leurs conséquences financières.

La justice climatique a récemment enregistré des succès et des victoires d'étapes notables: en 2019, la plainte de l'ONG Urgenda contre les Pays-Bas a contraint pour la première fois un pays à respecter ses objectifs climatiques, conformément à ses engagements internationaux. Au printemps 2021, la Cour constitutionnelle allemande a par ailleurs estimé que les mesures de protection du climat avaient été reportées à tort, obligeant le législateur à revoir sa copie. Et, encore aux Pays-Bas, un tribunal a ordonné pour la première fois à une entreprise – Royal Dutch Shell – de réduire drastiquement ses émissions de gaz à effet de serre. La brèche était ouverte pour quelques-unes des plaintes climatiques les plus importantes de ces dernières années.

1 – L'agriculteur péruvien dénonce le géant allemand de l'énergie

Cette histoire mériterait bien un film: en 2015, l'agriculteur péruvien Saul Lliuya tente d'obtenir du groupe allemand RWE, coté en Bourse, qu'il finance des travaux de sécurisation de sa maison, située au pied des Andes. Sans les mesures appropriées, elle risque d'être endommagée ou détruite par les inondations provoquées par la fonte des glaciers. Jugeant que ces derniers fondent très certainement plus vite en raison du réchauffement provoqué par l'activité humaine, et que les émissions de gaz à effet de serre du groupe allemand n'y sont pas étrangères, Saul Lliuya demande une somme de près de 17 000 euros. Il estime en effet que RWE doit prendre en charge une partie des dommages liés à la fonte de la glace.

Il s'agit d'un cas unique en Europe: pour la première fois, un particulier fait une demande en dommages et intérêts en lien avec la crise climatique. En décembre 2016, la plainte est rejetée par le tribunal d'Essen, qui juge que des dommages spécifiques ne peuvent pas être imputés individuellement à un seul émetteur, la chaîne de causalité étant trop diffuse et complexe. La Cour d'appel de Hamm ne voit pas les choses de la même manière: la responsabilité ne peut pas être exclue du seul fait qu'un grand nombre d'émetteurs contribuent au réchauffement de la planète; au contraire, tous portent une part de responsabilité. Le tribunal a ordonné une expertise sur place au Pérou, apparemment retardée en raison de la pandémie. Mais, même en l'absence de verdict, le constat du tribunal est à lui seul remarquable, souligne Andreas Hösli. Bien que les bases légales soient les mêmes depuis des décennies, ce cas devrait avoir aujourd'hui de meilleures chances de succès. Le montant modeste demandé ne doit pas occulter les énormes conséquences qu'aurait une victoire de Saul Lliuya pour le géant de l'énergie RWE et d'autres entreprises, ajoute encore l'avocat.

Pour la première fois, des dommages et intérêts en lien avec la crise climatique sont exigés par un particulier.

2 – Shell doit réduire ses émissions de gaz à effet de serre

La plainte déposée contre Shell va nettement plus loin que le cas RWE: en mai 2021, le Tribunal de première instance de La Haye a condamné le groupe à réduire drastiquement ses émissions de dioxyde de carbone, tant directes qu'indirectes. C'est la première fois qu'une plainte de ce genre, visant une entreprise, est acceptée. Plusieurs ONG et plus de 17 000 personnes représentées par l'organisation néerlandaise de défense de l'environnement Milieudefensie reprochent à Royal Dutch Shell de continuer à investir massivement dans l'extraction du pétrole et du gaz, alors qu'elle s'est engagée publiquement à respecter l'Accord de Paris sur le climat.

Le groupe milite depuis des décennies contre les mesures de protection du climat. Selon les activistes, Shell doit œuvrer pour que les objectifs tels que ceux définis dans l'Accord de Paris puissent être atteints et pour donner une chance à la communauté internationale de mieux protéger le climat. Si ce cas est exceptionnel, c'est qu'il ne concerne pas une demande en dommages et intérêts, mais une réduction des émissions de gaz à effet de serre qui exige du groupe qu'il réoriente sa stratégie, explique le chercheur en droit Andreas Hösli. Les entreprises n'étant pas tenues de respecter les droits fondamentaux et l'Accord de Paris de la même manière que les Etats, le tribunal n'a pas directement invoqué de directives internationales pour parvenir à son verdict. Il s'est appuyé sur le devoir de diligence inscrit dans le Code civil néerlandais et a fait appel aux directives internationales pour l'interpréter. Cette approche a permis de donner davantage de poids à la loi nationale, explique encore l'avocat. Comme le jugement n'a été rendu qu'en première instance, rien ne permet d'affirmer avec certitude que la revendication formulée dans la plainte deviendra réalité un jour. «La majeure partie des émissions à réduire n'est pas provoquée directement par l'extraction de pétrole et de gaz, mais par l'utilisation de voitures ou d'avions par les clients finaux», rappelle Andreas Hösli. «L'un des principaux points litigieux dans la suite de la procédure sera de savoir qui porte la responsabilité juridique de ces émissions indirectes.»

Que l'exigence formulée dans la plainte soit un jour effectivement mise en œuvre reste incertain.

3 – Des jeunes demandent à 33 pays européens de s'engager davantage pour les droits humains

Les plaintes sur le thème du climat occupent depuis peu aussi la Cour européenne des droits de l'homme (CEDH). Selon celles-ci, lorsque l'Etat ne prend pas suffisamment de mesures pour lutter contre la crise climatique, il ne remplit pas son devoir de protection à l'égard de la population et viole les droits fondamentaux.

Le premier cas de ce genre est celui du groupe Climate Justice, dont les jeunes membres reprochent au Portugal et à 32 autres Etats membres du Conseil européen de menacer le droit à la vie inscrit dans la Convention européenne des droits de l'homme (CEDH) en omettant de prendre des mesures suffisantes pour éviter les conséquences du réchauffement climatique, telles que les incendies de forêt. Ils estiment également que leur droit à la vie privée et familiale est menacé, les vagues de chaleur les contraignant à passer davantage de temps à l'intérieur, avec des conséquences négatives sur leur bien-être. Professeure de droit à l'Université de Zurich et ancienne juge à ladite cour, Helen Keller affirme que «98% des cas de ce genre portés devant la cour de Strasbourg ne lui sont pas même transmis». «Il est donc déjà impressionnant que ce cas ait franchi ce premier obstacle.» Il pourrait toutefois échouer au deuxième écueil: la règle veut qu'une affaire ait été jugée par toutes les instances nationales avant que la CEDH puisse entrer en matière. Les jugements des tribunaux de tous les échelons du pouvoir judiciaire de 33 Etats devraient donc avoir été rendus. Et même s'ils le sont, il reste la question décisive de l'atteinte particulière: les jeunes plaignants peuvent-ils réellement faire valoir que le changement climatique les menace davantage que d'autres personnes? «Les plaignants se sont montrés un peu trop ambitieux sur ce point.»

Les incendies de forêt menacent le droit à la vie privée et la vie tout court.

La deuxième plainte climatique similaire portée devant la Cour de Strasbourg vient de Suisse. En 2016, devant les tribunaux nationaux, les Aînées pour la protection du climat suisse ont tenté d'obtenir, sans succès, une correction de la politique climatique. Le Tribunal fédéral a notamment estimé que le groupement ne pouvait se réclamer de l'atteinte particulière. «Il se facilite la tâche», critique Helen Keller. Les vagues de chaleur constituent bel et bien un risque pour la santé des femmes d'âge mûr. Il devrait néanmoins être difficile de prouver que la Suisse n'en fait pas suffisamment. Pour l'association, la plus grande chance serait de plaider l'accès insuffisant à un tribunal et d'exiger une révision de la décision du Tribunal fédéral. Le lien avec le contenu de la plainte est cependant ténu et il y a tout lieu de croire que les Aînées pour la protection du climat souhaitent procéder autrement. «Toutefois, l'appel à examiner plus soigneusement les plaintes climatiques de ce genre plutôt que de les rejeter sèchement constituerait un signal important qui rayonnerait bien au-delà de la Suisse», estime Helen Keller.

4 – Conséquences pénales d'un match de tennis non autorisé dans la succursale d'une banque

Les activistes suisses soucieux de défendre le climat savaient que leur action pourrait avoir des conséquences pénales. Pourtant, en novembre 2018, ils se sont livrés à un match de tennis dans une succursale du Credit Suisse. En partie déguisés en Roger Federer, il leur tenait à cœur de dénoncer les investissements de la banque dans les énergies fossiles. Leur action était-elle réellement illégale? Non, statue le Tribunal d'arrondissement de Lausanne, qui les libère du chef d'accusation de violation de domicile et d'infraction à la loi sur les contraventions en vertu de l'état de nécessité. Selon ce principe, quiconque commet une infraction pour se sauver ou sauver autrui d'un danger imminent qui ne peut être évité d'une autre manière agit de manière licite. Le Tribunal cantonal vaudois et le Tribunal fédéral parviennent cependant à une autre conclusion: «imminent» signifie qu'un danger survient en l'espace de quelques minutes ou de quelques heures. Dans le cas présent, il ne s'agissait pas de discuter de l'urgence climatique en tant que telle, mais uniquement de savoir si ce danger était imminent au sens de justifier l'état d'urgence.

Celui qui commet une infraction pour se protéger ou protéger autrui d'un danger imminent qui ne peut pas être évité d'une autre manière agit de façon licite.

Pour Astrid Epiney, professeure de droit à l'Université de Fribourg, cette interprétation fidèle de la loi est importante. «Sinon, le même argument risque bientôt d'être utilisé pour faire valoir un état d'urgence migratoire, ou un autre argument, tout en demandant l'immunité.» Ce qui ne signifie pas qu'il faille minimiser l'importance de la crise climatique, souligne la rectrice de la haute école, qui se consacre depuis des décennies au droit de l'environnement. L'avocat Andreas Hösli regrette cependant que des procès pénaux soient menés contre les manifestants: l'énergie investie dans la discussion détourne l'attention de la vraie problématique. Comme nous le fait savoir Helen Keller, cette affaire devrait apparemment aussi se poursuivre à Strasbourg. «Mais il est probable que les revendications des accusés ne soient entendues que s'ils font valoir leur droit à la liberté d'expression et de réunion.» La Cour est sévère quand il y va de la limitation de ces droits et souligne que les rassemblements non autorisés sont aussi protégés par les droits fondamentaux, pour autant qu'ils ne causent pas de dommages. Mais pour cela, il faudrait que le groupe ait déjà fait valoir ces droits devant les juridictions nationales.

5 – Le client obtient un accord avec un fonds de pension australien

Aucune ONG n'était plaignante dans ce cas, aucune activiste climatique ne voulait s'en prendre au fonds de pension australien – la plainte venait d'une personne qui cotisait au fonds depuis des années: en 2018, Mark McVeigh, alors âgé de 23 ans, a reproché à Retail Employees Superannuation Trust (REST) de ne pas l'avoir suffisamment informé, en tant que bénéficiaire, sur les risques liés à la crise climatique et de ne pas lui avoir présenté de stratégies pour y faire face. Le REST aurait manqué à ses obligations de divulgation et de loyauté, car McVeigh n'aurait pas pu se faire un avis éclairé sur la situation financière du fonds et sur sa rente.

Il s'agit certes aussi de changement climatique, mais l'argumentation suit une tout autre approche.

En 2020, les deux parties parviennent à un accord, mettant fin à la procédure judiciaire. REST promet alors de tenir compte, dans ses investissements, des risques financiers liés au réchauffement climatique et de communiquer à ce sujet. Le fonds de pension se fixe alors un objectif d'émission zéro net d'ici à 2050.

Ce qui est passionnant dans ce cas, c'est qu'il n'a pas été soumis au fonds de l'extérieur, mais provient d'un bénéficiaire, explique Andeas Hösli. «Certes, il s'agit ici aussi du changement climatique - mais l'argumentation suit une tout autre approche», note-t-il. Dans les litiges relatifs aux marchés financiers, il est difficile de démontrer un lien de cause à effet. Dans ces circonstances, il n'est pas possible de déterminer, de manière générale, dans quelle mesure des informations lacunaires peuvent réellement être considérées comme étant responsables de pertes financières, surtout si l'institution reste rentable. Pour Andreas Hösli, le cas est également captivant car l'Australie est déjà particulièrement touchée par le changement climatique, mais s'oppose en même temps bec et ongles aux mesures nécessaires. L'exploitation du charbon, du minerai de fer et d'autres matières premières reste l'un des secteurs économiques les plus importants du pays sur le plan financier.

Ümit Yoker est journaliste indépendante à Lisbonne.

Photo: Lea Kloos

Nous contre tous – les ennemis communs renforcent l'identité du groupe, dit Sebastian Dieguez.

«Le complotisme fait partie de notre culture»

Les adeptes des théories du complot sont moins des victimes passives que des acteurs qui s'assument, comme l'explique Sebastian Dieguez, coauteur d'un livre sur le sujet.

Texte Daniel Saraga

Les théories du complot sont-elles plus fréquentes aujourd'hui?
Les données sont peu claires. Le complotisme est en tout cas davantage présent parce qu'on en parle plus. Les thématiques changent, perdent en importance mais ne disparaissent en général pas complètement. Les théories sur l'assassinat de Kennedy ou sur le 11-Septembre font partie de notre culture: certains y croient, d'autres non, mais chacun sait qu'elles existent.

Pourquoi parlez-vous de complotisme plutôt que de théorie du complot?
Ce terme souligne qu'il concerne davantage une manière d'appréhender le monde que la question de la validité d'une théorie. Il s'agit d'une attitude, d'une manière assez particulière de s'approprier les informations et l'actualité. D'ailleurs, le complotisme n'est en général pas quelque chose de passif, un mouvement dans lequel on tombe malgré soi, mais plutôt une volonté de se tourner vers des savoirs subversifs, voire interdits. Les complotistes entrent dans une contre-culture dont ils doivent apprendre les codes; il leur faut acquérir les bons réflexes afin d'avoir une réponse à toute critique. On s'affiche socialement et de manière décomplexée comme un complotiste; on reste rarement caché chez soi.

Une théorie du complot est-elle forcément fausse, ou est-ce plutôt la méthode qui la définit, davantage que le résultat?
Je m'intéresse aux ressorts culturels et psychologiques du phénomène, moins au fact checking. Ces théories reposent sur des allégations invalides sur le plan intellectuel. On n'a jamais vu de vrais complots – et il y en a eu de nombreux, tels le Watergate ou des programmes de la CIA – être mis au jour par des complotistes. Visiblement, ce n'est pas la bonne méthode. Une fois révélé, un complot réel va s'arrêter et s'accompagner de réactions comme l'arrestation des responsables. Au contraire, les théories du complot sont indécidables et donc indestructibles, notamment grâce à leur structure récursive: on rajoute au complot principal un complot secondaire, celui du gouvernement qui cache les choses, puis d'un pouvoir secret qui manipule ce dernier, etc. On peut ainsi toujours l'entretenir, l'absence de preuves du premier complot étant la preuve du second.

Le complotisme est-il une échappatoire aux problèmes sociétaux de notre époque, tels que l'individualisme, l'absence de repères moraux ou encore la complexité croissante du monde?
C'est un dispositif générique qui peut servir de manières variées. Il peut aider à se réaffirmer ou offrir une vision manichéenne, avec des méchants tirant les ficelles et responsables de tous nos problèmes. Mais c'est aussi un outil utilisé par des groupes extrémistes ou sectaires pour asseoir leur pouvoir et justifier leur importance. On peut ainsi réaffirmer l'identité du groupe – «nous sommes seuls contre tous» – et se définir non comme une victime mais comme un résistant éveillé. Il faut entretenir la vision de l'opposant comme mal absolu et couper le dialogue, sinon l'élan s'essouffle et on retombe dans les normes ordinaires du débat démocratique.

Vous écrivez aussi dans le magazine satirique Vigousse. Y voyez-vous des rapports avec le complotisme?
J'étudie justement les mécanismes communs entre ces deux phénomènes, comme la pensée contrefactuelle (ndlr, imaginer ce qui aurait pu se produire si ceci ou cela s'était passé). La satire crée un univers ridicule pour révéler le caractère imparfait de nos sociétés. Le complotisme crée un monde très négatif pour mettre en avant l'utopie à laquelle il aspire – la paix, l'harmonie, la démocratie. Les deux produisent un commentaire sur le monde.

Daniel Saraga est journaliste indépendant à Bâle.

Des neurosciences au complotisme

Chercheur en neurosciences à l'Université de Fribourg, **Sebastian Dieguez** s'intéresse à l'analyse interdisciplinaire de phénomènes de société tels que la formation des croyances. Il a publié «Le complotisme» en octobre 2021, coécrit avec Sylvain Delouvée.

Lutte contre les tricheries

Il est des gens qui se sont donné pour mission de dénoncer publiquement les falsifications dans les publications scientifiques. Ce qui les motive dans cette démarche.

Texte Edwin Cartlidge

En juillet 2015, l'ETH Zurich annonçait qu'un de ses professeurs avait enfreint le règlement en matière d'intégrité scientifique en publiant des articles contenant des images délibérément manipulées. L'information avait fait les grands titres, car le biologiste des plantes Olivier Voinnet était une étoile montante. Bien que l'école polytechnique ait conclu que les manipulations n'affectaient pas les conclusions des articles en question, elle lui a donné un avertissement et l'a placé sous supervision.

Même si la controverse s'était concentrée sur Olivier Voinnet, elle a tout de même attiré l'attention sur une question plus large: comment mettre au jour des recherches douteuses, voire frauduleuses? Dans le cas présent, l'alerte n'émanait pas des administrateurs de la haute école, des éditeurs ou des bailleurs de fonds, mais d'expéditeurs de courriels anonymes. Ils avaient contacté des universitaires de l'ETH Zurich et d'ailleurs pour leur signaler des messages publiés sur le forum en ligne Pubpeer, consacré à la recherche.

Sur cette plateforme, les scientifiques peuvent faire des commentaires sur des publications problématiques. Comme de nombreux signalements sont anonymes, il est parfois reproché au forum d'offrir à des personnes trop zélées, voire vindicatives, une plateforme leur permettant de dénigrer des chercheurs intègres. Olivier Voinnet lui-même voit en effet dans ce site «un mal nécessaire» qui l'a aidé, avec ses collègues, à corriger le dossier scientifique, mais il considère toujours qu'il est «géré et modéré de manière inadéquate». D'autres, au contraire, considèrent le site comme un outil essentiel pour les lanceuses d'alerte qui, en tant que police scientifique indépendante, veulent ramener la recherche dans le droit chemin.

Procéder comme des détectives

Adepte enthousiaste de ce contrôle, Edwin Constable, chimiste à l'Université de Bâle, a dirigé un groupe d'expertes chargé de réviser le Code d'intégrité scientifique des Académies suisses des sciences. Il est conscient que nombre de ses pairs voient les choses bien autrement et admet que des allégations d'inconduite se révèlent parfois fausses. Mais, dans de «très nombreux» cas, les lanceurs d'alerte ont obtenu gain de cause, et de nombreuses institutions seraient peut-être moins sensibilisées à la question de l'intégrité de la recherche sans cela: «Dans l'ensemble, le libre contrôle par le public bénéficie à la science», note Edwin Constable.

Un autre site Internet bien connu dédié à l'intégrité scientifique est Retraction Watch, aux Etats-Unis. Les journalistes Ivan Oransky et Adam Marcus y signalent quotidiennement des articles retirés par des revues spécialisées. Souvent, celles-ci ne font pas grand-chose pour expliquer leur retrait. Pour Ivan Oransky, la transparence totale du processus scientifique exige d'informer non seulement les autres spécialistes des articles problématiques, mais aussi le public, afin qu'il puisse faire pression. «Les initiés seuls ne peuvent guère changer les choses», est-il convaincu.

Les deux journalistes gèrent une banque de données d'articles retirés qui comptait 31 000 entrées à fin 2021. en général ils ne cherchent pas à détecter les fraudes et laissent ce travail aux «limiers» scientifiques.

L'anesthésiste britannique John Carlisle, par exemple, s'est fait un nom en identifiant les données suspectes des essais cliniques grâce à des analyses statistiques. Debora Weber-Wulff, professeure en médias et en informatique à la HTW de Berlin, recherche les plagiats dans les travaux scientifiques. Et la biologiste néerlandaise Elisabeth Bik a pour sa part connu un fort succès en y traquant les images suspectes. Après avoir travaillé pendant quinze ans sur les micro-organismes à l'Université Stanford, Elisabeth Bik passe les articles au crible, depuis 2013, à la recherche de conflits d'intérêts, de plagiats et, surtout, d'images dupliquées ou manipulées. Elle cherche activement, mais suit également des tuyaux reçus. Elle publie ses résultats sur Twitter et sur son blog «Science Integrity Digest». Elle confirme qu'elle travaille comme une détective, examine des indices et conclut parfois à des manipulations systématiques sur la base d'un schéma de comportement. Mais elle ne se considère pas comme une policière scientifique et s'efforce plutôt de de formuler ses commentaires de la manière la plus objective possible.

Tout le monde ne partage pas cette retenue. Depuis six ans, le biomédecin allemand Leonid Schneider expose sur son blog «For Better Science» des abus qu'il qualifie de «corruption» au sein de «l'élite scientifique». Il se considère comme journaliste scientifique «activiste» et s'en prend violemment aux chercheurs et chercheuses qui, selon lui, enfreignent les principes scientifiques. Il a déjà qualifié l'une ou l'autre d'«escroc», de «charlatan sans scrupule» ou encore de «vilain petit canard» de la science. Il souligne cependant que de telles étiquettes n'enlèvent rien à la pertinence de ses analyses. «Il est rare que l'on me dise que mes faits sont faux, même si mon attitude est critiquée.»

Une carrière dans la police scientifique ne rapporte pas grand-chose. Le style conflictuel de Leonid Schneider a dressé bien des gens contre lui et s'est parfois terminé devant les tribunaux. Seules des donations généreuses lui

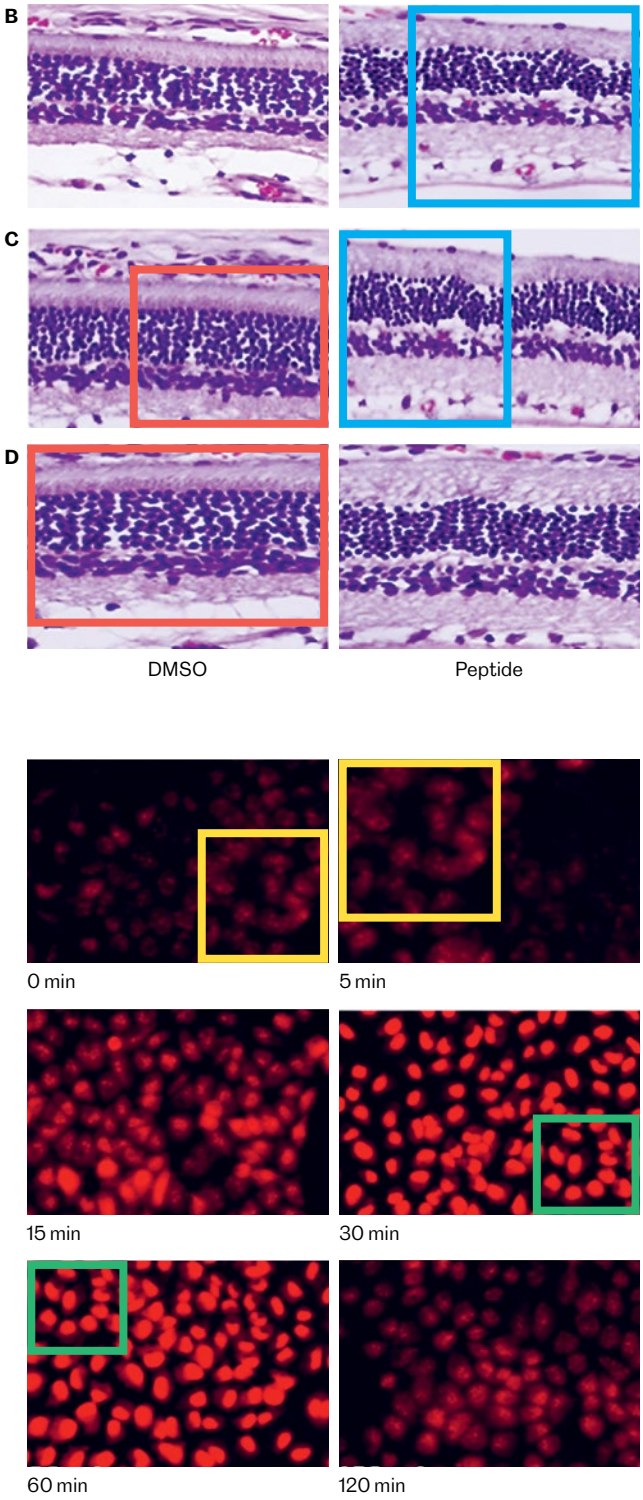


Illustration du bas: S.-E. Cheng et al. (2017), illustration du haut: G. Bhanupraksh Reddy et al. (2017), encadrés en couleur: Elisabeth Bik

Deux publications spécialisées, deux manipulations: les contenus des cadres de même couleur sont à chaque fois identiques, alors que les images devraient être des échantillons différents (en haut, rétine de souris, en bas, cellules cancéreuses humaines). Comme les images sont également déformées, il est difficile d'imaginer que les duplications sont de simples confusions. La biologiste Elisabeth Bik a signalé ces erreurs sur la plateforme Pubpeer. L'article de l'illustration du haut a depuis été retiré, mais pas celui de celle du bas (état janvier 2022).

ont permis de faire face aux frais d'avocat et aux amendes considérables. Même les voix les plus diplomates parviennent rarement à vivre de leur travail. Ivan Oransky souligne que, comme d'autres, il travaille bénévolement et n'est souvent pas payé grand-chose.

Lutte pour un changement de système

Parfois, il arrive également que des scientifiques révèlent des dysfonctionnements dans leur propre laboratoire. C'est arrivé au neuroscientifique Ralf Schneggenburger et à son équipe de l'EPFL après avoir publié dans Science, en 2019, un article sur l'apprentissage de la peur. Après avoir analysé de manière plus approfondie les données sur l'activité cérébrale de souris, lui et deux de ses coauteurs ont été effarés de constater que le premier auteur en avait falsifié une bonne partie pour les rendre plus significatives. Il a alors contacté la revue et le doyen de la faculté, puis a retiré l'article peu après. Les cas d'autodénonciation sont toutefois rares. Ce qui amène à se demander qui devrait surveiller la vaste production de données de recherches. Ivan Oransky ne fait pas confiance aux universités, car, selon lui, les membres des facultés apportent souvent des subventions considérables. Il estime qu'il revient aux éditeurs d'être activement à l'affût des fraudes.

Elisabeth Bik critique le fait que, souvent, les revues ne donnent pas suite à ses signalements. Elle estime que seuls 35% à 40% des quelque 5000 papiers problématiques qu'elle a signalés ont été retirés ou corrigés. Elle y voit l'expression d'un conflit d'intérêts. Selon elle, les auteurs seraient parfois trop proches des éditeurs de la revue ou ces derniers se soucieraient de manière malsaine d'être cités. Des efforts sont certes fournis pour améliorer le contrôle de qualité: des éditeurs engagent des collaborateurs pour surveiller l'intégrité des recherches et quelques-uns vérifient les images. Elisabeth Bik estime cependant qu'il faudra attendre longtemps encore avant de voir un véritable changement des mentalités. Elle plaide pour la création d'organismes indépendants nationaux, voire mondiaux, qui surveilleraient l'intégrité de la recherche. La Suède a récemment créé une telle instance. Edwin Constable doute cependant qu'il soit judicieux d'institutionnaliser le travail de détective. Cela pourrait certes accroître l'efficacité des contrôles d'intégrité, mais présenterait aussi des inconvénients: «Cela pourrait aboutir à simplement cocher des cases sur une liste. Ce qui ferait perdre la spontanéité et l'engagement de la communauté», estime-t-il.

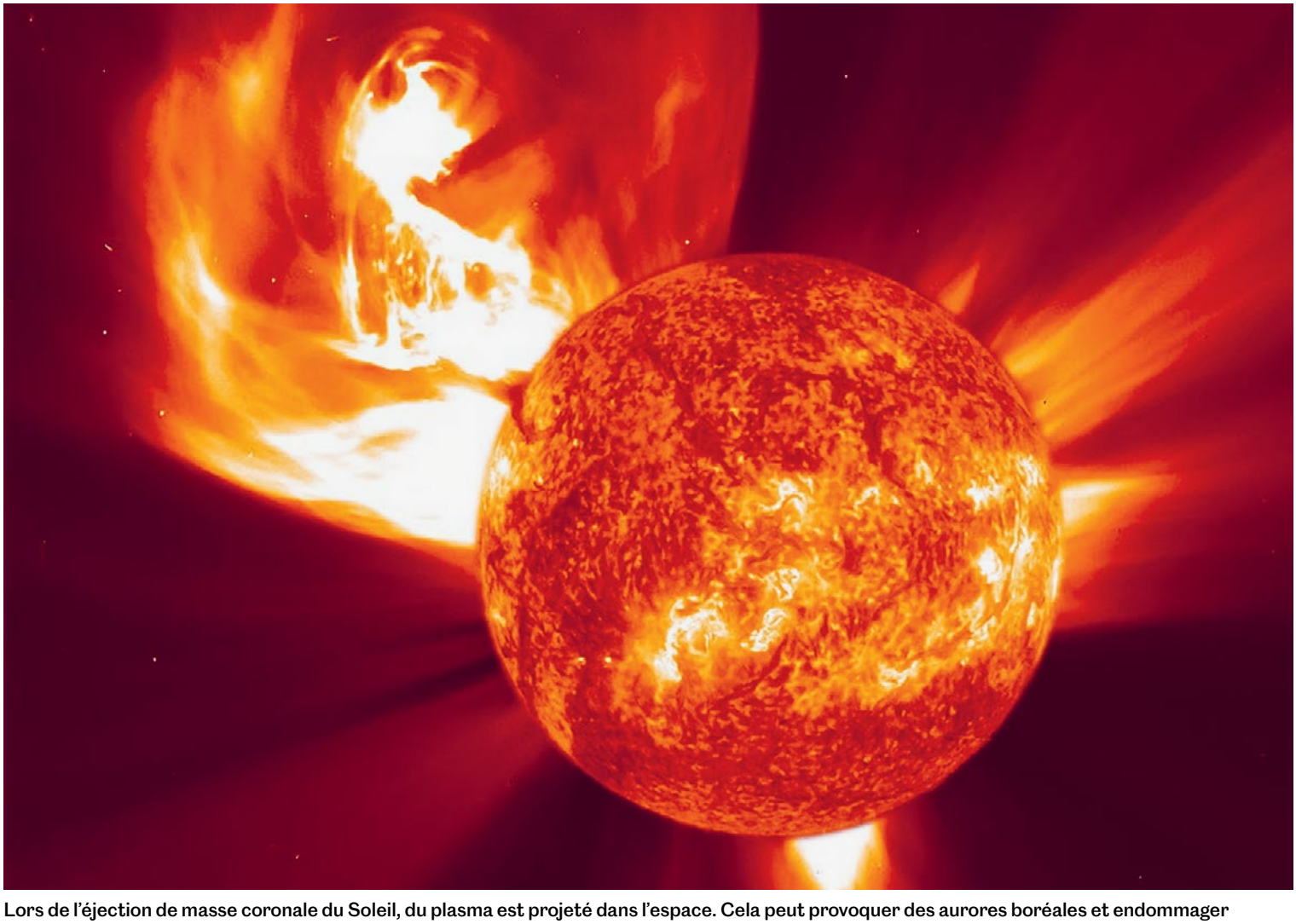
Pour l'heure, les observateurs indépendants vont probablement encore se tailler la part du lion du travail de détection de recherches falsifiées – et continuer à s'attirer éloges et blâmes. Aguerri, Leonid Schneider ne regrette pas ses initiatives passées, malgré les coûts élevés. Il se considère comme défenseur de l'intérêt général et des scientifiques qui craignent de s'opposer à de puissants collègues. «Je veux changer le système. Pas tout seul, mais en donnant une voix aux personnes qui veulent le faire.»

Edwin Cartlidge est journaliste scientifique à Rome.

Au cœur des éruptions

Le Soleil est loin d'avoir révélé tous ses secrets. De nouvelles missions, auxquelles la Suisse participe, livrent des informations sur les gigantesques tempêtes solaires.

Texte Hubert Filser



Lors de l'éjection de masse coronale du Soleil, du plasma est projeté dans l'espace. Cela peut provoquer des aurores boréales et endommager les satellites. Photo: SOHO

Neuf fois jusqu'à présent, la sonde a pris son élan sur Vénus. C'était également le plan de l'Agence spatiale européenne (ESA) lorsqu'elle a lancé Solar Orbiter en direction du Soleil en février 2020. «Les manœuvres sont déjà assez délicates», explique Säm Krucker, héliophysicien à la Haute Ecole spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW). La sonde s'approche assez près de la surface de Vénus – jusqu'à 550 kilomètres – lorsqu'elle doit accélérer dans son champ gravitationnel pour le prochain tour vers sa cible. «Dans une telle phase, une erreur pourrait nous faire perdre l'Orbiter.»

L'effort derrière la dernière mission solaire est immense, les espoirs des chercheurs sont encore plus grands: le comportement de notre étoile mère reste mystérieux malgré des centaines d'années d'exploration intensive. On ne sait ainsi toujours pas pourquoi l'activité solaire varie avec un cycle de onze ans. Ni pour quelle raison la température à sa surface est de 6000 degrés, alors que plus loin, dans la couronne, elle atteint parfois des millions de degrés.

Après deux années de vol sur des milliards de kilomètres dans l'espace, Solar Orbiter se dirige actuellement vers une orbite à 42 millions de kilomètres autour du Soleil, soit un peu moins d'un tiers de la distance entre l'étoile et la Terre. La sonde, qui a coûté 1,4 milliard de francs, transporte dix instruments de mesure, dont le télescope à rayons X suisse Stix. «L'ESA planifie cette mission depuis vingt ans», explique

Samuel Krucker. «J'y ai aussi investi dix ans de ma vie», ajoute-t-il. Et l'ampleur de la mission ne s'arrête pas à l'engagement personnel des chercheuses et chercheurs: Solar Orbiter ne verra pour la première fois les pôles du Soleil qu'en 2025. Le satellite pourra en outre observer l'étoile pour ainsi dire de l'arrière et compléter ainsi la vue actuelle depuis la Terre. «Nous obtiendrons enfin une vraie image en trois dimensions du Soleil, qui remplacera les projections réalisées depuis la Terre», dit encore Samuel Krucker.

Presque comme écouter de la musique

Deux ans avant l'envol de Solar Orbiter, la NASA a lancé une autre mission de taille. La sonde américaine Parker s'approchera à 6,2 millions de kilomètres de la boule de feu, protégée des 1300 degrés de l'héliosphère par un simple bouclier thermique. «Nous avons le beurre et l'argent du beurre», se félicite Samuel Krucker. Alors que la sonde Parker est conçue pour observer les particules qui s'échappent du Soleil directement à l'endroit où elles sont produites, les appareils de Solar Orbiter doivent fournir une vue directe sur l'astre. Pour obtenir cette vue générale, la sonde européenne restera cependant plus éloignée du Soleil que sa consœur américaine.

Le moment des missions est bien choisi: un nouveau cycle solaire a débuté en 2019. L'activité de l'étoile va donc aller croissant, avec un pic prévu pour 2025. Solar Orbiter a dix instruments à son bord. Grâce aux minuscules perforations dans son bouclier thermique, les télescopes regardent le Soleil en face, immortalisent sa surface et mesurent les particules et les champs. «Le Soleil vibre aussi», constate Samuel Krucker. Ces ondes sismiques révèlent l'activité à l'intérieur de l'étoile, dont la structure n'est pas entièrement connue. L'instrument de mesure construit par l'Institut Max-Planck de recherche sur le système solaire à Göttingen va livrer de nouvelles données pour l'héliosismologie, un champ d'activité qui a récemment pris de l'importance, mais qui s'appuie seulement sur les données des télescopes restés proches de la Terre. «Il faut voir cette discipline un peu comme l'étude d'un instrument de musique», image le sismologue solaire Gaël Buldgen de l'Université de Genève. «En effet, il est possible de reconstituer la taille, la forme et la composition d'un instrument de musique en analysant l'ensemble des fréquences et amplitudes contenues dans les sons qu'il émet, explique-t-il. Sonder la structure interne du Soleil revient donc à écouter sa musique.»

Les scientifiques s'attendent à trouver une «partition complexe à comprendre», comme le formule Gaël Buldgen. Il pourrait actuellement exister un écart entre les prédictions du modèle solaire et les hypothèses sur la composition chimique de l'astre. L'objectif est donc aussi de développer un nouveau modèle solaire. Les standards actuels datent des années 1980 et sont «trop grossiers». Il s'agit notamment d'en savoir plus sur l'intensité avec laquelle les rayons de hautes énergies (les rayons X) interagissent avec la matière solaire dans ses couches plus profondes.

De mystérieux feux de camp allumés par champ magnétique

Les missions visent aussi à en savoir plus sur le champ magnétique et ses changements dynamiques à l'intérieur du Soleil. Des rotations y provoquent en effet des champs massifs, complexes, tordus et emmêlés. Quand les lignes des champs magnétiques se déchirent et se rassemblent sous l'effet des dynamiques qui s'exercent, des quantités énormes d'énergie sont libérées. Le premier objectif de ces missions est dès lors aussi de mieux comprendre le champ magnétique du Soleil, «le roi de l'atmosphère solaire», selon l'héliophysicien Samuel Krucker, car «il détermine la direction à prendre». Ici, le télescope à rayons X développé à la FHNW joue un rôle clé. En effet, les rayons X permettent de déterminer les particules à hautes énergies extrêmement accélérées, liées aux champs magnétiques puissants. «Stix est le seul instrument capable de mesurer l'énergie des particules pendant une éruption solaire», explique encore Samuel Krucker. Il pourra par exemple livrer des images de la région la plus chaude d'une éruption, où la température peut atteindre jusqu'à 40 millions de degrés Celsius.

Les appareils ont jusqu'à présent enregistré 3000 éruptions de ce genre pendant le voyage de la sonde. «Nous voyons pour la première fois à l'intérieur du cœur d'une éruption solaire», explique Samuel Krucker. Ces «flares» peuvent aussi être observées au télescope depuis la Terre. Mais Stix offre une nouvelle perspective, qui permettra de combiner les arcs typiques pour obtenir une nouvelle image en trois dimensions.

En juin 2020, à mi-chemin entre la Terre et le Soleil, la sonde a livré des images de minuscules «feux de camp» mystérieux, situés sur la couronne du Soleil. Invisibles depuis notre planète, ce sont des éléments de l'éruption solaire. Leur présence pourrait peut-être expliquer les températures de millions de degrés enregistrées aux confins de la couronne. Contrairement aux plaques électriques d'une cuisinière, celle-ci chauffe localement lorsque les lignes des champs magnétiques se rompent, libérant de l'énergie d'un seul coup.

L'atmosphère solaire modélisée en 3D

Les nouvelles données plus précises profiteront ainsi à des scientifiques comme Lucia Kleint, astrophysicienne à l'Université de Genève. Elle a fait partie de l'équipe Stix à la FHNW, où elle était responsable du logiciel de vol. Pour ses modèles, elle dépend d'informations physiques précises sur l'état du Soleil, pendant et après une éruption, si possible dans tous les spectres de la lumière, de l'ultraviolet jusqu'à l'infrarouge. «De cette manière, nous pouvons saisir différentes couches du Soleil et établir un modèle quasiment en 3D de son atmosphère.»

Lucia Kleint aimerait pouvoir prévoir les éruptions solaires, ces événements extrêmes au cours desquels des milliards de tonnes de matière et des particules électromagnétiques sont propulsées dans l'espace. En effet, elles représentent un risque pour les astronautes des stations spatiales et sont en mesure de paralyser les infrastructures telles que les satellites ou les réseaux électriques fragiles sur Terre. «Les éruptions solaires sont les événements qui produisent le plus d'énergie dans tout le Système solaire. En une minute, elles libèrent une quantité d'énergie inimaginable, comparable à des millions de bombes atomiques», dit l'astrophysicienne. Des éruptions bien plus importantes ont lieu sur des étoiles qui ressemblent à notre Soleil. Reste à savoir pourquoi: «Notre Soleil engendrera-t-il un jour une éruption d'une ampleur telle qu'elle puisse constituer un danger pour la Terre?» s'interroge Lucia Kleint.

Pour traiter les énormes quantités de données, la chercheuse utilise les méthodes de l'apprentissage automatique. L'idée est d'évaluer statistiquement des milliers d'éruptions afin de trouver des lois valables de manière générale. «Nous voulons inclure autant de données que possible dans nos calculs», note-t-elle.

Chaque semaine, Solar Orbiter envoie des téraoctets de données d'observation précises supplémentaires. Et chaque jour, Stix livre aussi ses données de vol et d'autres paramètres. «Je les regarde le matin, dit Samuel Krucker, pour m'assurer que tout est en ordre.»

Hubert Filser est journaliste scientifique à Munich.
Avec la collaboration de Kalina Anguelova, journaliste à Morges.

Les humains font les villes

«L'urbanisation deviendra l'un des thèmes de développement les plus cruciaux dans les années à venir.» Ces paroles prophétiques ont été prononcées par la ministre britannique Lynda Chalker en 1992, lors des préparatifs pour le Rapport sur le développement dans le monde 1993. Elle soulignait ainsi l'urgence de réviser le point de vue de la société sur l'urbanisation, lequel ne se résume pas au développement des villes, à la croissance et aux infrastructures. Car les villes se développent grâce aux humains et pas uniquement avec des maisons et des routes. Aujourd'hui, cet appel peut sembler banal. Pourtant, il aura fallu attendre longtemps – trop longtemps – pour qu'il soit pris en compte et mis en œuvre dans la planification urbaine concrète, ainsi que dans la recherche sur le plan mondial.

Photo: Annette Boutellier

Marcel Tanner est président du réseau des Académies suisses des sciences a+.

Horizons montre de manière saisissante à quel point l'espace urbain est le lieu de cristallisation des grandes questions de notre société que sont le changement climatique, la mobilité, les formes de travail et de communication et la justice sociale. Il faut donc l'analyser en tenant compte du constat de Lynda Chalker. C'est la seule façon de créer de manière transdisciplinaire des environnements plaçant le bien-être de l'individu et des écosystèmes au centre des préoccupations. Si nous comprenons, étudions et mettons en œuvre les interactions et interdépendances complexes de l'urbanisation de cette manière, les villes deviendront les moteurs créatifs de l'innovation. Elles pourront alors créer les bases de la conception d'espaces de vie durables.

Les systèmes complexes et dynamiques des espaces de vie ne peuvent pas être compris uniquement avec nos approches de recherche établies et répondre à un appel général à la transdisciplinarité. Il s'agit plutôt d'étudier des méthodes comparatives allant au-delà des systèmes et des cultures. Ce faisant, nous devons avant tout intégrer des approches transdisciplinaires globales telles que la recherche-action-formation, décrite au début des années 1990 par l'organisation d'aide au développement Enda Graf Sahel. Cela permet d'inclure non seulement la diversité sociale et culturelle, mais aussi le point de vue de la société civile. Jorge Hardoy l'avait déjà reconnu en 1990: «Cela exige des gouvernements et des scientifiques de s'appuyer sur les compétences des gens qui sont déjà les bâtisseurs de villes les plus actifs: les simples citoyens et les organisations communautaires qu'ils ont formées.» De ces approches ont déjà découlé de nombreux premiers processus d'urbanisation réussis. Et surtout, il en résulte des perspectives, afin que nous puissions comprendre cette mégatendance de l'urbanisation, décisive pour la société et notre planète, et pour relever les défis qu'elle implique.

Autre mesure transitoire pour Horizon Europe

La Suisse n'étant pas associée au programme européen Horizon Europe, le FNS a lancé en décembre 2021 une mesure transitoire supplémentaire: les SNSF Starting Grants 2022. Cet instrument d'encouragement s'adresse aux personnes qui ont déjà une expérience de recherche de plusieurs années et des travaux importants à leur actif. Grâce à un Starting Grant, elles peuvent diriger leur propre projet de recherche en Suisse avec une équipe.

Nouvelle tête à la direction

Photo: Marco Zanoni/Lunax

Depuis janvier 2022, Laetitia Philippe est responsable du développement de la recherche au FNS. «La promotion de l'excellence et de l'internationalité dans la recherche scientifique et le renforcement de l'indépendance des jeunes chercheuses et chercheurs sont des thèmes passionnants pour lesquels je m'engage avec enthousiasme», déclare Laetitia Philippe. Cette chercheuse en science des matériaux a une expérience de recherche et de management aussi bien dans le secteur public que privé. Elle a notamment travaillé pour l'Empa et Rolex, où elle a dirigé de grandes équipes.

Partenariat américain

Le FNS et la National Science Foundation (NSF) ont signé une déclaration d'intention commune à la fin de l'année 2021. Pour Matthias Egger, président du Conseil national de la recherche, il s'agit d'une avancée significative: «Nous posons ainsi le socle d'une coopération durable.» Premier développement concret: les scientifiques suisses et américains n'auront plus à soumettre qu'une seule demande de financement pour leurs projets communs, auprès du FNS ou de la NSF. Cela réduira nettement la procédure administrative.

Prix pour journalistes scientifiques

Photo: màd

Qu'il s'agisse d'algorithmes, de vaccin à ARNm ou de recul des glaciers, le journalisme scientifique informe, explique le contexte et répond aux questions. Les Académies suisses des sciences récompensent les contributions d'excellente qualité par le Prix Média. En outre, elles soutiennent financièrement des recherches visant à créer des récits sur le vaste monde de la science. Le Prix Média Newcomer, quant à lui, encourage la relève dans la transposition de thèmes scientifiques en mots, en images ou en sons. Date limite de candidature: 16 mai 2022. Informations sur: *www.prixmedia.ch*.

Recherche de mentors

Quelles sont les règles du jeu dans le monde académique? Comment les jeunes chercheuses et chercheurs peuvent-ils améliorer leur profil? A quoi veiller dans un plan de carrière? Telles sont les questions que *se* pose la Jeune Académie Suisse (JAS). Elle recherche donc des scientifiques expérimentés et des spécialistes de toutes les disciplines qui souhaitent être inspirés par l'échange avec la jeune génération. Objectif: la soutenir dans son développement grâce à leurs conseils, leurs feed-back et leurs réseaux. Les personnes intéressées du monde de la recherche et de l'entreprise sont priées de s'adresser à Karin Spycher, directrice de la Jeune Académie Suisse: *swissyoungacademy.ch*.

Base de données avec 80 000 projets

Thèmes, personnes, résultats: toutes les informations sur l'encouragement de la recherche du FNS se trouvent dans la nouvelle base de données «Recherche de projets» sur *data.snf.ch*. Adaptée aux mobiles, elle contient environ 80 000 projets encouragés par le FNS depuis 1975. «Grâce à cette plateforme, nous renforçons la transparence et rendons nos données facilement accessibles», se réjouit Anne Jorstad, cheffe de l'équipe de données du FNS. «Toutes les personnes intéressées peuvent ainsi avoir un aperçu approfondi de notre soutien et du paysage suisse de la recherche.»

100 chercheuses sous les feux de la rampe

Elles sont biologistes, ingénieures ou linguistes: dans les Pôles de recherche nationaux (PRN), de nombreuses femmes mènent des recherches sur des thèmes d'importance stratégique pour notre pays. En 2021, à l'occasion du 50e anniversaire du droit de vote des femmes, les PRN ont lancé #NCCRWomen, une campagne vidéo sur YouTube et Instagram. Dans de courts portraits, 100 chercheuses exposent leurs travaux et l'intérêt qu'elles y trouvent. Elles représentent ainsi des modèles pour les jeunes femmes.

Sur la piste des microplastiques

Photo: màd

Le plastique pollue la nature. Mais de quelle manière? «Plus nous en saurons sur le cheminement des particules de plastique et leurs effets nocifs, mieux nous pourrons éviter qu'elles ne se répandent dans l'environnement», conclut Denise Mitrano, géochimiste à l'ETH Zurich. Elle a mis au point une méthode qui permet de suivre les micro et nanoplastiques dans l'eau, le sol et même dans les organismes vivants. Pour cette réalisation exceptionnelle, elle a reçu le Prix Marie Heim-Vögtlin 2021 du FNS.

Covid-19: conseil aux politiques sous la loupe

La science suisse a joué un rôle central dans la gestion de la pandémie de Covid-19 en 2020. Comment l'a-t-elle rempli? La chercheuse bâloise Alexandra Hofmänner dresse un bilan globalement positif, mais identifie aussi un besoin d'optimiser le conseil scientifique donné aux cercles politiques. Elle propose par exemple la mise en place d'un conseil consultatif sur la politique scientifique ou de préciser les rôles des institutions scientifiques. De plus, le conseil politique devrait être mieux valorisé dans le parcours académique. Alexandra Hofmänner a interviewé une quarantaine de personnes issues des milieux scientifiques, politiques, administratifs et médiatiques et effectué des recherches bibliographiques approfondies. Son étude a été réalisée sur mandat des Académies suisses des sciences. *go.academies-suisses.ch/role-science-dans-politique-CH*

Contribuer à l'élaboration de la recherche internationale

Photo: màd

Le FNS siège à la direction de Science Europe depuis fin 2021. L'assemblée générale a élu à la co-vice-présidence Angelika Kalt, directrice du FNS. A ses yeux, il s'agit d'une situation avantageuse pour tous: «En Suisse et au FNS, nous sommes habitués à rassembler différentes cultures et à trouver des solutions constructives ensemble. Science Europe peut en tirer profit. Inversement, nous avons maintenant la possibilité de participer encore plus activement à l'élaboration de la recherche internationale.» L'association Science Europe réunit des organismes de financement et de recherche de nombreux pays.

Horizons 131

Grand public, mais pas trivial

Je m'étonne! Votre magazine est en bonne voie pour franchir l'horizon vers un lectorat plus large alors qu'il donnait jusqu'à présent plutôt l'impression d'un organe d'initiés – de scientifiques pour les scientifiques. L'approche du thème des publications est non seulement très professionnelle, mais aussi originale – en particulier grâce aux bandes dessinées. Des articles tels que «Derrière les murs du monastère» ou «Couples de scientifiques» recourent à des éléments boulevardiers sans tomber dans la trivialité. L'entretien avec Sonia Seneviratne permet de prendre conscience de la menace que représente le changement climatique sans montrer personne du doigt. «Elle est belle, la nouvelle démocratie» incite à la réflexion sans donner de leçons. Un magazine qu'on peut aussi mettre entre les mains de personnes pour qui la recherche est un livre scellé de sept sceaux: elles pourraient même y prendre plaisir!

Charles Linsmayer, Zurich,
Critique littéraire et auteur

Horizons 131, couverture et bande dessinée du dossier

Illustrations criardes

Je ne suis certainement pas la seule personne – abonnée ou lecteur – qui a blêmi en s'accrochant à son fauteuil à la lecture du dernier numéro. Les illustrations absolument affreuses et criardes sont totalement indignes de ce magazine et vont à l'encontre de tous les goûts. Une revue qui, au nom du Fonds national suisse et des Académies suisses des sciences, se donne la tâche hautement méritoire de fournir un accès compréhensible à un lectorat un peu plus large et intéressé par la recherche ne doit pas s'abaisser à un tel niveau. J'espère que ce dérapage restera unique. Horizons mérite une présentation sobre et engagée en faveur de la science et n'est pas un magazine pour jeunes.

Rolf Müller-Ott, Bâle, dentiste

Horizons 131, p. 35 «Couples de scientifiques»

Les 99% de couples dans la recherche

Je suis étonné par vos couples de scientifiques qui travaillent encore à des projets communs le soir, maximisent leur productivité et, à côté, jonglent encore avec deux ou trois enfants. Le soir, ma partenaire et moi chassons le plus souvent les dernières chaussettes manquantes, payons la facture de la pédiatre après le 2e rappel, raclons la bouillie séchée sur le plancher et, avant de tomber de fatigue en rêvant d'un massage, nous discutons encore vite de qui pourra se libérer le lendemain pour la réunion de parents d'élèves – et avec un peu de chance, nous ne devrons aller veiller que deux fois le petit avant qu'au matin ma partenaire ne doive prendre le train de 7h30. Mais peut-être ne sommes-nous si tendus que parce que nous n'avons pas fait notre carrière à Stanford ou à Oxford, et que nous n'avons pas non plus réussi à travailler au même endroit, et que nous sommes ainsi simplement comme les 99% de couples de scientifiques restants.

Martin Müller, professeur de géographie à l'Université de Lausanne, avec Carolin et Louise (6), Frédéric (3) et Elliott (1)

Erratum

Dans l'article «Des impulsions créatives nées en Suisse» (Horizons 131, p. 25), il est indiqué par erreur que les éditions Frontiers ont publié 185 000 articles en 2020. Elles en ont publié 48 000 en réalité. Néanmoins, elles figurent toujours parmi les plus grands acteurs de l'open access du monde.

Votre avis nous intéresse!
Vous souhaitez réagir à un article? Nous nous réjouissons de votre commentaire par courriel à *redaction@revue-horizons.ch* ou sur Twitter *@horizons_fr* ou sur Facebook *@horizonsmagazine*. Courrier des lecteurs à envoyer au plus tard le 11 avril 2022.

La science donne des arguments Recommandez Horizons!

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

Vous avez changé d'adresse ou avez une question concernant votre abonnement? Adressez-vous à notre service d'abonnement: *abo@hrevue-horizons.ch*

Vous pouvez vous abonner à l'édition papier ici:
revue-horizons.ch/abo

Horizons
Le magazine suisse de la recherche paraît quatre fois par an en français et en allemand. La version en ligne paraît également en anglais.
35e année, no 132, mars 2022.

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

facebook.com/horizonsmagazine
twitter.com/horizons_fr

L'abonnement est gratuit: *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)*

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

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

Le Fonds national suisse de la recherche scientifique encourage sur mandat de la Confédération la recherche dans toutes les disciplines scientifiques. Il investit chaque année environ 1 milliard de francs. Début 2021, plus de 6000 projets étaient en cours, avec la participation de près de 20 0000 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*

Papier: Lessebo Rough White, Magno Star

Typographie: Caslon Doric, Sole Serif

Tirage
16 500 français
36 800 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.

Le titre de docteur honoris causa est-il pertinent pour les célébrités?

NON En 2021, l'Université de Berne a remis un doctorat honorifique à Tina Turner. Celle de Bâle a honoré Roger Federer en 2017. L'idole promeut la santé, a justifié sa Faculté de médecine. Remettre des doctorats honorifiques aux célébrités est à la mode. Le dalaï-lama en a ainsi déjà engrangé une cinquantaine. De grands patrons s'en servent volontiers pour se présenter, même lorsqu'ils sont issus de hautes écoles non accréditées. Et ces titres sont populaires parmi d'anciens titulaires et certains en affichent même plusieurs.

Qui a, reçoit. Un principe déjà évoqué dans la Bible, qui reste actuel. Les revenus et fortunes élevés augmentent plus que les plus faibles et attirent influence et prestige. D'autres fournissent un travail précieux, gagnent peu et restent dans l'ombre. On ne voit pas ceux qui sont dans l'ombre, écrivait déjà Bertolt Brecht dans l'«Opéra de quat'sous». Notre société devient économique, est mue par la concurrence et l'argent. Tout ce qui rapporte à court terme est bon. Les incitations financières et symboliques nous stimulent, mais ont un effet toujours plus inflationniste et démotivant. Cela aussi parce que les mérites reconnus s'accumulent chez les gens déjà sous les feux de la rampe grâce à de meilleures conditions de départ.

D'innombrables personnes ont des activités créatives ou intellectuelles sans toucher de bonus, alors qu'elles le font de façon scientifique, fondée et différenciée. Des entrepreneurs développent des procédés respectueux de l'environnement. Des journalistes investiguent des dossiers explosifs. Des sportifs analysent de façon critique ce qu'ils vivent lors d'épreuves cyclistes, de courses de fond ou de tournois de tennis sans courir après les millions de la publicité. Comme tant d'autres, ils méritent plus de reconnaissance. Les titres honorifiques stimulent certes la créativité innovante, mais risquent aussi de renforcer les hiérarchies et de créer un sentiment de supériorité. Personne n'est à l'abri. Il est donc d'autant plus important que les hautes écoles cultivent l'équilibre social et envoient des signaux originaux en donnant des titres honorifiques qui éclairent des travaux pionniers cachés au lieu de chercher la gloire.

Photo: mäd

«D'innombrables personnes exercent des activités créatives ou intellectuelles sans toucher de bonus.»

Ueli Mäder est professeur émérite de sociologie à l'Université de Bâle. En 2017, il faisait partie de ceux qui ont critiqué la remise d'un doctorat honoris causa à Roger Federer. Ses travaux de recherche mettent entre autres l'accent sur les inégalités sociales.

OUI Les célébrités suscitent la jalousie de ceux qui n'ont pas le même statut: elles sont riches, belles, connues et elles réussissent. Il semble injuste que les honneurs leur reviennent. On entend donc souvent dire qu'il faudrait honorer ceux qui n'ont pas autant de chance, afin de rétablir l'équilibre. Toutefois, mis à part la célébrité éphémère des participants aux émissions de téléréalité ou des influenceuses, ce statut est le corollaire de l'excellence dans un domaine d'activité humaine: art, sport, science, politique, économie ou action sociale. Refuser d'admirer des performances exceptionnelles, c'est faire preuve de pusillanimité.

Si on pose la question différemment et braque le feu des projecteurs non pas sur la célébrité, mais sur ce qui sort du lot, donc sur l'excellence, le problème est poussé jusqu'à l'absurde et l'apparente contradiction s'évapore. Mais ce n'est pas tout: la réprobation académique à l'égard des célébrités est le reflet d'un ordre hiérarchique bien-pensant. Selon le domaine et le type de performance à l'origine de la réputation d'une personne célèbre, celle-ci sera soit contrainte de se justifier, soit autorisée à accumuler les honneurs sans retenue. Les femmes et les représentants des arts du spectacle appartiennent plutôt à la première catégorie, tandis que les hommes œuvrant dans des champs d'activité dits sérieux entrent dans la seconde. L'homme de lettres et Prix Nobel Mario Vargas Llosa porte plus de doctorats honoris causa qu'un sapin de Noël n'a de boules colorées, sans avoir soulevé jusqu'ici de débat public, contrairement à Angela Merkel lorsqu'elle en a reçu un en 2009.

S'agissant de la musique, on regarde de haut les stars de la pop ou du rock. Personne ne s'offusquerait cependant d'un troisième titre remis à Heinz Holliger ou à Daniel Barenboim, deux musiciens classiques, âgés et blancs. Le jour où l'Université de Berne a décerné un doctorat honorifique à une femme non blanche, âgée et légende vivante du rock et de la pop, à savoir Tina Turner, la rédaction d'Horizons s'est tout de suite sentie obligée de s'interroger sur le sens et le but des doctorats honoris causa décernés à des célébrités. Pourquoi? En tout cas, c'est révélateur.

Photo: Ute Schendel

«La réprobation académique à l'égard des célébrités est le reflet d'un ordre hiérarchique bien-pensant.»

Cristina Urchueguía, professeure de musicologie à l'Université de Berne, étudie notamment l'influence des canons des valeurs esthétiques et historiques dans l'histoire de la musique. Elle préside la Société suisse de musicologie SSM.

«Il est nécessaire de penser de façon utopique en ce qui concerne les défis urbains énormes. Nous avons besoin de disruptions.»

Oscar Carracedo est chercheur principal du projet «The Sea-City Interface» au Future Cities Lab de l'ETH Zurich et des universités de Singapour. Depuis un an, son équipe mène des recherches sur les stratégies de transformation des villes côtières asiatiques dans le cadre du réchauffement climatique et de la montée du niveau de la mer. Page 19