

Horizons

Le magazine suisse de la recherche

Données médicales: peut mieux faire

Page 14

133 Juin 2022

Mes données sont vos données



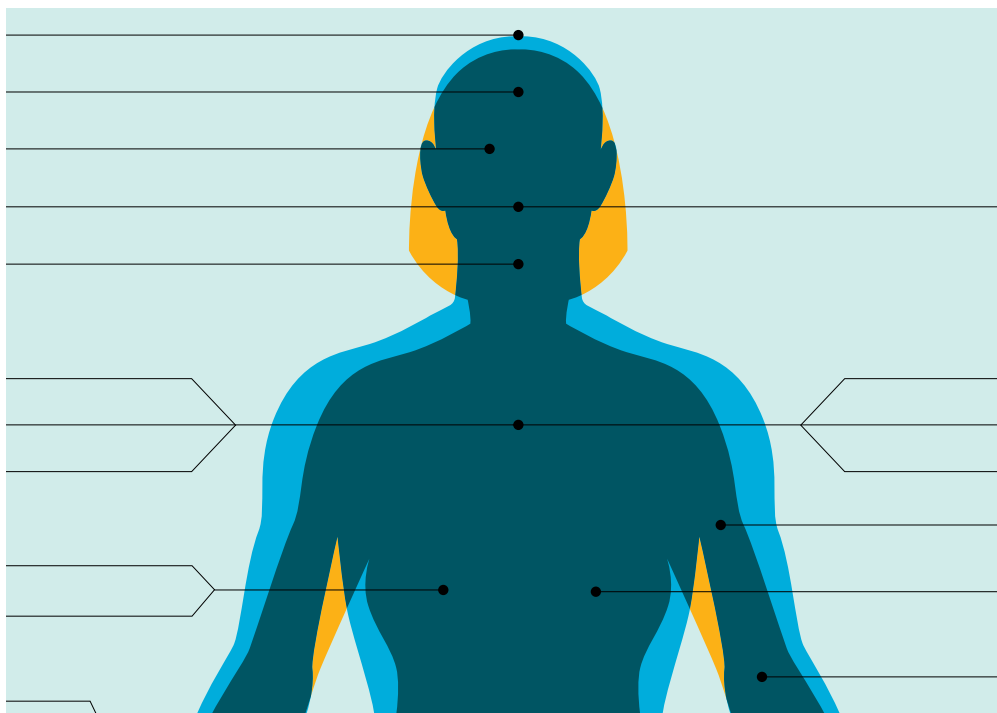
Judith Hochstrasser
Codirectrice de la
rédaction

Ils constituent une opposition décisive de notre époque: l'individu et le collectif. Depuis la pandémie de Covid-19, la controverse pour déterminer lequel de ces concepts l'emporte moralement est particulièrement passionnée. Les partisans et partisans d'un camp veulent pouvoir réagir le plus possible de façon individuelle à chaque circonstance. Et celles et ceux du camp opposé aimeraient déterminer le plus possible pour l'ensemble de la société la manière de réagir à une situation difficile.

La tension entre l'individu et la collectivité s'accroît tout particulièrement quand il y va des questions de santé. Notre dossier sur l'utilisation des données dans le domaine médical le montre clairement. Et lorsqu'on y regarde de très près, le conflit se manifeste par exemple dans la protection des données: le droit de l'individu à la sphère privée coexiste avec les efforts de la science pour obtenir le plus de données possible afin de développer la prévention et les thérapies pour les maladies courantes.

Paradoxalement, la collecte et l'exploitation de données standardisées pour une collectivité font aussi avancer l'individualisation dans la médecine. De nombreuses connaissances de la médecine dite personnalisée reposent sur des données collectées à grande échelle. Les patientes et les patients sont traités selon le principe que chaque personne malade réclame une thérapie adaptée à ses besoins. La médecine personnalisée est une sorte d'évolution logique de la médecine individuelle qui a triomphé aux Etats-Unis et en Europe après 1945. A l'époque, comme aujourd'hui, la confiance dans le fait que ce nouveau type de médecine pourrait traiter presque toutes les maladies était grande. Mais la santé publique, la santé de l'ensemble de la population, nécessite, elle aussi, un standard dans le traitement des données afin de pouvoir s'améliorer.

L'individu et la collectivité ont donc, l'un comme l'autre, besoin des données d'un très grand nombre de personnes, de décisions individuelles et collectives au sujet de l'utilisation de ces données. En matière de santé, ce couple antagoniste dépend ainsi on ne peut plus l'un de l'autre. Et leurs liens sont si étroits qu'aucun ne peut moralement prendre le dessus, quel que soit le temps que nous passerons à nous disputer.



Dossier: Données pour la médecine

16 [L'individu d'abord](#)
Pourquoi la médecine d'ici néglige la population

18 [La sphère privée à la limite](#)
Le côté compliqué de la protection des données tant appréciée

22 [Dans la jungle des infrastructures](#)
La recherche avec les données de santé exige de la persévérance

25 [Très personnel](#)
Même la médecine super individualisée exige les données de tous

A gauche: Le physique peut-il indiquer le risque de contracter une maladie donnée? Image: David McCandless et Fabio Bergamaschi, Adaptation: Oculus Illustration
Page de couverture: Tachycardie durant une défense de thèse. Image: Granville Matheson, Adaptation.: Oculus Illustration

4 [En image](#)
Poisson-zèbre luminescent

6 [Nouvelles de politique scientifique](#)
Scientifiques d'Ukraine bienvenus, données de Google contestées, droits de brevets convoités

10 [Actualités de la recherche](#)
A propos de collecte de plastique inutile, de peur de l'adolescence et de Meta, pieuvre avide de données

13 [Comment ça marche?](#)
Comment des flocons de graphite transformés améliorent les piles

28 [Reportage](#)
A la recherche de la grande sensation dans l'infiniment petit



32 [Guy Parmelin, conseiller fédéral](#)
«L'association de la Suisse avec Horizon Europe est l'objectif clair»



34 [Surveillé durant le sommeil](#)
Ce qu'accomplit notre cerveau quand nous dormons

36 [Du Japon, du Soudan, d'Iran](#)
Cinq doctorants d'outre-mer à propos de différences culturelles

40 [Comme il y a 420 millions d'années](#)
Pourquoi le cœlacanthe vivant ressemble toujours à ses fossiles

42 [Débat éthique](#)
Dignité humaine: une protection contre la torture ou un obstacle au débat?

44 [Guerre dans l'espace virtuel](#)
Pourquoi les cyberattaques ne provoquent pas encore de catastrophes majeures

46 [Portrait](#)
Paolo Cherubini lit le smog et les catastrophes dans les anneaux des arbres

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

51 [Débat](#)
Les pairs évaluateurs doivent-ils dévoiler leur identité?

Peau de poisson façon pointillisme

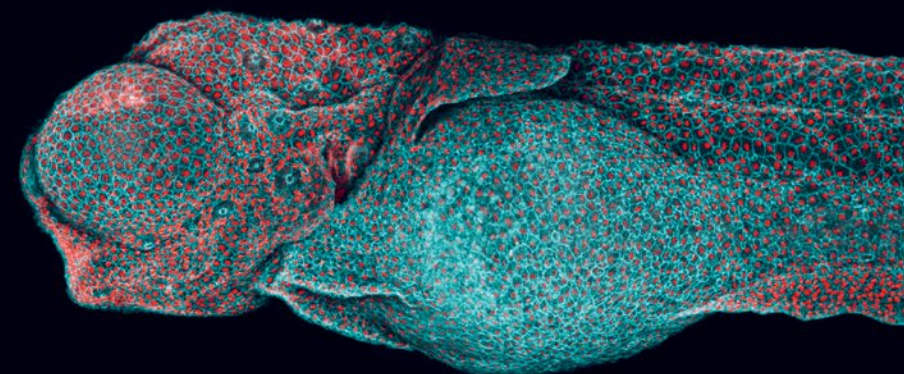
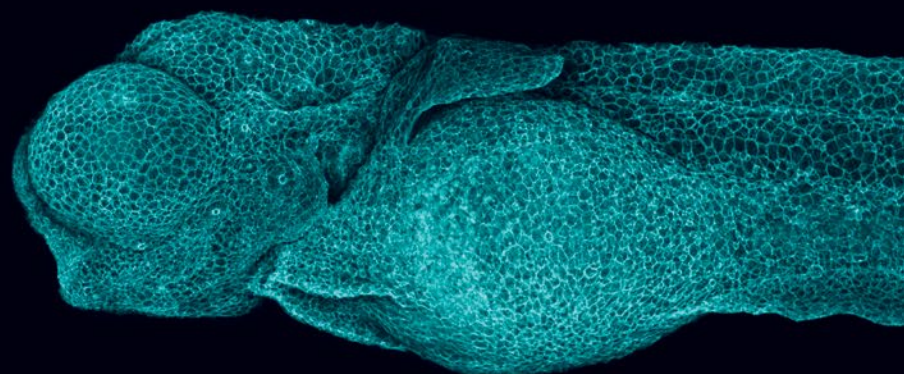
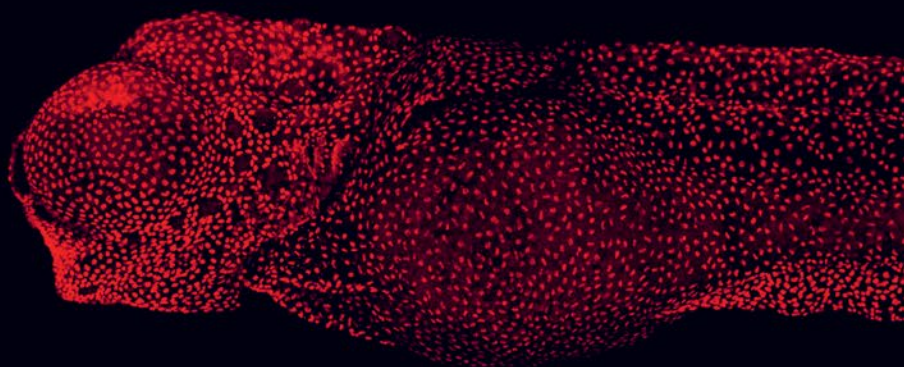
«J'aime cette image parce qu'elle est à la fois une source d'information pour ma recherche et plaisante à regarder.» Robert Bill, doctorant à l'Université de Zurich, le dit avec une pointe de culpabilité dans la voix: il fait parfois une pause dans son travail pour contempler ses photos. Et des images semblables à celle-ci, il en a beaucoup. Car elles permettent à ce spécialiste du développement de mieux comprendre les mécanismes par lesquels les cellules de la peau du poisson-zèbre s'organisent.

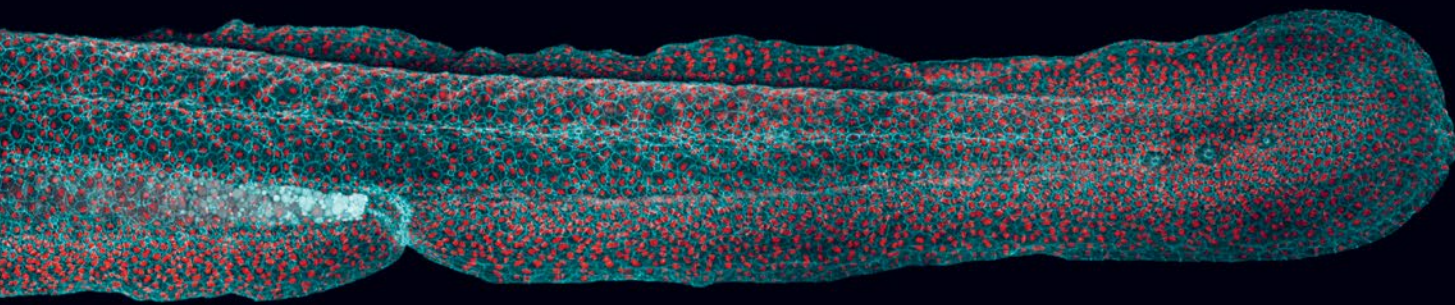
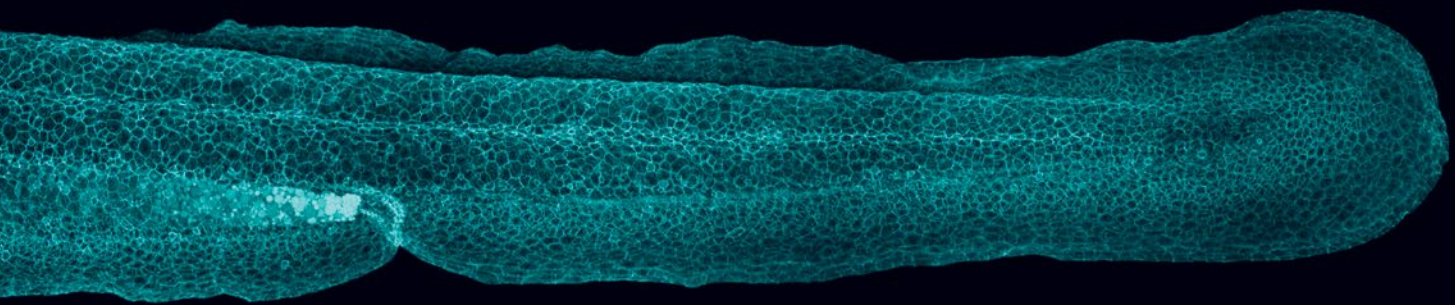
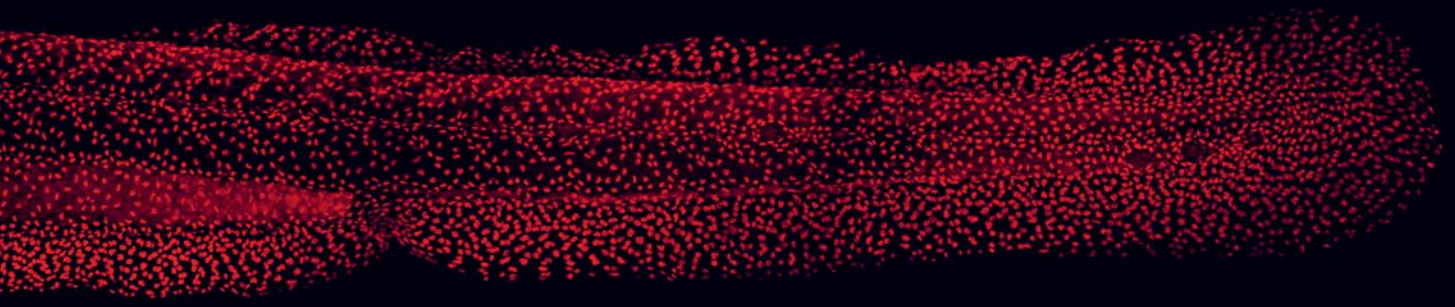
On voit ici un embryon de poisson-zèbre de 3 jours et de 3,5 millimètres de long observé au microscope confocal à balayage laser. Ou plutôt sa reconstruction en 2D, via la méthode de la projection d'intensité maximale, après que le microscope eut assemblé les images de plusieurs sections horizontales de l'embryon. L'image brute n'était pas colorée: le microscope détecte seulement un signal ou une absence de signal. C'est le scientifique qui a choisi de la colorer pour mieux voir ce qui l'intéresse: les noyaux des cellules de la peau en rouge (image du haut) et leurs membranes en bleu (image du milieu). Robert Bill a utilisé la technique de la coloration par anticorps fluorescents pour mettre en évidence les noyaux et le génie génétique pour faire exprimer à l'embryon des protéines marquées par fluorescence, ce qui permet de visualiser les membranes.

En fusionnant les deux images obtenues, le scientifique a reconstitué celle du bas. Il est satisfait de ce cliché, et pas seulement pour son esthétisme: «Cette image démontre que notre technique est capable de visualiser l'architecture de la peau entière du poisson-zèbre aux niveaux nucléaire et cellulaire.» Elle révèle aussi que les noyaux et membranes cellulaires de la peau sont déjà organisés avec une grande précision au bout de seulement trois jours de développement, ce qui n'est pas le cas de toutes les cellules et tissus de cet organisme. Prochaine étape: découvrir les mécanismes moléculaires de cette organisation.

Elise Frioud (Texte)

Robert Bill (Image)





Lu et entendu

«Je doute que la science soit une branche attractive pour les jeunes.»

Photo: mäd



Dans The Sydney Morning Herald, **Jodie Bradby, présidente de l'Institut australien de physique**, déplore que les politiques de son pays décident de plus en plus souvent de l'allocation des subventions à la recherche, créant un déséquilibre. Depuis 1996, le soutien aux mathématiques, à la physique et à la chimie a reculé de 37%.

«Les scientifiques russes doivent-ils tourner le dos à l'Europe?»

Le biologiste français **Patrick Lemaire** a réalisé un sondage d'opinion non représentatif auprès de scientifiques en Russie dans lequel il les interroge sur les sanctions occidentales. Si les chercheuses et les chercheurs sont nombreux à soutenir ces mesures, ils se sentent aussi «trompés par le reste du monde, avec lequel ils travaillaient jusqu'à présent ouvertement et avec plaisir».



Photo: mäd

A cause de la Russie: la fin des valeurs anciennes?

En mars, à Marseille, les ministres de la recherche de l'UE ont signé une déclaration commune avec de nouveaux principes qui soulignent la liberté de la recherche. Celle-ci inclut «le droit des chercheurs de partager, de diffuser et de publier ouvertement les résultats et données de ces recherches, y compris par la formation et l'enseignement, et de s'associer dans des organisations professionnelles ou académiques représentatives sans être désavantagés par le système dans lequel ils travaillent ou par la censure et les discriminations gouvernementales ou institutionnelles».

«Les chercheurs ont le droit de s'associer sans être désavantagés par le système.»

Déclaration de Marseille

La Déclaration de Marseille, est le fruit d'années de discussions entre les Etats membres de l'UE, mais se révèle très lacunaire dans le contexte de la guerre en Ukraine. Science Business se réfère ainsi Thomas Jørgensen, coordinateur politique en chef de l'Association des universités européennes: «Le grand nombre de chercheurs qui voulaient fermer la porte à la col-

laboration avec la Russie signifie un changement de paradigme, mais la déclaration se réfère toujours aux valeurs d'avant la guerre.» Kurt Deketalaere, secrétaire général de la Ligue des universités de recherche européennes, estime de plus que cette déclaration ne pourra être prise au sérieux qu'une fois que la commission aura autorisé la Suisse et le Royaume-Uni à s'associer à Horizon Europe. Jan Palmowski, secrétaire général de la Guilde des universités européennes à forte intensité de recherche, estime qu'il existe un déséquilibre entre la réaction à l'attaque russe et celle aux démarches individuelles de pays telles la Suisse ou la Grande-Bretagne: «Les arguments politiques du refus de l'association des deux pays ne sont de loin pas si solides que les arguments scientifiques en sa faveur. Un équilibre tout autre dans le cas d'un pays qui a déclaré la guerre à une nation européenne.» jho



La science donne des arguments. Recommandez Horizons!

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

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



«Elle a dit que sans la recherche sa vie serait finie»

Près de 100 scientifiques d'Ukraine ont été accueillis dans les hautes écoles suisses – également grâce à un programme spécial du réseau Scholars at Risk et du Fonds national suisse. Véronique Dasen est l'une des hôtes.

Une chercheuse ukrainienne travaille dans votre groupe en tant que collaboratrice de Scholars at Risk. Comment êtes-vous entrées en contact?

Je connaissais déjà Oksana Ruschynska, qui était professeure à Kharkiv. Elle participe à l'un de mes projets de recherche et a écrit un chapitre d'un de mes livres. J'ai donc pu formuler un projet adéquat pour elle. C'est de plus une personnalité très déterminée.

L'avez-vous contactée lorsque la Russie a attaqué l'Ukraine?

Je lui ai immédiatement écrit sur WhatsApp. Elle m'a raconté qu'elle habitait dans une région dangereuse. Ensuite sa maison a été bombardée et, en raison d'une onde de choc, sa fille de 17 ans, qui est en Suisse avec elle, souffre maintenant de problèmes de santé. Je suis très impressionnée par la façon dont toutes deux gèrent la situation.

La procédure pour son engagement a-t-elle bien fonctionné?

Parfaitement. J'ai demandé un emploi dans mon institut et Scholars at Risk a accordé un financement à Oksana. Elle est désormais reconnue comme chercheuse senior. Elle m'a dit



Véronique Dasen est professeure d'archéologie à l'Université de Fribourg. Photo: Nicolas Brodard

que sa vie serait finie si elle ne pouvait plus faire de recherche. Mais il lui a encore fallu obtenir un permis S du Secrétariat d'Etat aux migrations pour pouvoir travailler. En attendant, mon université l'a aidée en lui octroyant une sorte de bourse comme celle accordée aux étudiantes. J'en suis très reconnaissante. Ce n'était pas un gros montant, mais Oksana a reçu une carte du campus, une adresse de courriel de l'université. Ce sont toutes des

choses qui procurent un sentiment d'appartenance. Son université à Kharkiv est détruite.

Aviez-vous envisagé auparavant d'engager quelqu'un via Scholars at Risk?

Oui, mais établir le contact n'est pas facile. Un poste pour Scholars at Risk ne se publie pas sur Facebook. Je serais aussi prête à accueillir des scientifiques russes en danger, mais dans ce cas la procédure est plus compliquée. Grâce à l'autorisation spéciale pour les chercheurs d'Ukraine, tout fut plus simple: un excellent exemple qu'on peut rapidement prendre des mesures efficaces si on le veut vraiment.

Avez-vous été soutenue par votre équipe de recherche?

Oui, énormément. Ma postdoc a même prêté son appartement à Oksana durant les premières semaines. Tous ont aidé – auprès de l'administration, des autorités et aussi pour la recherche de meubles.

Est-ce la première fois que vous agissez dans une telle situation?

Après mon doctorat, j'ai travaillé plusieurs années pour l'ONG Coordination Droit d'Asile. Je sais combien le système administratif suisse est compliqué. Nous avons aidé des personnes du Kurdistan, du Zaïre et du Sri Lanka. Nous nous battions alors déjà pour les réfugiés. Maintenant que nous avons une chance de pouvoir aider vite et efficacement, faisons-le!
jho



Les mangroves rouges sont aussi séquencées dans le cadre de l'African BioGenome Project. Photo: Michael Dietrich/Image Broker/Keystone

Un grand projet pour renforcer la recherche en Afrique

Alors que les côtes du Nigeria sont bordées de palétuviers rouges et que le poisson dormeur est un aliment de base en Afrique de l'Ouest, leurs génomes restent mal connus. Cela vaut pour plus de 95% des espèces menacées sur le continent, rappellent des scientifiques dans Nature. Selon leur estimation, environ 25 sur quelque 35 projets axés sur l'étude de la biodiversité en Afrique des quinze dernières années étaient dirigés de l'extérieur du continent. L'African BioGenome Project veut rectifier le tir et séquencer 105 000 espèces endémiques. Actuellement, plus de 100 chercheuses et chercheurs africains ainsi que plus de 20 organisations locales y participent. Le projet vise non seulement à améliorer les connaissances sur la biodiversité, mais aussi la position des scientifiques sur place. *jho*

Pièges de la recherche avec Google

«Combien de temps dure le coronavirus?» fut l'une des questions les plus googlées en Suisse en 2021. Les données mises à disposition par le moteur de recherche sont précieuses pour les sciences sociales. Des banques centrales s'appuient désormais aussi sur le service Google Trends, par exemple parce qu'il reflète l'évolution du comportement des consommateurs avant la parution des statistiques de vente.

Cette méthode, nommée «nowcasting», est non seulement plus rapide qu'un sondage, mais résout aussi l'un de ses problèmes majeurs: les gens tendent à répondre ce qu'ils pensent qu'on attend d'eux. Or, ce desirability bias n'existe pas dans les moteurs de recherche. Ce qui permet par exemple aussi de mieux évaluer les chances des populistes de droite lors d'élections.

Mais cette abondante source de données a aussi ses écueils: des scientifiques ont constaté

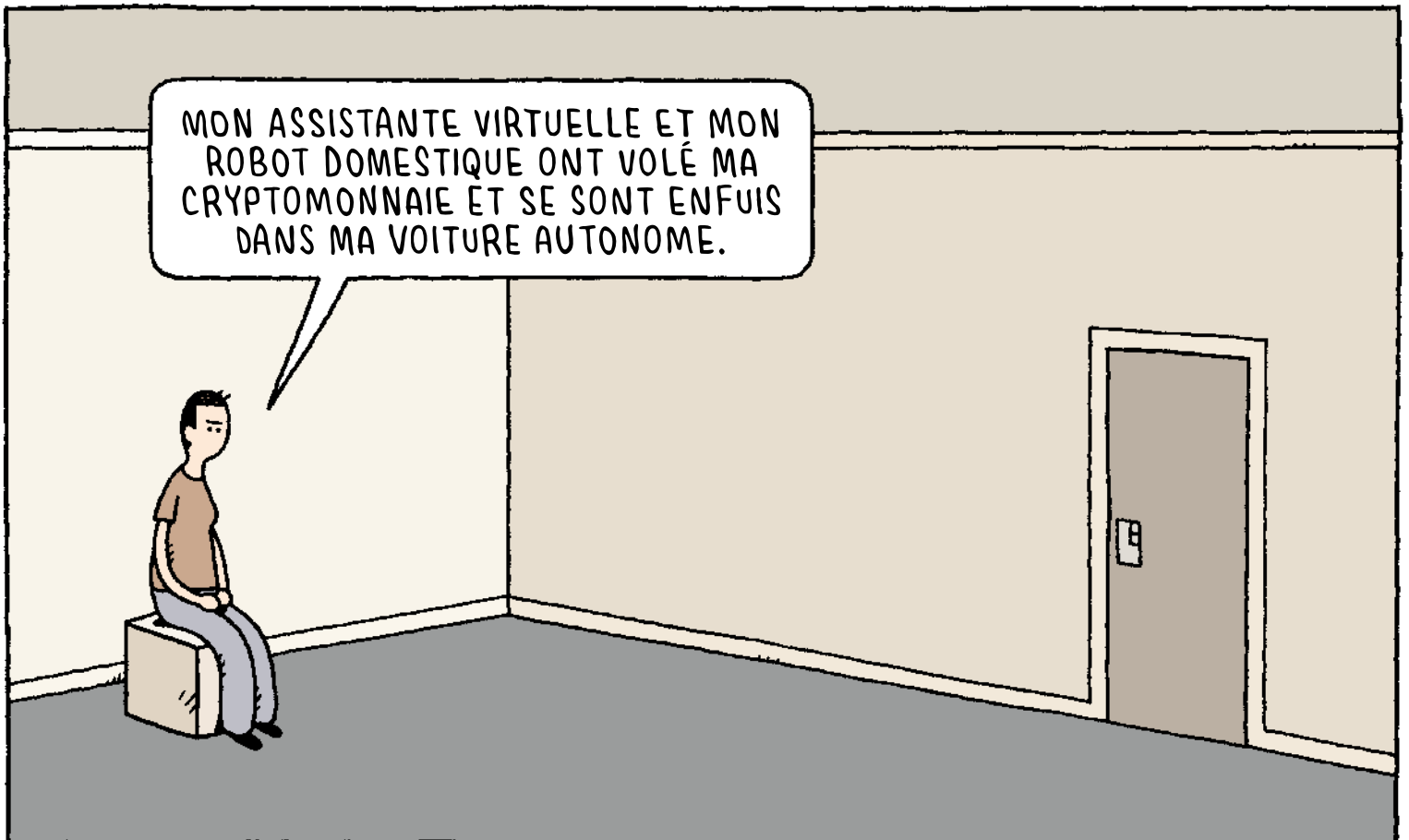
que les données mises à disposition de ses clients publicitaires par Google diffèrent fortement de celles accessibles au public. La fenêtre temporelle choisie joue ici un rôle important. «Plus les données sont récentes, plus l'écart est important», a expliqué à la NZZ Sergej Zerr, chercheur en informatique de l'Université de Hanovre. Alessandro Rovetta, de la société italienne de logiciels Redeev, est même arrivé à la conclusion que «toute étude réalisée avec Google Trends n'est en soi pas reproductible».

Des chercheuses du Secrétariat d'Etat à l'économie, de l'ETH Zurich et de l'Université de Bâle ont publié une méthode statistique pour corriger ces incohérences selon l'âge des données, la fenêtre temporelle et la taille de la zone d'influence. Ainsi, «l'évolution de l'humeur générale ou de l'intérêt pour des thèmes et des produits peut être étudiée de manière fiable avec Google Trends». ff

Dispute sans fin à propos des ciseaux génétiques

La nouvelle technologie de **modification ciblée du génome Crispr-Cas9** est prête à être commercialisée. Crispr Therapeutics, sise à Zoug, teste déjà les **premières thérapies** au ciseau génétique dans des études cliniques. Reste à trancher la question du détenteur des droits sur les brevets, **disputés par deux laboratoires**. L'Office américain des brevets a donné la priorité au Broad Institute du MIT et de Harvard. Mais à cause d'un vice de forme du Broad Institute, l'Office européen des brevets a tranché en faveur du laboratoire des lauréates du prix Nobel Jennifer Doudna et Emmanuelle Charpentier de l'Université de Berkeley. Ces droits sont de plus revendiqués par **deux entreprises**, compliquant encore l'affaire. «**Cela pourrait durer encore des années**», a déclaré Catherine Coombes, spécialiste en droit des brevets, au magazine Nature. ff

Situation d'urgence



Personnalités

Veut l'IA pour la paix



Valerie Sticher, chercheuse en conflits à l'Université nationale de Singapour, s'est exprimée dans le Tages-Anzeiger sur l'impact de l'intelligence artificielle (IA) dans la guerre et la paix. Pour elle, l'IA n'est pas qu'un instrument de guidage d'armes autonomes. Elle pourrait un jour avoir son importance dans les pourparlers de paix, notamment pour l'obtention d'informations. «Tant que les parties en conflit penseront pouvoir obtenir plus par la voie militaire que par des échanges politiques, les négociations de paix échoueront», dit la Suissesse qui étudie le conflit ukrainien depuis longtemps. Le président russe n'aurait peut-être pas décidé de l'invasion s'il avait utilisé l'IA. *ff*

Informe sur le covid long



Milo Puhon est épidémiologue à l'Université de Zurich et informe la Suisse sur le covid long. Avec une étude de cohorte zurichoise, il a observé 1550 personnes

contaminées depuis le début de la pandémie. Sur 100 personnes infectées, 16 souffraient encore d'atteintes dans leur santé un an après, dont une sérieusement. On ne peut encore dire si la vague Omicron, qui a causé moins d'hospitalisations malgré la hausse des infections, provoque plus ou moins de cas de covid long, a-t-il indiqué fin mars au réseau Long Covid Altea. «On ne peut le constater qu'après trois mois. Même les pays où Omicron est arrivé un peu plus tôt n'ont pas assez d'avance pour nous aider.» *ff*

Etudie sa propre colère



Célia De Pietro, doctorante en sociologie à l'Université de Lausanne, est membre d'Extinction Rebellion, un mouvement militant écologiste qui mise sur la désobéissance

civile. Pour sa thèse, titrée «Avec amour et rage», elle étudie les émotions au sein de ce mouvement, dont les siennes qu'elle note, afin de pouvoir constater plus tard d'éventuels changements, explique-t-elle au quotidien Le Courrier. «Une enquête au long cours établit une forme de confiance. Ce qui ne m'empêche pas d'être critique.» C'est aussi pourquoi elle a de nombreux échanges avec sa directrice de thèse, ses collègues dans la recherche et des militants. *ff*

En chiffres

37%

de la population mondiale a été affectée par un **déclin de la liberté académique** entre 2011 et 2022. Les reculs les plus importants de l'Academic Freedom Index ont été enregistrés au Brésil, à Hong Kong, en Inde et en Turquie. Et c'est en Gambie et en Ouzbékistan qu'il a le plus progressé.

15 500

personnes de plus sont **décédées en Suisse en 2021 et 2022** par rapport à la moyenne pluriannuelle, montre une étude publiée dans The Lancet. C'est près de **30% de plus** que ce qu'indiquent **les chiffres officiels sur le Covid-19**.

88%

des **scientifiques** aux Etats-Unis ont **confiance dans les plantes génétiquement modifiées**. Dans le **reste de la population**, ce chiffre n'est que de **37%**, selon le Pew Research Center. Quant à la croyance à l'origine humaine du changement climatique, la différence entre population et chercheuses était encore de 37 points de pourcentage.

43,8

ans

était **l'âge moyen des prix Nobel** qui ont réalisé leur percée en 2013 en sciences naturelles. Pour les premières percées, soit **en 1871**, cet âge moyen n'était que de **33,6 ans** et il n'a depuis cessé d'augmenter, selon une étude parue dans Scientometrics.

Collecter le plastique n'est guère utile

Pouvons-nous résoudre le problème des déchets par la collecte et le recyclage du plastique? C'est insuffisant, a constaté Magdalena Klotz de l'ETH Zurich. Pour son étude, elle a modélisé une Suisse d'une conscience écologique particulièrement élevée en 2025 – sous un seul angle cependant: 80% des déchets plastiques y seraient collectés. Aujourd'hui, ce sont 21% en moyenne. Mais tous les processus suivants, de production, tri et recyclage, resteraient inchangés.

Les résultats montrent que, dans ces conditions et en dépit du fort taux de collecte, le plastique recyclé ne représenterait qu'une très faible proportion, de 14%, des produits recyclés en cette matière, tout en doublant par rapport à aujourd'hui. Cela résulte avant tout de la façon dont le plastique est recyclé. Les déchets plastiques



On peut collecter autant de plastique qu'on veut. Cela n'est guère utile.

d'origines différentes sont fondus ensemble. «En raison de ce mélange, le plastique recyclé a d'autres propriétés que les matériaux originaux. Il ne peut donc être utilisé que dans certains produits et ne peut remplacer que de façon limitée les plastiques neufs dans la production», note la chercheuse, qui pense que le système doit donc être totalement revu: «Il faudrait anticiper l'utilisation future du recyclat déjà lors de la conception d'un nouveau produit. Et les déchets plastiques devraient être triés plus précisément. A défaut de trouver plus de possibilités d'utilisation du vieux plastique, l'utilité écologique du recyclage restera, à l'avenir également, très restreinte.» Johannes Giesler

M. Klotz et al.: Limited utilization options for secondary plastics may restrict their circularity. Waste Management (2022)



Les œufs verts de la puce d'eau résistent sans problème à un été sec. Photo: Dieter Ebert

Un sucre contre la sécheresse

Lorsque leur mare s'assèche ou gèle, les organismes qui vivent dans son eau ont besoin de stratégies rusées pour survivre. C'est pourquoi les puces d'eau produisent des œufs dits de durée qui résistent à la sécheresse grâce à un sucre particulier, ont découvert des chercheurs de l'Université de Bâle. Ces œufs sont de petits embryons protégés contre les conditions hostiles qui se «réveillent» lorsque celles-ci s'améliorent.

«La résistance des invertébrés dans ces stades d'attente est toujours surprenante», dit le responsable de l'étude, Dieter Ebert. Son équipe suppose qu'un sucre particulier, le tréhalose, pourrait jouer un rôle important dans la survie de ces œufs dans les mares asséchées. On savait déjà que ce sucre protège les bactéries et les plantes contre le dessèchement. Afin d'établir si cela fonctionne aussi chez les animaux,

les scientifiques ont recherché du tréhalose dans les œufs de durée de puces d'eau issues de biotopes secs ou humides. Ils en ont surtout trouvé de grandes quantités là où les œufs de ces crustacés se dessèchent chaque été.

«Les puces d'eau se sont adaptées localement.»

Le tréhalose transforme l'eau des cellules en une sorte de gel qui empêche le déchirement des tissus quand les cellules se rétractent à cause du manque d'humidité. «Il semble non seulement que le tréhalose joue un rôle central chez les animaux, mais aussi que les puces d'eau se sont adaptées localement», note Dieter Ebert. C'est important, car les périodes de sécheresse se multiplient en de nombreux lieux. Sofia van Moorsel

J. L. Santos & D. Ebert: Trehalose provisioning in Daphnia resting stages reflects local adaptation to the harshness of diapause conditions. Biology Letters (2022)

Les apps de traçage de contact manquent d'attrait

L'absence de services à valeur ajoutée explique en partie le manque de succès des applications de traçage de contact. C'est la conclusion d'une équipe de l'Université de Lausanne qui a comparé les apps de différents pays. Les développeuses se sont essentiellement concentrées sur la protection des données et leur sécurité, indique la première autrice Dana Naous. En cas de nouvelle pandémie, l'application suisse devrait intégrer des services supplémentaires tels que le diagnostic ou le check-in. yv

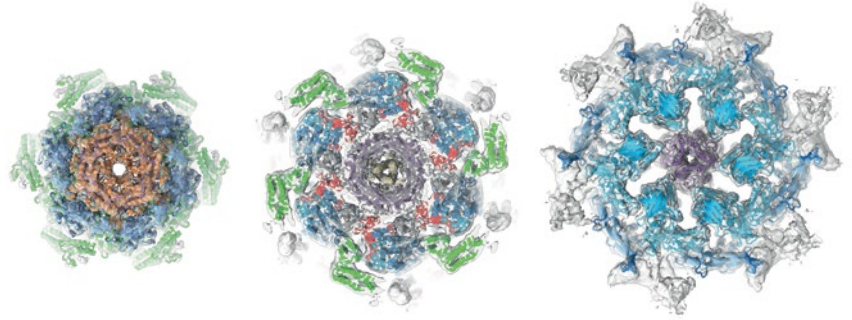
D. Naous et al.: Learning From the Past to Improve the Future. Value-Added Services as a Driver for Mass Adoption of Contact Tracing Apps. Business & Information Systems Engineering (2022)

Des nanoparticules contre l'anémie et la carence en fer

En Afrique surtout, nombre de femmes **souffrent d'anémie due à une carence en fer**. C'est pourquoi les aliments sont souvent enrichis à titre préventif avec des sels de fer. Or, **le sulfate de fer affecte le goût et la couleur**, alors que le phosphate ferreux est seulement mal assimilé par l'organisme. Des scientifiques de l'ETH Zurich viennent d'établir que **les phosphates ferreux sous forme de nanoparticules faciles à absorber** pourraient constituer une bonne alternative. «Dans le duodénum des souris, les particules sont assimilées avec **les moyens naturels de transport**. Et elles ne se déposent pas non plus dans les tissus, où elles pourraient devenir toxiques», note la première autrice, Jeannine Baumgartner. Lors d'**un test sur douze femmes anémiques**, les nanoparticules de fer se sont bien intégrées aux globules rouges. Des études de longue durée doivent maintenant confirmer que l'on peut constituer ainsi des réserves en fer durables. *yy*

J. Baumgartner et al.: Iron from nanostructured ferric phosphate: absorption and biodistribution in mice and bioavailability in iron deficient anemic women. *Scientific Reports* (2022)

Point de mire



Coupe transversale de propulseurs des plus minuscules

On dirait de la science-fiction: certaines **bactéries tirent des flèches dans leur environnement à partir de nanomachines**, probablement pour communiquer. Cela pourrait servir pour des applications biomédicales. Jusqu'ici, seuls quatre systèmes de ce type étaient connus. L'équipe de Martin Pilhofer à l'ETH Zurich a identifié d'autres **machines d'injection** nouvelles dans les gènes de bactéries et en a déterminé la structure. Par exemple, dans la bactérie marine *Algoriphagus machipongonensis*: **larges d'environ 30 nanomètres**, les coupes transversales de la capsule, du centre et de la base (de gauche à droite) de la machine montrent comment différentes protéines forment la structure symétrique sextuple de la gaine, de la flèche et de l'embase. *yy*

J. Xu et al.: Identification and structure of an extracellular contractile injection system from the marine bacterium *Algoriphagus machipongonensis*. *Nature Microbiology* (2022)

Ne craignez pas l'adolescence!

De nombreux parents redoutent l'adolescence de leurs enfants parce qu'ils s'attendent à une période difficile. Cette attitude négative à l'égard de l'adolescence pourrait pourtant être à l'origine même de difficultés.

«La littérature spécialisée de la première moitié du XXe siècle s'est principalement intéressée aux jeunes à problèmes. Ce qui a conduit à généraliser ce concept de crise. Malgré les connaissances scientifiques accumulées depuis, qui démontent ce mythe, les stéréotypes sur l'adolescence persistent avec obstination», déplore Grégoire Zimmermann, professeur à l'Institut de psychologie de l'Université de Lausanne. Avec son équipe, il a publié les résultats d'un projet qui a exploré le poids sur

«Nous espérons aider les parents à être plus critiques à l'égard du mythe de la crise d'adolescence.»

la parentalité des croyances nourries par les parents au sujet de l'adolescence. Dans cette étude, 146 couples, parents de jeunes de 14 à 15 ans scolarisés dans le canton de Vaud, ont accepté de répondre à des questionnaires rassemblant différents items classiquement utilisés pour évaluer les croyances sur l'adolescence. Ils ont aussi répondu à des questions au sujet de la surprotection et du burn-out parental, deux aspects très étudiés dans la parentalité contemporaine «dans laquelle les parents sont soumis à beaucoup d'injonctions», souligne Grégoire Zimmermann.

Résultat: la surprotection s'est révélée corrélée positivement au risque de burn-out parental. Une autre association a été identifiée entre

croyances négatives à l'égard de l'adolescence, surprotection et burn-out parental. L'étude ne démontre pas de lien de cause à effet, mais montre que les pères et les mères qui redoutent le plus l'adolescence de leurs enfants encourent plus de risques d'avoir effectivement des problèmes avec eux.

Modifier la perception des parents

«Nous espérons aider les parents à être plus critiques à l'égard du mythe de la crise d'adolescence et les inciter à modifier la perception qu'ils ont de cette période: quand on est parent, il est primordial d'élargir sa vision pour remarquer aussi tout ce qui se déroule bien, note Grégoire Zimmermann.» *Stéphany Gardier*

G. Zimmermann et al.: Parents' Storm and Stress Beliefs about Adolescence: Relations with Parental Overprotection and Parental Burnout. *Swiss Psychology Open* (2022)

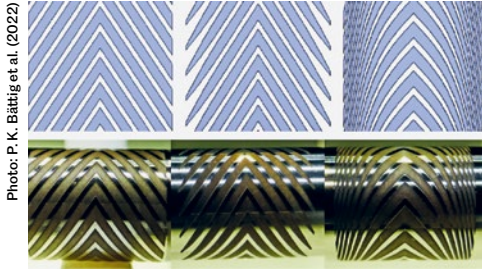


Photo: P. K. Bättig et al. (2022)

Trois profils de rainures assurent un fonctionnement optimal à haute vitesse.

Rainures pour rotors

La production décentralisée d'électricité utilise de minuscules machines turbo à très haute vitesse. Leurs rotors reposent sur une couche de gaz, au lieu de billes. Dans le rotor, des **rainures en forme d'arêtes de poisson** profondes de quelques micromètres assurent un fonctionnement stable. Les calculs du groupe de recherche de Jürg Schiffmann à l'EPFL ont amélioré la stabilité en optimisant la forme des rainures en spirale. Des tests l'ont confirmé: en variant **l'angle, la profondeur et la largeur** des rainures, la vitesse stable a passé de 56 000 à 180 000 tours par minute. *yy*

P. K. Bättig et al.: Experimental Investigation of Enhanced Grooves for Herringbone Grooved Journal Bearings. *Journal of Tribology* (2022)

Morsures de serpents lourdes de conséquences

Selon l'OMS, la morsure de serpent est la **maladie tropicale négligée la plus mortelle**: plus de 100 000 personnes en meurent chaque année. S'y ajoutent les conséquences encore largement inexplorées, tels les problèmes de santé des survivants, ou la perte d'animaux de rente. L'équipe de projet Snake-Byte de l'Université de Genève et d'une université népalaise a calculé que, rien qu'au Népal, **près de 200 000 années de vie saine étaient perdues par an**. L'étude fournit aussi des pistes d'intervention: **les femmes souffrent par exemple plus souvent de séquelles** que les hommes. Pour l'épidémiologiste Sara Babo Martins, cela pourrait être dû à leur **moins bon accès aux services de santé**. Avec d'autres analyses, l'équipe va vérifier l'hypothèse. *yy*

S. Babo Martins et al.: Assessment of the effect of snakebite on health and socioeconomic factors using a One Health perspective in the Terai region of Nepal: a cross-sectional study. *The Lancet Global Health* (2022)

Comment Meta aspire les données de tous grâce aux «J'aime»

La simple présence des boutons d'engagement de Facebook (les «J'aime» et «Partager») sur un site Internet lui permet de récolter des informations cruciales pour ses publicités en ligne. Le géant du Web crée alors un profil fantôme des internautes qui inclut les métadonnées des pages consultées. Il n'est pas nécessaire que l'internaute clique sur ces boutons d'engagement, ni même qu'il ou elle ait un compte sur le réseau social. Ces informations permettent à Facebook de faire de meilleures prédictions pour les utilisateurs et utilisatrices du réseau et de créer des publicités plus ciblées. Elles peuvent aussi être vendues à des tiers.

Des scientifiques des universités de Zurich, Lausanne, Yale et Berlin ont analysé les recherches Internet d'environ 5000 personnes aux Etats-Unis durant une année afin de mesurer la magnitude du phénomène. «J'ai été étonné de l'ampleur avec laquelle Facebook utilise ces profils fantôme, s'étonne Luis Aguiar, premier auteur de l'étude et professeur assistant en management de la transformation digitale à l'Université de Zurich. «Ce qui est le plus surprenant, c'est qu'il y a très peu de dif-

férences entre les utilisateurs et utilisatrices de Facebook et les autres en ce qui concerne la proportion de visites surveillées.»

La recherche montre en effet que le groupe Meta surveille 55% des sites consultés par les personnes ayant un compte sur le réseau social et 44% de ceux consultés par les autres. Ces valeurs ne sont par ailleurs que peu affectées par l'âge, l'éducation, ou la sensibilité à la vie privée. Seul le sexe de l'internaute engendre de faibles écarts: les femmes sont davantage surveillées que les hommes, un résultat pouvant être dû à une différence de sites consultés.

Le placement des boutons d'engagement n'est d'ailleurs pas la seule technologie utilisée pour récolter des données sur les internautes. D'autres techniques sont développées continuellement afin de contourner les réglementations qui visent à protéger la vie privée. *Marion de Vevey*

L. Aguiar et al.: Facebook Shadow Profiles. DIW Berlin Discussion Paper N° 1998 (2022)

Exosquelettes pour les petits

Ouvrir une bouteille, jouer aux legos ou aux cartes – autant de gestes que les enfants ne peuvent plus vraiment faire avec **une main paralysée, par exemple suite à une attaque cérébrale**. Une équipe du Centre de réhabilitation pour enfants de l'Hôpital universitaire pédiatrique de Zurich et de l'ETH Zurich a **adapté un exosquelette pour petites mains qui soutient** les mouvements des doigts. Lors d'une étude, neuf enfants ont accepté le gant sans problème, surtout s'ils pouvaient ainsi **mieux saisir ou tenir des objets**. Dès qu'un modèle plus robuste sera disponible, ils pourront aussi l'emporter à la maison. *yy*

J. Lieber et al.: Clinical utility of a pediatric hand exoskeleton: identifying users, practicability, and acceptance, and recommendations for design improvement. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation* (2022)

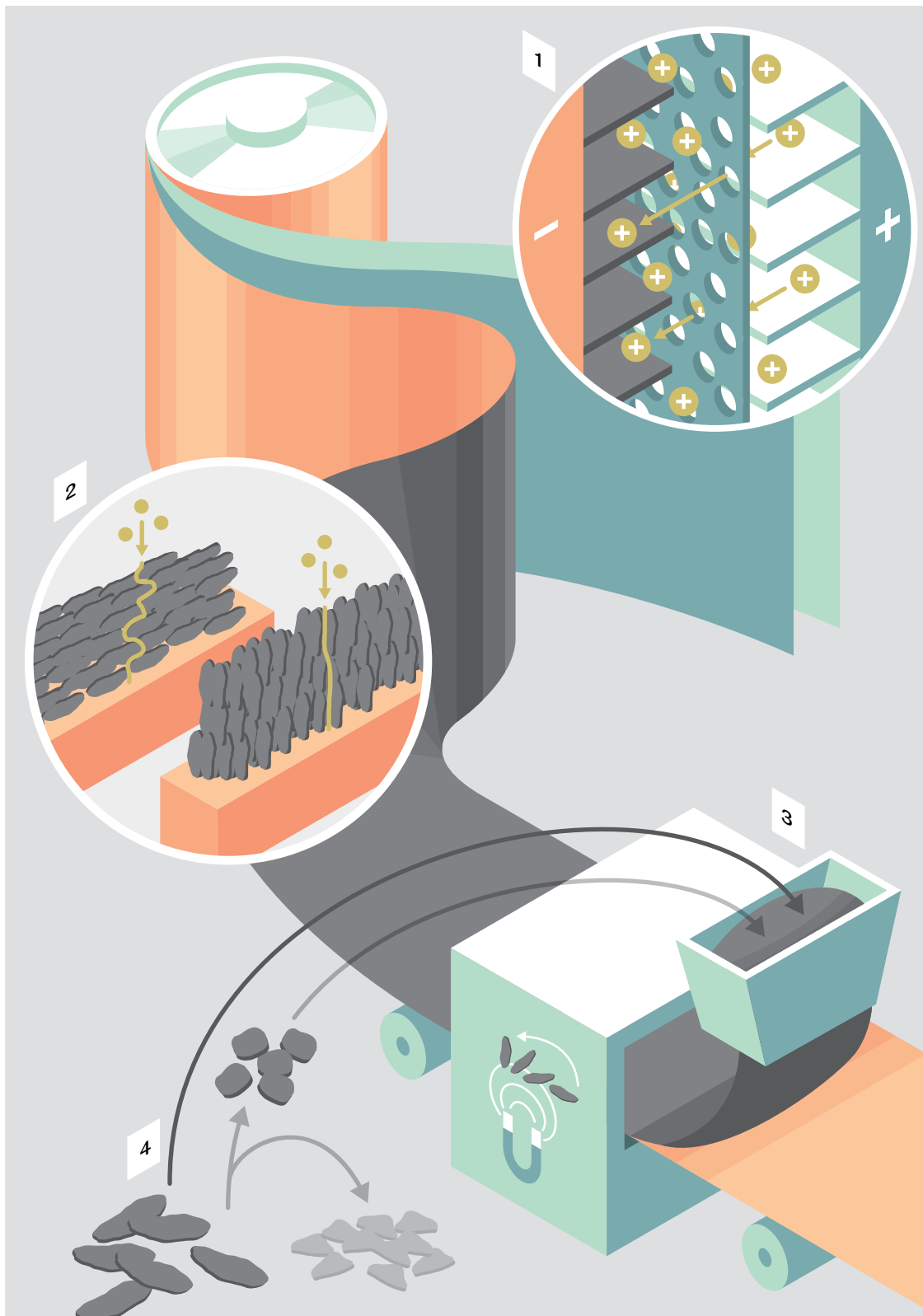


Photo: Hôpital pédiatrique de Zurich

Des batteries lithium-ion plus rapides

Temps de charge, échauffement et risques d'explosion limitent l'utilisation des accus. Les modifications microscopiques d'un spin-off de l'ETH Zurich apportent une amélioration.

Texte Florian Fisch Illustration Ikonaut



(1) Problème: une charge lente
Dans les accus des smartphones et des voitures électriques, les ions de lithium chargés positivement circulent d'une électrode à l'autre – par un séparateur poreux. Du côté positif se trouve de l'aluminium recouvert d'oxyde métallique de lithium, du côté négatif du cuivre recouvert de graphite. Lors de la charge, les ions positifs pénètrent dans la couche de graphite. Pour l'usager, plus c'est rapide, mieux c'est. Il faut toutefois ralentir le processus de charge, sinon le lithium se dépose, ôtant de sa capacité à la batterie ou risquant de la faire exploser.

(2) Solution: un trajet court
La technique de Batttrion, un spin-off de l'ETH Zurich, permet de recharger les accus plus vite. Elle raccourcit le trajet des ions dans la couche de graphite, ce qui leur permet de moins s'accumuler et de pénétrer plus en profondeur. Dans les batteries li-ion traditionnelles, les flocons de graphite à l'horizontale contraignent les ions à se déplacer en zigzag. La nouvelle technique les oriente verticalement, réduisant tant les trajets que l'échauffement.

(3) Fabrication: orientation magnétique
Le spin-off oriente les flocons de graphite à l'aide de champs magnétiques. Cela se fait durant le processus de revêtement des feuilles de cuivre en rouleaux, usuel dans l'industrie des batteries.

(4) Perspectives: économies de graphite
Dans la nature, le graphite se présente sous forme de petits flocons. Or, pour les batteries traditionnelles, il faut les arrondir, ce qui entraîne une perte de deux tiers du matériau. Grâce à l'orientation verticale des flocons, on pourrait peut-être renoncer à cette étape et à ce gaspillage à l'avenir. Les batteries deviendraient moins chères et plus écologiques.

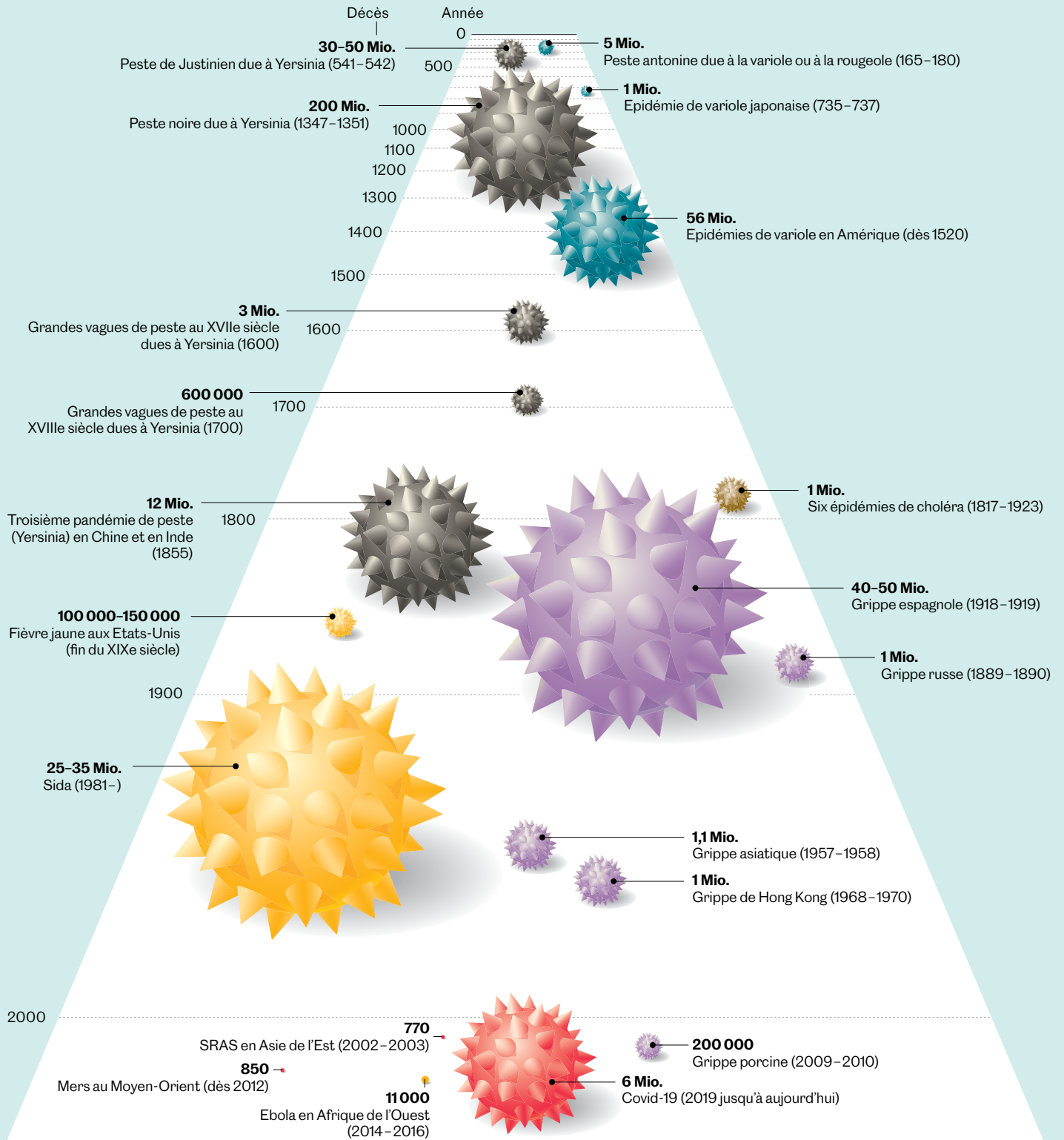
En médecine, les données sont certes collectées en masse. Mais une tout autre question subsiste: la recherche peut-elle les utiliser? A propos d'un mal chronique en Suisse.

Des faits bruts joliment emballés

Les données ne sont pas toujours informatives. Elles peuvent aussi divertir, amuser ou effrayer. La rédaction a trouvé pour vous des visualisations très diverses d'informations médicales. Toutes ne sont pas de pertinence ou de fiabilité égales. Mais toutes invitent à la réflexion. Réalisation: Oculus Illustration

2000 ans de pandémies

Le SARS-CoV2 a clairement montré que les maladies infectieuses restent de redoutables tueurs. Le rayon du temps sous forme de planche montre toutefois qu'il y a eu des temps plus difficiles encore au cours des 2000 dernières années. Des pandémies de la peste antonine dans l'Empire romain jusqu'au Covid-19 (chiffres jusqu'au 1er mars 2022).



Pas un peuple uni de gens en bonne santé

Notre politique de santé se focalise sur l'individu. Mais sans regard sur le collectif, il manque des données importantes pour la recherche. Pourquoi la Suisse a-t-elle tant de mal avec la santé publique?

Texte Nicolas Gattlen

En novembre 2021, un graphique du Financial Times britannique est devenu viral: il montrait le taux de personnes non vaccinées dans divers pays d'Europe occidentale. Les pays principalement germanophones – l'Autriche, la Suisse et l'Allemagne – étaient nettement en tête, avec des taux dépassant largement les 20%. Le contraste était particulièrement saisissant avec le Portugal et l'Islande, où seulement moins de 2% de la population n'était pas vaccinée. Ce graphique a clairement touché une corde sensible: sous le hashtag #DACHSchaden, du mot allemand «Dachschaden» (avoir un grain), des Suissesses, des Autrichiens et des Allemands ont manifesté leur effroi face au faible taux de vaccination dans leurs pays respectifs. Diverses thèses explicatives ont circulé. Dont celle d'un journaliste du Spiegel, qui y a vu les «conséquences tardives du romantisme allemand: anthroposophie, homéopathie, antivax». Le Financial Times a mis en avant le corona-scepticisme populiste de droite. Cependant, ces faibles taux ne sont probablement que les symptômes d'une série de problèmes antérieurs dont la racine se trouve dans le manque d'acceptation de l'idée de santé publique. Celle-ci, au contraire de la médecine individuelle, se préoccupe de la santé de l'ensemble de la population, et vise à la maintenir et à l'améliorer par des efforts structurés et collectifs.

La prévention serait fondamentaliste

Ce problème essentiel se manifeste clairement dans la stratégie covid du Conseil fédéral: «A partir du moment où tous les volontaires sont vaccinés, les mesures ne se justifient plus», a répété comme un mantra le ministre de la Santé, Alain Berset, au printemps 2021. Cette déclaration laisse entendre que chacun est responsable de sa propre santé et que la vaccination contre le Covid-19 est une affaire personnelle. La Confédération a donc organisé sa campagne de vaccination de manière tout aussi libérale: alors que certains pays envoyaient systématiquement des rendez-vous que les particuliers devaient activement décliner et que d'autres imposaient la vaccination, les autorités suisses se sont limitées à l'information et à des appels à la solidarité. En novembre 2021 au plus tard, il s'est avéré que cette stratégie ne fonctionnait pas: le taux de vaccination est resté faible et les infections progressaient à toute vitesse. Une fois de plus, on s'est retrouvé face au scénario catastrophe des unités de soins intensifs totalement remplies.

Que ce soient les faibles taux de vaccination, l'arrivée bancale des données par fax ou encore le patchwork cantonal dans les mesures préventives, la pandémie a montré sans ménagement à quel point la Suisse manque de compréhension de la santé publique et des structures nécessaires à la mise en œuvre d'une approche globale de la santé. Hormis la loi révisée sur les épidémies, entrée en vigueur en 2013 seulement, il n'existe guère d'instruments légaux à cet effet. Plusieurs projets de loi fédérale pour la prévention et la promotion de la santé ont ainsi été enterrés par le Parlement, le dernier en 2012. Les politiciens bourgeois avaient alors mis en garde contre un prétendu fondamentalisme de la prévention qui rendrait les gens malades. C'est probablement cette conception de la santé publique qui freine depuis des années tant le développement de la recherche scientifique en ce domaine que la pratique correspondante.

La santé publique a besoin de données de qualité, mais elles sont rares chez nous, comme le constatait déjà en 2013 l'association Santé publique Suisse. On manque par exemple d'études à long terme avec 100 000 participants ou plus qui permettraient d'identifier les causes et les signes avant-coureurs de maladies chroniques telles que le diabète, le cancer ou la démence et d'identifier des approches pour une prévention efficace. Il existe certes des ensembles de données sur les diagnostics, les thérapies et les coûts, mais ils ne sont pratiquement d'aucune utilité pour la santé publique parce qu'ils ne sont pas accessibles, ne peuvent être ni comparés ni reliés entre eux. Un exemple: la Ligue suisse contre le cancer s'est battue pendant plus de vingt ans pour que les maladies oncologiques soient recensées de manière uniforme dans tout le pays. La loi fédérale qui le permet n'est entrée en vigueur qu'en 2020.

La Grande-Bretagne montre l'exemple

«Le caractère décentralisé des soins de santé rend la coordination de la collecte des données au niveau national difficile, et complique donc les activités de santé publique», dit Nicola Low, professeure d'épidémiologie et de santé publique à l'Université de Berne. «Nous avons 26 systèmes de santé cantonaux. Résultat: les données sont souvent saisies de différentes manières.» De plus, la santé publique n'est pas considérée en Suisse comme faisant partie du système de santé, à la

différence de la Grande-Bretagne, par exemple, où elle est fermement intégrée dans le National Health Service (NHS). «Là-bas, la tradition de la santé publique s'appuie sur une base bien plus forte et importante, explique Nicola Low. La lutte contre la misère et les mouvements hygiénistes du XIXe siècle et du début du XXe ont été à l'origine de nombreuses lois nationales et ont entraîné des investissements dans le système public de soins.» Fondé en 1948, le NHS poursuit aujourd'hui la tradition de médecine sociale. Financé en grande partie par des fonds publics, il poursuit l'objectif de soins de santé socialement équitables. La santé publique y joue un rôle central et est encouragée en conséquence. Selon Nicola Low, la formation des spécialistes est «très bien structurée» et les postes importants du secteur de la santé sont occupés par des spécialistes correspondants. En outre, des systèmes unifiés de collecte, d'analyse et de diffusion des données ont été mis en place très tôt. La recherche et la pratique britanniques en matière de santé publique sont d'ailleurs considérées comme des modèles au niveau international.

La Suisse fait par contre pâle figure en comparaison internationale, explique Antoine Flahault, professeur à l'Institut de santé globale de l'Université de Genève: «D'autres pays investissent nettement plus dans des infrastructures qui alimentent le système de santé publique en données épidémiologiques de haute qualité.» Le Danemark, par exemple, dispose d'un excellent système d'information qui recoupe les données sur les opérations en ville, les séjours hospitaliers, les résultats des examens complémentaires, les décès et les prescriptions médicales. Aux Etats-Unis, de très bonnes études transversales répétées sont menées sur de grands échantillons. Et la France a développé un programme d'accès à ses données d'assurance-maladie qui permet par exemple de combiner les données sur les vaccinations contre le Covid-19 avec les hospitalisations ou les cas diagnostiqués. «Par contre, peu de choses sont imposées aux assureurs suisses lorsqu'il s'agit du partage de leurs données», note le professeur. De plus, le pays fait peu pour impliquer la population dans la recherche, par exemple avec des cartes de don de données ou des modèles opt-out. Ce principe du consentement présumé est appliqué uniquement pour l'enregistrement des maladies oncologiques, depuis 2020.

Le traumatisme nazi fait effet

La Suisse n'a pas toujours manifesté une telle retenue en matière de santé publique. Dans le premier tiers du XXe siècle encore, les structures correspondantes ont été fortement développées avec la consolidation des services des médecins cantonaux, la mise en place d'une Conférence des directeurs de la santé, la fondation de ligues, le lancement de la Société suisse pour les soins de santé (aujourd'hui Santé publique Suisse) et le renforcement des chaires consacrées à l'hygiène dans les universités. Elle s'orientait alors sur le modèle d'hygiène sociale de l'Allemagne qui était, en ce temps-là, le leader mondial en médecine sociale et statistique. Ces moyens ont permis d'établir qu'une grande majorité de la population était porteuse du *Mycobacterium tuberculosis*, mais que les personnes des classes défavorisées mouraient bien plus fréquemment de la tuberculose.

Instrumentalisée sous le Troisième Reich par l'hygiène raciale, l'hygiène sociale a ensuite été victime d'une stigmatisation qui a encore

des conséquences aujourd'hui. Ainsi, les germanophones préfèrent employer le terme de Public Health en raison de la connotation intolérable de concepts tels que la «Volksgesundheit» (santé du peuple).

Le traumatisme nazi a sans aucun doute freiné le développement de la santé publique en Allemagne, mais il ne devrait pas être le facteur déterminant des lacunes en Suisse. «Après 1945, on a réussi à entretenir chez nous le mythe d'une Suisse neutre où la recherche est toujours restée objective et indépendante», explique Pascal Germann, historien à l'Institut d'histoire de la médecine de l'Université de Berne. «On est ainsi parvenu, par volonté politique, à faire oublier les liens avec l'hygiénisme racial nazi. Par conséquent, la pression pour s'en démarquer après 1945 a été plus faible en Suisse que dans d'autres pays.» Flurin Condrau, historien de la médecine à l'Université de Zurich, relève cependant un lien indirect: «Un facteur essentiel, qui ne résulte pas de l'époque nazie, mais que celui-ci a certainement accéléré, est le fait que l'Allemagne a été supplantée par les Etats-Unis comme

centre de la recherche médicale internationale. Là-bas, l'hygiène sociale n'a jamais été populaire. On a mis très tôt sur le rôle de l'individu et sur les règles du marché. Après la guerre, cette nouvelle conception venue des Etats-Unis s'est imposée en Suisse.»

Les maladies évitées ne rapportent rien

Ces idées ont été très bien accueillies, car elles correspondaient parfaitement aux valeurs libérales qui allaient déterminer la politique suisse pendant des décennies après 1945. De plus, grâce à ses progrès en matière de diagnostic et de thérapie, la médecine individuelle a connu un essor considérable. «L'euphorie qu'elle a suscitée a laissé croire qu'on pouvait vaincre des maladies infectieuses, voire les maladies tout court», explique l'historienne et spécialiste en santé publique Brigitte Ruckstuhl. «Les soins hospitaliers sont ainsi devenus la principale

mission de l'Etat.»

Dans les années 1970 cependant, le mouvement de la nouvelle santé publique, avec son approche novatrice de la promotion de la santé, a infléchi la tendance. Mais après un bref essor au cours des années 1980, notamment dans la prévention contre le VIH ou dans la politique de la drogue, la santé publique a rapidement perdu du terrain quand la logique de marché s'est imposée dans le système de santé. «Les mécanismes du marché, dans toute leur complexité, se basent toujours sur la possibilité de facturer les interventions médicales, explique Flurin Condrau. La santé publique n'entre pas dans cette logique. Une maladie évitée ne peut pas être facturée.»

En forçant un peu le trait, on peut dire qu'au cours des dernières décennies la médecine a prospéré en faisant comme si elle n'avait rien à voir avec la politique. Simultanément, la politique a fait comme si elle n'avait rien à faire avec la médecine. Cette pratique est en totale contradiction avec les constats de gens tel Rudolf Virchow, pionnier allemand de la santé publique et politicien libéral, qui écrivait en 1848: «La médecine est une science sociale, et la politique n'est rien d'autre que la médecine à grande échelle.»

Nicolas Gattlen est journaliste indépendant à Kaisten (AG).

«L'anonymisation complète est illusoire»

Le chercheur Andrea Martani étudie le droit sur la protection des données dans la recherche biomédicale. Son diagnostic: la Suisse souffre d'une culture déficiente du partage des données qui entrave les solutions pratiques. Toutefois, l'état de la patiente s'améliore.

Interview Florian Fisch Photo Kostas Maros

Andrea Martani, faites-vous don de vos données de santé à la recherche?

A ce propos, je donne volontiers un exemple qui montre que les données médicales font partie du quotidien. Lors de ma première consultation à la clinique universitaire dentaire de Bâle, j'ai rempli le formulaire d'inscription dont la dernière question était: «Pouvons-nous utiliser vos données pour la recherche?» J'ai évidemment coché «oui».

Ne craignez-vous pas des abus?

Je ne donne pas un chèque en blanc, mais j'ai confiance dans les hôpitaux universitaires suisses. Il s'agit de trouver un juste milieu. La sécurité à 100% n'existe pas. Et l'anonymisation totale est une chimère..

Pourquoi avoir choisi la protection des données comme domaine de recherche?

C'est un des domaines les plus récents du droit. La première loi sur la protection des données au monde n'a été adoptée qu'en 1970 par le Land de Hesse en Allemagne. D'autres domaines légaux tels que le droit pénal existent depuis des millénaires. C'est passionnant de participer à l'avenir d'une discipline nouvelle.

Il y a cinquante ans... c'était l'époque des premiers ordinateurs?

Oui, la numérisation a attiré pour la première fois l'attention sur la protection des données. Le droit suit toujours les progrès technologiques, mais il tend à être à la traîne. Le législateur est pris entre le marteau et l'enclume: soit il formule en termes généraux et s'accommode d'incertitudes juridiques, soit il formule plus précisément, mais la loi devient alors rapidement obsolète.

Sur une échelle de 1 à 10, à quel point les pays à haut revenu parviennent-ils à concilier protection des données et recherche sur la santé?

Il faut d'abord considérer l'infrastructure des données: est-elle standardisée? Où sont stockées les données? Comment sont-elles transférées? Ensuite, vient l'aspect culturel: com-



ment accède-t-on aux données? Quelle est l'attitude de la patiente? Quelle est l'éthique des scientifiques? Globalement, l'équilibre est positif dans de nombreux pays. Le Danemark obtiendrait par exemple un 9 sur les deux échelles. Mais la situation évolue si bien que l'équilibre peut rapidement basculer.

Quelle note attribuez-vous à la Suisse?

Malheureusement une moins bonne. Probablement un 5 ou un 6. Le plus gros problème réside dans l'aspect culturel: les parties prenantes considèrent souvent les données de santé comme un capital et réchignent ainsi à les partager. Elles évaluent surtout ce partage comme représentant un risque – de fuites des données – et guère comme un avantage. Mais la Suisse aurait été encore bien plus mal classée il y a quelques années. Le Swiss Personalised Health Network constitue une amélioration considérable: les scientifiques ont désormais un accès plus aisé à certaines données collectées par routine, à l'aide d'un système unifié de requête ainsi que de formulaires standardisés pour les accords d'échange de données.

Pourquoi cette note reste-t-elle basse?

Nommer les mauvais exemples est politiquement délicat. Mais c'est la mise en œuvre actuelle du dossier électronique du patient qui nous a fait froncer les sourcils: il ne s'agit que d'un système secondaire de saisie des données qui vient s'ajouter aux dossiers hospitaliers. Le dossier électronique du patient doit toujours être créé sur place. Et les données sont enregistrées au format PDF, ce qui complique leur analyse et la navigation, y compris pour les médecins traitants et les patients eux-

mêmes. De plus, les procédures que doivent suivre les scientifiques souhaitant faire usage des données ne sont pas claires.

La Suisse devrait-elle abandonner le dossier électronique du patient?

Dès lors, on perdrait de nombreux investissements. La mise en œuvre du projet a pris et prendra encore des années. Pourquoi devrions-nous abandonner l'objectif de dossiers médicaux électroniques vraiment interopérables? En comparaison internationale, de grandes améliorations restent possibles.

Ce projet le montre: il est compliqué de concilier droit à la vie privée et besoin de données médicales pour sauver des vies. Comment faire?

Jusqu'à la fin du siècle dernier, la question était résolue: les scientifiques demandaient le consentement de chacun et, si c'était impossible, les données étaient anonymisées. Mais dès les années 2000, ce paradigme a été remis en question par des flux de données toujours plus incontrôlables. Le consentement individuel n'est plus réalisable et l'anonymisation n'existe plus.

Le Danemark a-t-il résolu ce problème?

Le débat continue. On s'est par exemple demandé, au début de la pandémie de Covid-19, si des analgésiques tels que l'ibuprofène entraînaient des complications. Les chercheurs danois ont pu assez rapidement effectuer une analyse rétrospective et fournir une réponse aux décideurs politiques et aux autorités sanitaires. Pour cela, ils ont utilisé des identifiants personnels qui ont permis de relier les données d'une même patiente dans diverses bases de données. Mais certains juristes doutent de la protection effective de la sphère privée de cette procédure.

Peut-on réaliser de telles analyses rétrospectives en Suisse?

Techniquement, ce serait difficile, car l'infrastructure des données médicales s'est développé bien différemment. Du point de vue légal, la loi sur la recherche sur l'être humain autorise certes l'analyse rétrospective. A condition qu'une commission d'éthique l'ait autorisée, et uniquement dans des cas exceptionnels. Des études montrent toutefois que cette autorisation est accordée régulièrement. L'usage fréquent de cette clause d'exception révèle la mauvaise communication entre les responsables de la protection des données et les scientifiques qui sont en première ligne.

Vous jugez donc la pratique trop généreuse. Dans d'autres cas, elle semble trop stricte. Le nouveau règlement de l'UE sur la protection des données a ainsi rendu impossible la collaboration d'une banque de cellules souches allemande avec une clinique américaine de recherche réputée.

N'oublions pas que ce règlement de base remplace une directive européenne de structure similaire. Il contient certes de nombreuses règles nouvelles, mais le cœur du conflit est ailleurs: le nouveau règlement a renforcé la crainte d'une utilisation incorrecte des données. De plus, le règlement peut être utilisé comme prétexte pour préserver les intérêts de chercheurs. Le partage des données fait l'objet d'un débat houleux dans la recherche biomédicale: Qui doit les recevoir? Qui doit payer les coûts de gestion de leur stockage? Souvent, les avocates n'améliorent pas la situation. Il a même été prétendu que des cabinets d'avocats cimentent des incertitudes concernant les dispositions relatives au traitement des données.

Comment peut-on simplifier ces règles?

La Suisse doit définir à quelles fins elle veut utiliser les données de santé. Le Danemark s'est concentré sur la santé publique. Il faudrait définir un objectif commun qui guiderait tous les acteurs de la santé, du droit et de la recherche. La Suisse offrirait par exemple un bon cadre pour la recherche sur le système de santé. On pourrait analyser s'il y a une surconsommation de services médicaux à Zurich et une sous-consommation en Appenzell, et s'assurer que les systèmes cantonaux apprennent les uns des autres.

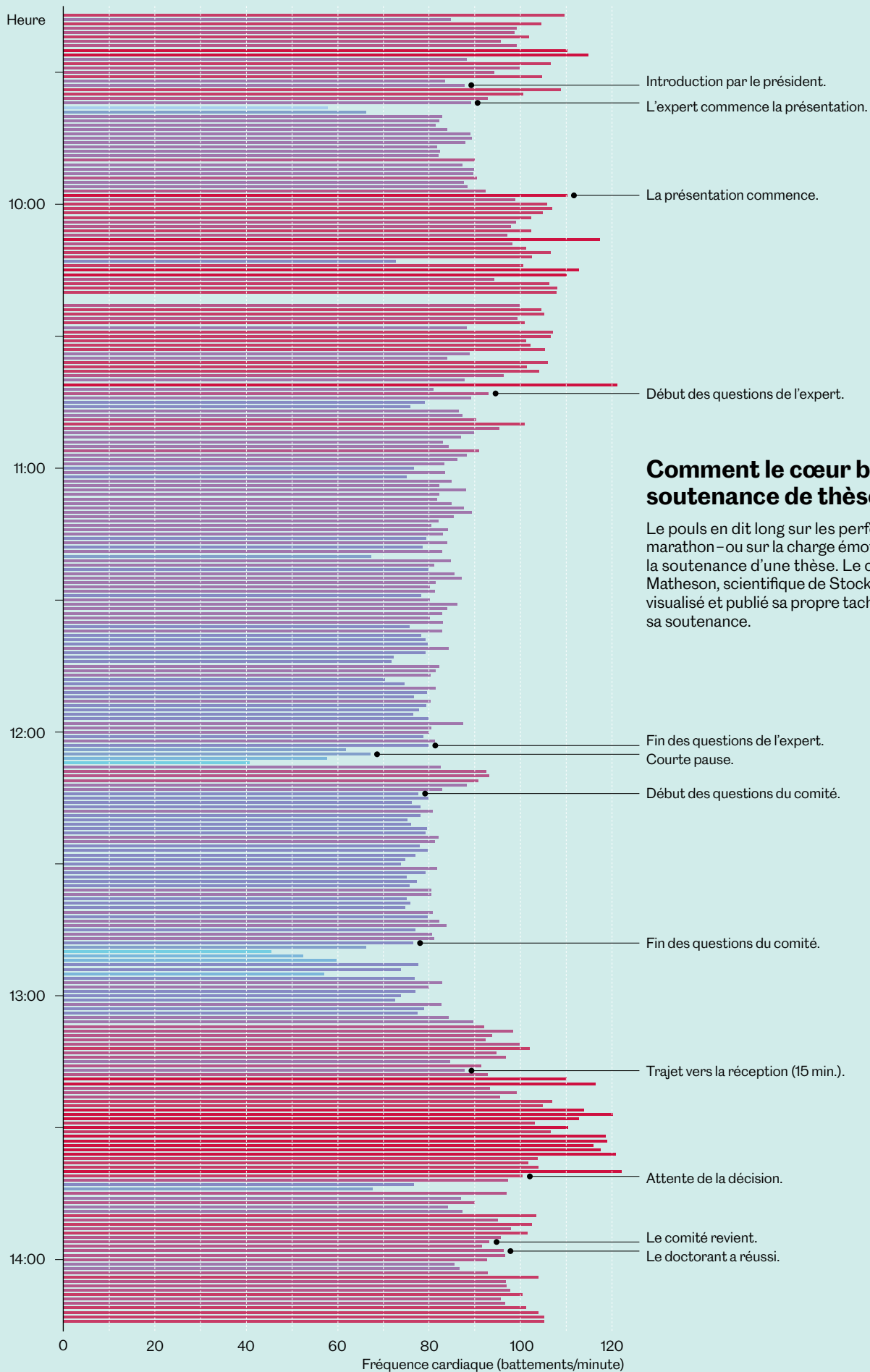
Que peuvent faire les institutions de recherche à court terme?

Une communication plus proactive entre le droit et la recherche aurait du sens: il faudrait discuter de la manière dont peuvent être utilisées les données des hôpitaux universitaires et des assureurs maladie. Cela nécessiterait une solution évolutive, afin que parvenir à un accord ne prenne pas six mois à chaque fois que différents jeux de données sont combinés. Quand peut-on présumer du consentement du patient et quand est-ce impossible? Suffit-il que les hôpitaux qui collectent des données le signalent aux patients par un panneau informatif, ou faut-il les informer individuellement par écrit?

Florian Fisch est codirecteur de la rédaction d'Horizons.

En conversation avec la politique

Andrea Martani est postdoc à l'Institut d'éthique biomédicale de l'Université de Bâle. Pour sa thèse de master, il a étudié le **droit et le droit comparé européens** à Trente (I), à Reading (GB) et à Louvain (B). Il a fait sa thèse de doctorat sur la protection des données et la biomédecine à l'Université de Bâle. Il a également travaillé, dans le cadre du Programme national de recherche «Système de santé» (PNR 74), sur un projet d'harmonisation des données d'institutions de santé et des assureurs. Par ailleurs, il est également **chargé d'éthique** du programme européen de recherche «Machine Learning Frontiers in Precision Medicine». ff

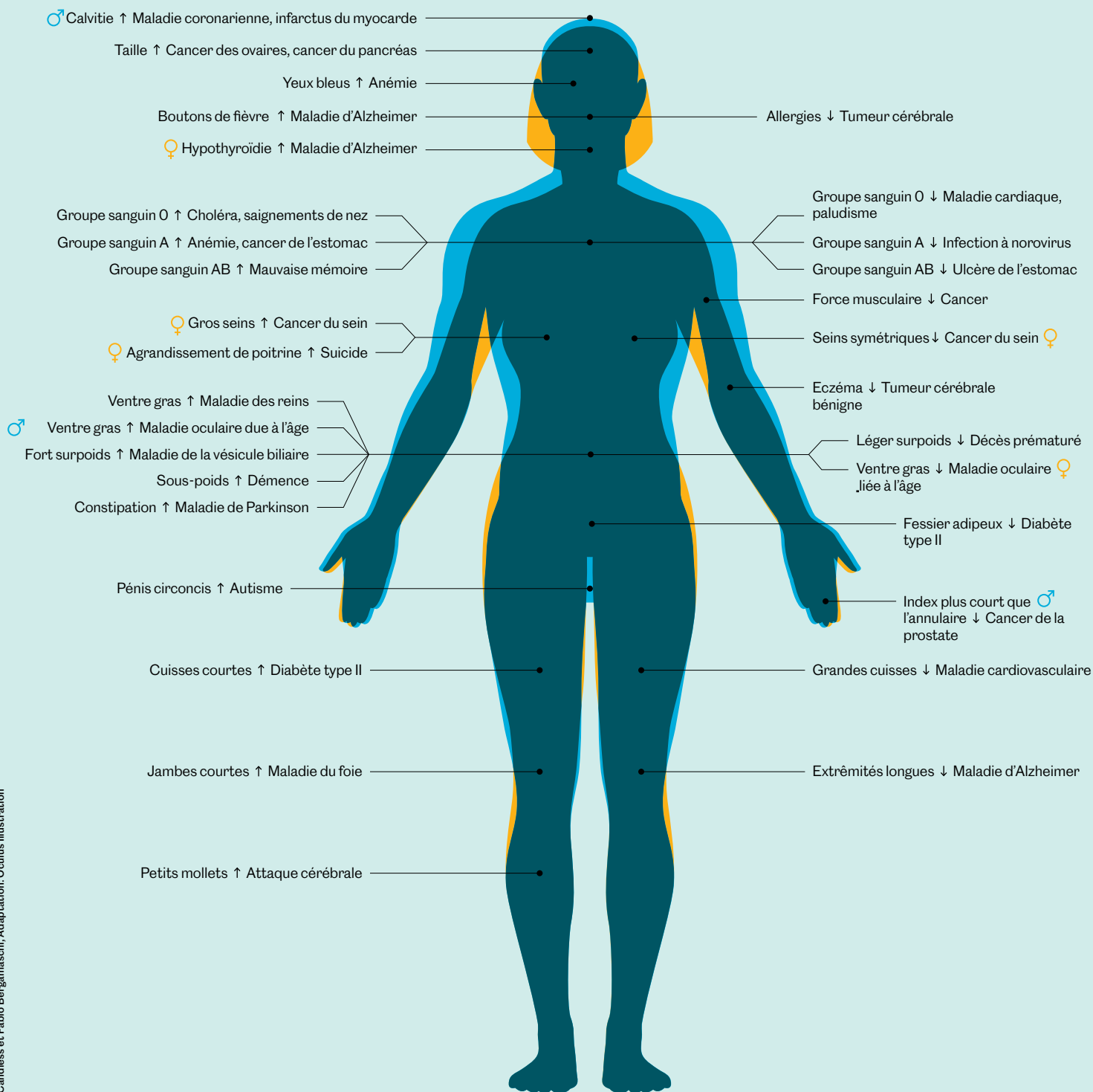


Comment le cœur bat lors d'une soutenance de thèse de doctorat

Le pouls en dit long sur les performances lors d'un marathon – ou sur la charge émotionnelle pendant la soutenance d'une thèse. Le chercheur Granville Matheson, scientifique de Stockholm, a enregistré, visualisé et publié sa propre tachycardie pendant sa soutenance.

Probabilité augmentée

Probabilité diminuée



Attention, représentation trompeuse!

Avertissement: ce graphique n'est pas destiné à informer, mais à divertir à la manière des films d'horreur. C'est un bon exemple de la façon dont les infographies peuvent pousser à l'extrême des relations apparentes. Toutes les affirmations concernant les parties du corps et les maladies se basent sur une seule étude. Le risque de facteurs de distorsion est élevé, les corrélations statistiques sont faibles et même les corrélations confirmées ne peuvent rien indiquer en soi sur la cause et l'effet.

La fastidieuse chasse au trésor de données

Le paysage suisse des données ressemble à une jungle dont la traversée sollicite fortement les chercheuses et chercheurs en santé. Une expédition.

Texte Stéphane Praz Illustrations Elena Knecht

Les données de santé ne cessent de se multiplier: à l'hôpital, au cabinet médical, au laboratoire, à chaque examen et à chaque traitement. Pour la recherche médicale, cela représente un potentiel énorme, dont Marloes Eeftens aimerait aussi tirer parti. L'épidémiologue de l'environnement à l'Institut tropical et de santé publique suisse à Bâle souhaite corrélérer les données des patients sur les maladies et les décès à celles des mesures du pollen. C'est ainsi qu'elle veut évaluer les conséquences sur la santé de la charge croissante de pollen. Car il existe des indices selon lesquels les réactions allergiques sont en partie liées à des événements graves tels que les crises d'asthme et les infarctus du myocarde. Toutefois, comme de nombreux scientifiques, elle a d'abord découvert une chose: mener des recherches avec des données du système de santé nécessite patience, nerfs solides et persévérance.

1 – Pas de centre d'information en vue

Les données médicales sont très largement dispersées dans les instances les plus diverses: cantons, communes, autorités fédérales, hôpitaux, cabinets médicaux, caisses maladie et bien d'autres encore. Ainsi, Marloes Eeftens n'a trouvé des données sur les réactions allergiques que grâce aux indications d'un collègue: «Il existe deux applications



pour smartphones très utilisées dans lesquelles des milliers de personnes atteintes du rhume des foins consignent leurs symptômes depuis des années. Toutes ces données étaient chez les exploitants des apps sans que personne n'en fasse rien.»

Or, même les données des autorités et institutions de santé sont stockées dans des banques de données séparées

et souvent peu connues. Cette fragmentation en ce qu'on appelle des silos de données représente un obstacle majeur, en particulier pour les jeunes chercheurs, explique Bernice Elger, de l'Institut d'éthique biomédicale de l'Université de Bâle. C'est ce qui est apparu dans l'étude qu'elle mène actuellement avec son équipe pour analyser les potentielles solutions de mise en réseau des données de santé en Suisse.

«Certains scientifiques, surtout ceux bien établis, avec une solide expérience, savent très bien où trouver quelles données. Mais pour beaucoup, le paysage suisse des données ressemble à une jungle», constate la chercheuse. A quoi viennent s'ajouter des problèmes de qualité très répandus, note son collègue Lester Geneviève, qui a analysé de nombreux jeux de données: «Ils présentent souvent de grandes lacunes, incluent de nombreux doublons et erreurs de codage. Ou il manque toute indication de la manière dont les données ont été récoltées.» Tous deux estiment que ce manque de vue d'ensemble et de transparence empêche de nombreuses recherches de qualité.

2 – Propriété des données protégée avec scepticisme

Trouver des données utilisables est une chose, y avoir accès en est une autre. Leurs propriétaires doivent approuver leur mise à disposition pour un projet de recherche concret. Cela aussi dépend souvent du réseau et du degré de notoriété du scientifique, note Marloes Eeftens: «De nombreux chercheurs doivent déployer de gros efforts uniquement pour convaincre des propriétaires sceptiques qu'il vaut la peine de préparer et de mettre leurs données à disposition pour un projet donné.» Néanmoins, la plupart d'entre eux y seraient en principe disposés.

Or, ce n'est pas si simple, objecte Eva Blozik, responsable de la recherche sur les services de santé chez Swica. Car les assureurs maladie – souvent sollicités – ont l'obligation légale de clarifier pour chaque cas si la transmission des données est conforme aux lois sur la protection des données. A côté de la législation fédérale, chaque canton a la sienne, à prendre en compte selon les cas.

Pour de nombreuses demandes, le problème principal est toutefois autre: «Nos données sont axées sur l'accomplissement des tâches d'une caisse maladie, telles que les primes et les décomptes, dit Eva Blozik. Or, les scientifiques ne s'intéressent en général pas à des postes de fac-



turation individuels, mais souhaitent par exemple savoir à quelle fréquence se manifeste une maladie donnée.» Dès lors, les propriétaires de données doivent d'abord examiner le projet et les données dont ils disposent avec les scientifiques. «Il n'est pas rare qu'on constate alors que la conception de l'étude prévue est irréalisable, note Eva Blozik. Et si nous pouvons préparer les informations comme souhaité, c'est parfois très laborieux.» De son point de vue, la situation pourrait être améliorée par un nouveau service de conseil central – éventuellement géré par le FNS – avec lequel les scientifiques discuteraient leurs projets avant de contacter les propriétaires des données. Ainsi, ils pourraient clarifier à l'avance de nombreuses questions relatives à la conception appropriée, la nature des divers jeux de données et leur protection.

3 – Documenter jusqu'à l'absurde

Même si les données sont mises à disposition, les chercheuses doivent d'abord obtenir l'aval d'une commission d'éthique. Du moins lorsqu'elles travaillent avec des données de santé de patients individuels, particulièrement dignes de protection. C'est pourquoi les commissions cantonales évaluent pour chaque projet s'il est pertinent sur la base de la loi sur la recherche sur l'être humain, et si les données sont utilisées de manière responsable, sûre et éthique. «C'est important, relève Marloes Eeftens, et je n'ai eu que des expériences positives quant à l'efficacité des commissions d'éthique lors de l'autorisation.»

Mais ce n'est pas tout. Les chercheurs ont aussi un large devoir de documentation envers la commission d'éthique. «Pour notre dernière étude, nous avons établi 54 docu-



ments différents, parfois en plusieurs versions et langues, raconte Marloes Eeftens. Cela représente des centaines de pages de documentation.» C'est trop pour des projets modestes et à chaque fois on s'interroge rapidement pour savoir si cela en vaut la peine ou si le budget le permet. Cela empêche surtout les jeunes chercheurs d'avoir des idées nouvelles, alors que cela ne constitue guère d'obstacle pour les gros projets valant plusieurs millions.

4 – Au final, rien ne va ensemble

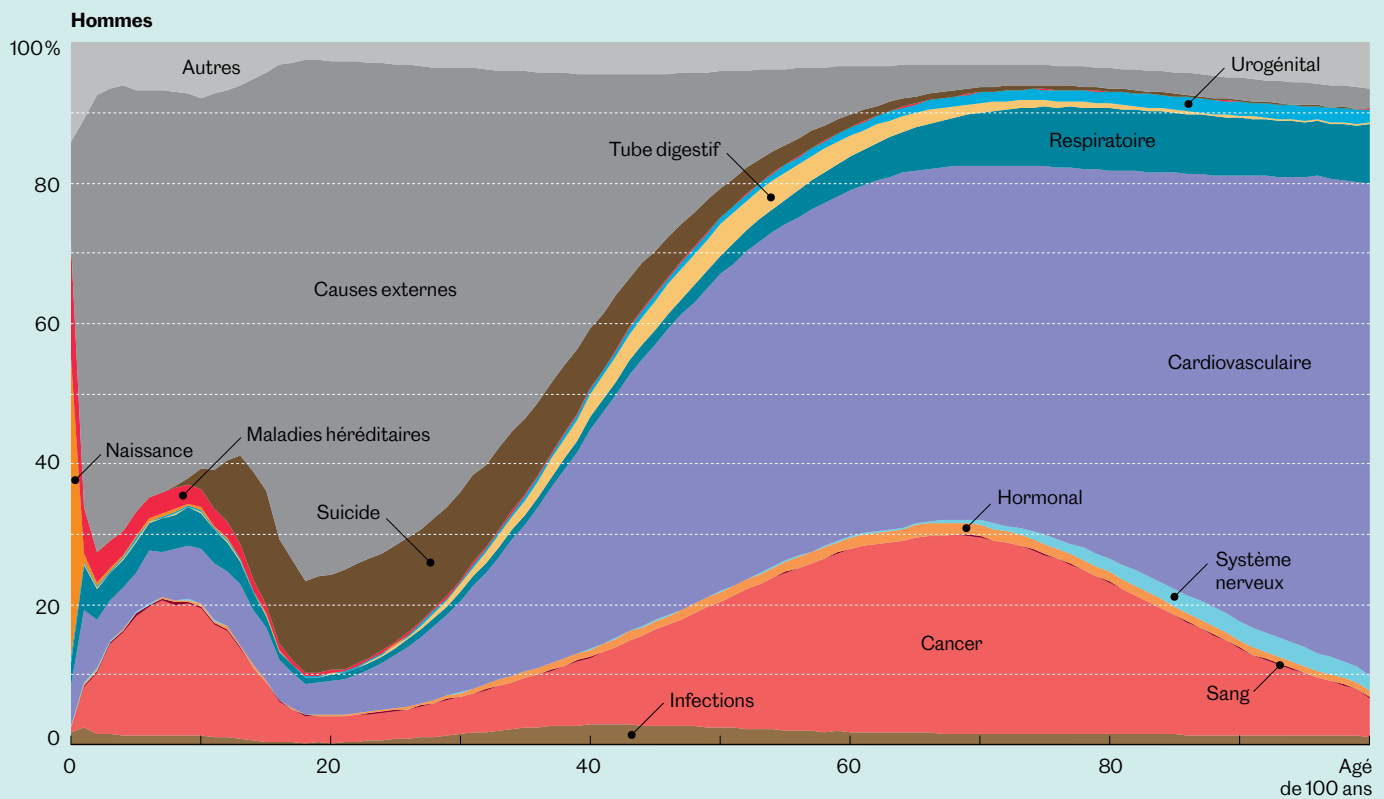
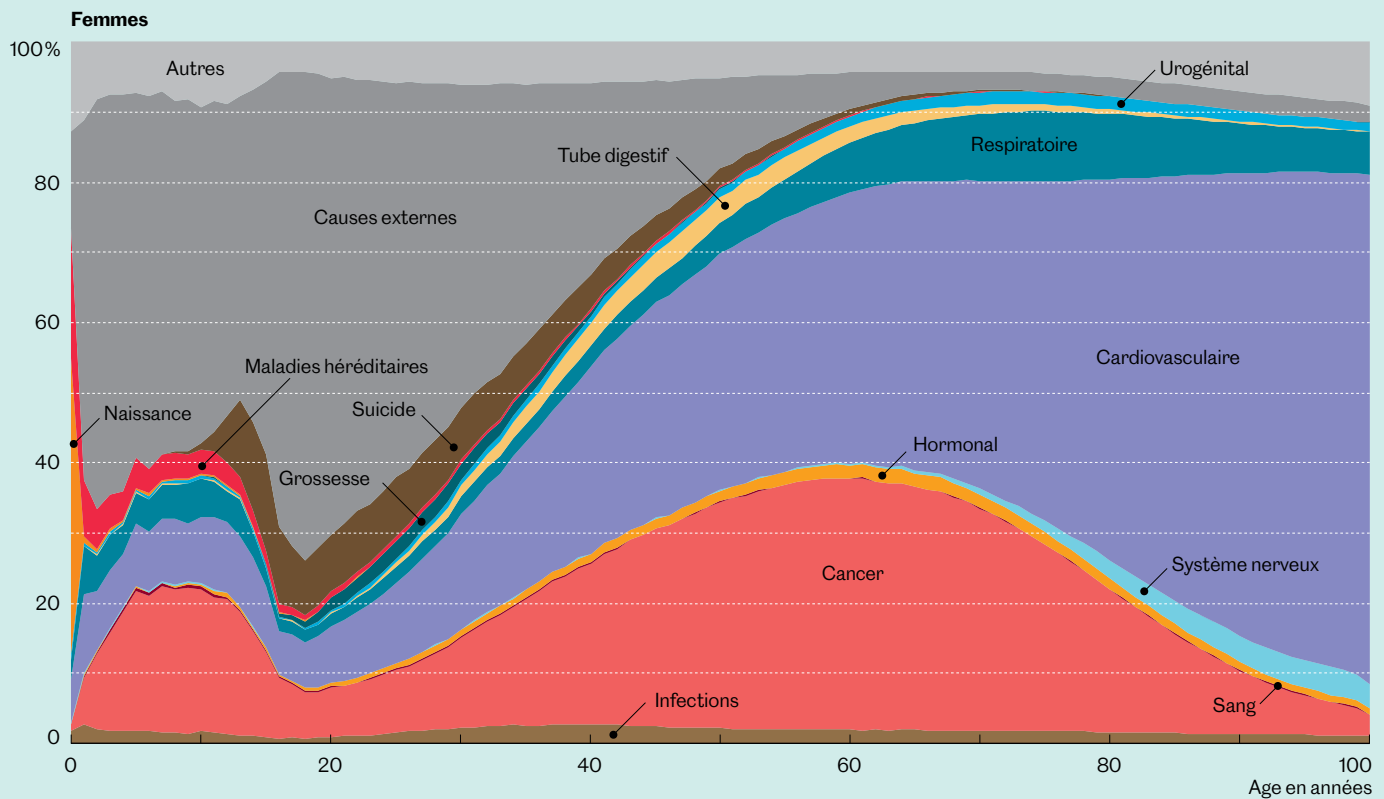
Les chercheurs obtiennent en général de nouvelles connaissances à partir de données de santé en combinant celles issues de diverses sources. Alors se pose la question de savoir si on peut les mettre en relation et les comparer. La chercheuse évoque une étude pour laquelle elle a voulu collecter des données sur la fonction pulmonaire de patients issues de différents ensembles de données: «Il s'est avéré qu'il y a des conceptions très diverses de la façon de mesurer la fonction pulmonaire», raconte-t-elle. Mais cela limitait fortement les possibilités d'évaluation commune.



Torsten Schwede, bio-informaticien à l'Université de Bâle et, jusqu'à l'année passée, président du National Advisory Board du Swiss Personalized Health Network (SPHN), confirme: «En Suisse, les données de santé sont collectées selon les méthodes les plus variées, enregistrées dans les formats les plus divers, codées de différentes manières et traitées avec les solutions techniques de cryptage et de transfert les plus disparates.» Résultat: une situation que les spécialistes qualifient de manque d'interopérabilité.

Mais des solutions existent, dit Torsten Schwede: «Des normes internationales pour le codage sémantique ont été établies pour la majorité des données de santé. Si nous voulons tirer davantage de ces données, nous devons utiliser ces normes de manière cohérente, comme le font d'autres pays. L'idéal serait d'introduire un dossier électronique de santé unique, dans lequel des normes claires seraient définies à la fois pour le traitement et pour la recherche.» On sait que ce n'est pas une mince affaire en Suisse. Les chercheuses comme Marloes Eeftens qui travaillent avec les données du système de santé devront donc encore faire preuve de patience, de nerfs solides et de persévérance.

Stéphane Praz est journaliste scientifique indépendant.



On meurt autrement jeune que vieux

Au cours d'une vie, les raisons pour lesquelles quelqu'un est le plus susceptible de mourir changent. De 1999 à 2021, les Centres américains de contrôle et de prévention des maladies ont enregistré les causes de décès à chaque âge, soit 113 au total – réparties en 15 catégories qui illustrent le plus grand risque à chaque étape de la vie.

Comment la médecine personnalisée pourrait sauver encore plus de vies

L'influence des différences génétiques sur le traitement peut désormais être utilisée avec succès chez certaines personnes atteintes d'un cancer. Mais de telles thérapies personnalisées pourraient aller encore plus loin à l'avenir.

Texte **Santina Russo**

A son arrivée aux urgences de l'Hôpital universitaire de Zurich, Michael Keller ne peut pratiquement plus respirer, car du liquide s'est accumulé autour de ses poumons. Après une ponction pour soulager la pression, l'analyse du liquide montre qu'il contient des cellules cancéreuses malignes. Les images livrées ensuite par une tomographie assistée par ordinateur laissent apparaître des ombres sur les poumons, probablement des métastases. A cet instant, Michael Keller – son nom est fictif, mais sa personne et sa maladie sont réelles – et ses médecins savent deux choses: d'une part, que le patient souffre d'un cancer, de l'autre, que la situation est sérieuse, la maladie ayant déjà essaimé. Il y a encore vingt ans, ce diagnostic était une condamnation à mort.

Pourtant, les médecins pouvaient alors déjà caractériser les tumeurs au microscope. «Ils obtenaient ainsi des informations sur l'organe d'origine, le type de tumeur et son agressivité, et de premières indications pour les traiter», explique Andreas Wicki, oncologue en chef à l'Hôpital universitaire de Zurich. En présence de métastases, cette approche n'avait toutefois que très peu de chances de succès: en l'an 2000, tous types de cancers confondus, à peine 5% des patientes et patients à un stade avancé survivaient. Aujourd'hui, 20% des personnes atteintes de métastases s'en sortent grâce aux thérapies personnalisées.

Les premiers génomes humains étaient porteurs d'espoir

Désormais, ce sont en effet souvent les gènes qui révèlent l'origine d'une tumeur et la meilleure manière de la traiter. «La plupart du temps, le cancer se développe en raison de l'altération du patrimoine génétique au cours de la vie», explique Andreas Wicki. Grâce aux méthodes modernes de séquençage de l'ADN, les spécialistes dans les hôpitaux suisses sont aujourd'hui en mesure de rendre ces mutations visibles. A cette fin, ils analysent le génome des cellules tumorales. Selon le type de cancer, on examine 50 à 400 gènes dont on sait qu'ils peuvent contenir des mutations favorisant le développement de la maladie.

Pour un cancer de la peau, du sein ou du poumon, ces analyses génétiques font désormais partie du diagnostic standard. Dans le cas du cancer du poumon par exemple, elles permettent d'identifier une dizaine de sous-groupes de tumeurs et de les traiter spécifiquement. Ainsi, pour les personnes chez qui la croissance de la tumeur est sti-

mulée par la mutation d'une protéine appelée facteur de croissance épidermique ou EGF (de l'anglais «epidermal growth factor receptor»), les médecins utilisent un médicament qui inhibe justement la production de cette protéine. Les malades qui présentent une mutation de la tyrosine kinase RET reçoivent, quant à eux, un inhibiteur du RET. Et lorsque les tumeurs ne présentent aucune des mutations traitables, les oncologues misent sur l'immunothérapie ou une combinaison d'immunothérapie et de chimiothérapie. De tels traitements ciblés sont aujourd'hui possibles grâce aux scientifiques qui, au début des années 2000, après le décryptage du génome humain, se sont mis à étudier l'influence des différences génétiques pour développer des principes actifs ciblés.

Une semaine après son hospitalisation, Michael Keller a, lui aussi, reçu les résultats de son analyse génétique. Il s'est avéré qu'il souffrait d'un cancer de la peau et que cette forme de la maladie se traitait le mieux par immunothérapie. Depuis, les médecins lui administrent toutes les trois semaines une perfusion contenant un inhibiteur de point de contrôle. Le but est de pousser le système immunitaire à combattre les cellules cancéreuses en inhibant les protéines qui le régulent.

De nombreuses maladies résistent encore

La grande majorité des maladies et leurs traitements varient d'une personne à l'autre: nous ne souffrons pas tous des mêmes effets secondaires des médicaments, ne courons pas le même risque de maladies cardiovasculaires – et de nombreux autres maux – et ne présentons pas les mêmes symptômes en cas d'infection. La médecine personnalisée veut exploiter ces caractéristiques individuelles pour améliorer le traitement de chaque individu. Mais ces thérapies sur mesure n'ont encore atteint les patients que pour certains types de cancers et de maladies rares, telle la mucoviscidose. Elles renferment pourtant un potentiel immense pour aider encore de nombreuses autres personnes.

Le Covid-19 en est l'exemple le plus récent. «Toutes les évolutions graves ne pouvaient de loin pas être expliquées par l'âge ou des pathologies antérieures», note Jacques Fellay, directeur de l'unité de médecine de précision à l'Hôpital universitaire de Lausanne (CHUV). Avec

une équipe internationale, il a étudié pourquoi un grand nombre de personnes jeunes et en bonne santé ont dû être placées sous respirateur ou sont même décédées après une infection par le coronavirus. A cette fin, les scientifiques ont analysé les anticorps et l'information génétique de quelque 1500 patientes et patients de services de soins intensifs sur cinq continents. Ils ont ainsi découvert certaines mutations qui désactivent des protéines de la réponse immunitaire et rendent les malades vulnérables à l'infection. «Cela nous permet d'expliquer près de 20% des cas graves atypiques», note Jacques Fellay. Son équipe étudie aussi pourquoi, chez une petite partie des personnes séropositives, cette autre infection est restée sous contrôle même sans médicaments, ou pourquoi les gens réagissent différemment au virus de l'hépatite B.

Afin que de telles connaissances, issues de la recherche fondamentale, puissent à l'avenir servir aux traitements, les scientifiques devront non seulement identifier les variations biologiques et génétiques, mais aussi comprendre leur influence sur une maladie. «Pour faire des progrès dans ce domaine, nous avons surtout besoin de plus de données exploitables que jusqu'à présent», explique Jacques Fellay. Mais selon lui, il existe des obstacles en la matière en Suisse. C'est aussi l'avis de Christiane Pauli-Magnus, codirectrice du département de recherche clinique à l'Université de Bâle. Consultante en rhumatologie, elle se heurte au quotidien aux limites de la médecine actuelle. Dans sa spécialité, il n'existe que peu de traitements. Et tous sont efficaces chez certains et pas chez d'autres. «Nous ignorons pourquoi», déplore la scientifique. Ne reste donc qu'à essayer une thérapie après l'autre. «Si nous comprenions plus tôt pourquoi c'est ainsi, nous pourrions aider les patients plus rapidement sans les accabler de traitements inutiles.»

Pour Christiane Pauli-Magnus et Jacques Fellay, les écueils évoqués se situent au niveau de la collecte et de l'utilisation des données qui proviennent essentiellement de deux sources: des études cliniques et de la routine hospitalière, lors du traitement des personnes admises. Ces données contiennent par exemple les valeurs vitales, les résultats des analyses de laboratoire, les clichés d'imagerie médicale, en bref: toute l'histoire médicale de ces personnes. Ces informations sont stockées localement et de manière protégée dans les hôpitaux. «Il s'agit de données précieuses, que nous devrions absolument utiliser», note Christiane Pauli-Magnus. Lorsqu'on demande aux personnes hospitalisées si elles souhaitent que leurs données médicales puissent être exploitées à des fins scientifiques, huit sur dix y consentent. Le problème est qu'on ne leur pose pratiquement jamais la question.

Des dispositions légales moyenâgeuses

Cela s'explique en grande partie par le fait que les patientes doivent encore signer leur consentement sur le papier, commente Christiane Pauli-Magnus, ce qui complique la procédure, surtout une fois qu'elles ont quitté l'hôpital. «Lorsqu'on envoie les formulaires par La Poste à leur domicile, ils finissent souvent à la poubelle», relève la scientifique. «Dans notre monde numérique, où nous envoyons sans crainte des photos et des données privées non cryptées à l'autre bout du monde, cette obligation légale de signature manuscrite semble tout droit sortie du Moyen Âge.» Elle appelle ainsi de ses vœux le passage à l'e-consent – le consentement électronique des personnes traitées.

Le deuxième obstacle réside dans le manque d'hétérogénéité des données de routine, qui passe par des détails apparemment anodins, comme l'indication du sexe de la personne traitée. Les codes tels homme/femme, h/f, male/female peuvent être déclinés à l'infini. Dès lors, il est pratiquement impossible de comparer les données issues de différents hôpitaux.

Le Swiss Personalized Health Network (SPHN) s'attelle depuis cinq ans à trouver des solutions à ce problème. Cette initiative, financée par la Confédération, a mis en place un réseau regroupant des hôpitaux universitaires, des hautes écoles, le FNS, la Swiss Clinical Trial Organisation et d'autres acteurs du système de santé suisse. «Il s'agit de réunir toutes les parties concernées autour d'une table, afin de mettre en place une infrastructure de recherche sûre pour l'échange de données et de pouvoir développer des normes pour leur traitement», explique Urs Frey, président du SPHN National Steering Board. Actuellement, cette harmonisation s'effectue par étapes, au travers de projets soutenus. Des entrepôts de données ont été mis en place dans les hôpitaux universitaires pour l'enregistrement normalisé, éthique et juridiquement conforme des données des personnes hospitalisées. Ces

entrepôts sont reliés entre eux ainsi qu'aux universités et l'ETH Zurich par une nouvelle plateforme de réseaux sûre appelée BioMedIT.

«Les évolutions graves du Covid-19 ne s'expliquaient de loin pas toutes par l'âge ou par des maladies antérieures.»

Jacques Fellay

Les initiatives arrivent à leur terme

L'initiative SPHN doit toutefois s'achever en 2024. Et l'on ignore encore comment l'infrastructure de données sera poursuivie et financée à l'avenir. Une autre lacune devrait en outre apparaître prochainement avec la fin du financement des études longitudinales. Jusqu'en 2020, le FNS en a financé une dizaine, qui suivaient par exemple pendant des décennies des malades atteints de pathologies pulmonaires ou cardiaques. «De telles données sont extrêmement précieuses, car elles ne sont pas qu'un instantané et montrent comment la santé des personnes qui participent à l'étude évolue»,

indique Christoph Meier, chef Projets Sciences de la vie au FNS. Les dernières études se termineront toutefois aussi en 2024. La forme que pourrait prendre un éventuel nouveau financement n'est pas encore clairement définie.

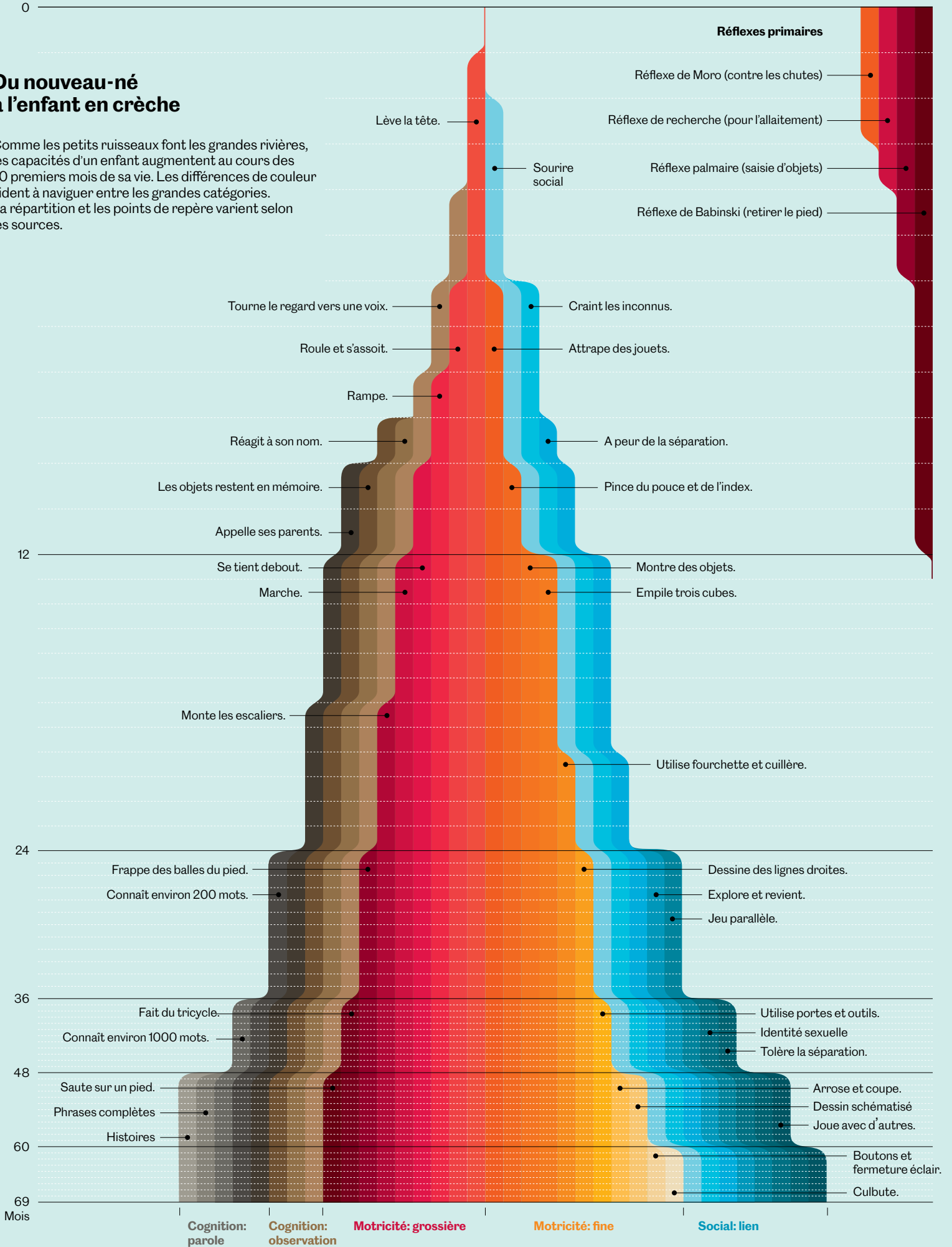
En attendant, la communauté scientifique souhaite un engagement plus important de la part de la politique de la santé. «Pour faire progresser rapidement la médecine personnalisée, le système de santé suisse devrait se concentrer davantage sur la recherche», déclare Jacques Fellay. Selon l'oncologue Andreas Wicki, cela nécessiterait un autre système d'incitation. «Nous aurions besoin d'un financement qui récompense les fournisseurs de prestations de santé qui génèrent des données de recherche de bonne qualité et échangeables.»

Michael Keller a en tout cas de bien meilleures chances de survie grâce aux thérapies personnalisées. Avant leur apparition, moins de 10% des personnes souffrant d'un mélanome avec métastases étaient encore en vie dix ans après le diagnostic. Aujourd'hui, c'est le cas pour plus de la moitié d'entre elles.

Santina Russo est journaliste indépendante à Zurich.

Du nouveau-né à l'enfant en crèche

Comme les petits ruisseaux font les grandes rivières, les capacités d'un enfant augmentent au cours des 70 premiers mois de sa vie. Les différences de couleur aident à naviguer entre les grandes catégories. La répartition et les points de repère varient selon les sources.



A l'approche de la sensation

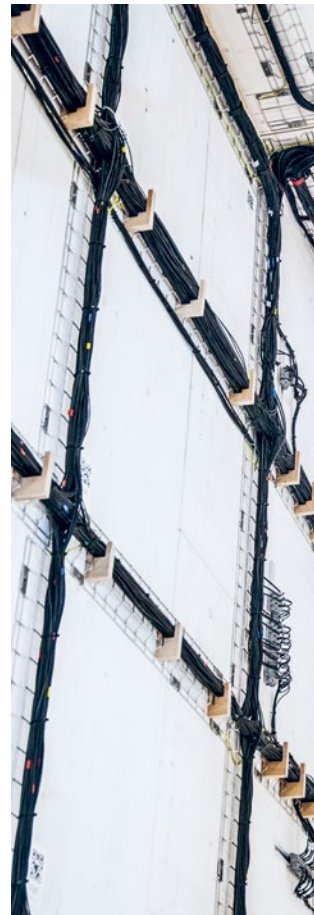
Dans une immense halle en Argovie, les chercheurs bricolent sur les éléments de base de la physique:
En visite dans un monde où il n'y a presque rien à voir, mais beaucoup à découvrir.

Texte Florian Wüstholtz Photos Ruben Hollinger

1



2



5

4

3

La pluie fouette les visages, poussée par un vent printanier, et contraste avec la chaleur agréable et le calme concentré qui règnent dans l'immense halle de l'Institut Paul-Scherer (PSI). Une grue industrielle glisse presque sans bruit à travers l'espace, chargée d'éléments en béton de plusieurs tonnes. Des ouvriers les réceptionnent et les empilent comme des legos. La pièce maîtresse du PSI, l'accélérateur de protons, se trouve en dessous, à l'abri des regards.

«On voit le grand cyclotron, ici», lance Klaus Kirch en pointant du doigt un coin de la halle depuis la galerie. Le directeur du laboratoire de physique des particules du PSI explique le fonctionnement de l'installation, en service à Villigen depuis 1974. Le cyclotron – une partie de l'accélérateur – a un diamètre de 15 mètres et se cache sous 2 mètres de béton qui protègent les scientifiques du rayonnement. «À l'intérieur, les protons sont maintenus sur leur trajectoire par huit aimants de 240 tonnes chacun et accélérés à 80% de la vitesse de la lumière», détaille Klaus Kirch. Sur un tableau, il montre comment le faisceau de protons est envoyé sur des trajectoires en spirale toujours plus grandes, avant d'être dirigé à travers la halle, vers les installations expérimentales proprement dites. C'est là que se trouvent dif-

férents détecteurs utilisés pour les expériences de l'infrastructure suisse pour la physique des particules (Chrisp).

Entre pions et muons

«Il existe deux grandes tendances en physique des particules expérimentales, explique Klaus Kirch. L'une consiste à doter des particules individuelles d'une quantité toujours plus importante d'énergie et à essayer de produire de nouvelles particules par des collisions.» C'est ce qui se produit par exemple au Grand Collisionneur de hadrons du CERN. L'approche suivie au PSI est, elle, tout autre, puisqu'on y produit des faisceaux de particules particulièrement intenses. «Nous examinons ainsi des processus rares que nous devons pouvoir mesurer avec précision.» L'objectif: trouver des signaux que le modèle standard de la physique des particules ne permet pas d'expliquer. Celui-ci décrit trois des quatre forces fondamentales que nous connaissons dans l'Univers et classifie toutes les particules élémentaires connues.

Lors de notre visite, l'installation est à l'arrêt pour révision. Partout, des spécialistes vérifient des chiffres et des codes sur leurs écrans. D'autres sont affairés à raccorder des appareils ou aménagent des emplacements pour l'expérimentation. Lorsque tout sera de nouveau assemblé et blindé, l'un des faisceaux de protons parmi les plus puissants du monde jaillira du cyclotron annulaire. Après un léger virage à gauche, ce faisceau entre brièvement en collision avec deux anneaux de graphite en rotation. «L'impact sur les noyaux d'atomes de carbone dans la cible produit d'abord des pions, décrit Klaus Kirch. Ces particules composées de deux quarks se désintègrent ensuite en muons en quelques fractions de seconde.» Ces particules élémentaires constituent ici la base de nombreuses expériences. Elles ressemblent aux électrons, mais pèsent environ 200 fois plus et peuvent être produites en grande quantité au PSI. Leur vitesse comparativement faible permet aussi de réaliser des expériences uniques en leur genre, afin d'éclairer les zones d'ombre du modèle standard.

Une recherche intensive

Après une brève promenade entre les armoires de distribution et en passant par quelques escaliers et galeries, nous nous approchons de l'une de ces expériences: le MEG II. Une feuille de plastique opaque cache un long tube, entouré de câbles, d'aimants et d'appareils de mesure. Un chercheur grimpe sur le détecteur, dont il vérifie les branchements.



- 1 Blindage maximal: les chercheurs Bernhard Lauss et Georg Bison se tiennent au milieu d'une chambre d'expérimentation pour neutrons ultra-froids. La chambre se trouve dans une immense halle de recherche de l'Institut Paul Scherrer PSI à Villigen (AG).
- 2 Dans cet aimant vert sera bientôt installé un dispositif permettant d'observer un milliard de désintégrations de muons par seconde.
- 3 La chambre d'expérimentation pour les neutrons ultra-froids est entourée d'une sorte de cabane en bois à l'intérieur de laquelle plus de 50 kilomètres de câbles veillent à compenser les variations magnétiques de l'environnement.
- 4 Un chercheur travaille sur le détecteur de l'expérience Mu3e qui se déroulera dans l'aimant vert.
- 5 Un coup d'œil dans la grande halle d'expérimentation du PSI. Actuellement, une dizaine d'expériences de physique des particules y partagent leurs temps de mesure.

«Avec MEG II, nous étudions la désintégration des muons au Chrisp. Nous cherchons des processus de désintégration qui ne devraient pas exister dans le modèle standard», résume Klaus Kirch. La durée de vie des muons est extrêmement courte et leur désintégration survient après 2,2 microsecondes environ, produisant d'autres particules plus stables, en général un positon et deux neutrinos. Dans des cas très rares, d'autres voies de désintégration pourraient se présenter, mais n'ont encore jamais été observées. «Nous voulons mesurer la probabilité qu'un muon se désintègre en un positon et un photon, soit en une particule de lumière.» Si un tel processus était observé au PSI, cela ferait sensation. «Nous cherchons quelque chose que personne n'a encore jamais vu. Mais avec un faisceau aussi intense que celui du PSI, la probabilité que nous puissions le trouver augmente.»

Lors de l'expérience précédente, menée entre 2009 et 2013, il est apparu que tout au plus un muon sur 2,4 milliards pouvait subir la désintégration recherchée en un positon et un photon. C'est le nombre de désintégrations de muons observées sans que l'événement extraordinaire se soit produit. Mais ce n'est pas un échec, car ce constat a repoussé la limite des possibilités théoriques, livrant des indices supplémentaires à la recherche fondamentale.

Quelques mètres plus loin, une expérience apparentée va bientôt chercher un autre processus de désintégration de muons «en principe interdit» d'après le modèle standard. Mu3e mesure si les muons se désintègrent parfois aussi en trois électrons – deux positifs et un négatif. «Quand l'expérience est en cours, on peut observer ici un milliard de désintégrations de muons par seconde», note Klaus Kirch. Une quantité énorme de données à reconstruire et à sonder pour l'analyse ultérieure. Ici aussi, un chercheur œuvre encore sur le détecteur de Mu3e pour rendre cette mesure hautement précise, juste à côté d'un cylindre de métal vert foncé de 2 mètres de diamètre qui protégera bientôt l'expérience.

A travers le mur de béton de la halle, on accède à l'autre côté du Chrisp. Ici, les stars sont des neutrons ultra-froids – des particules à très faible énergie. Un «kicker» permet de dévier à la manière d'un aiguillage le faisceau de protons venant de la halle principale. Ici, les neutrons sont expulsés des noyaux des atomes et si ralentis qu'on pourrait les accompagner au pas de course. «Nous pouvons ensuite les enfermer dans des conteneurs et les utiliser pour une expérience à long terme sur le moment dipolaire électrique du neutron», ex-

plique Bernhard Lauss qui dirige la recherche avec les neutrons ultra-froids. Le moment dipolaire électrique mesure les différences de répartition des charges électriques positives et négatives dans un corps.

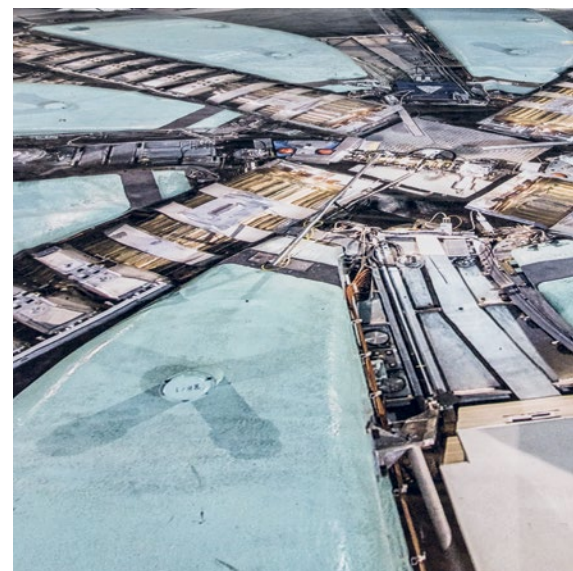
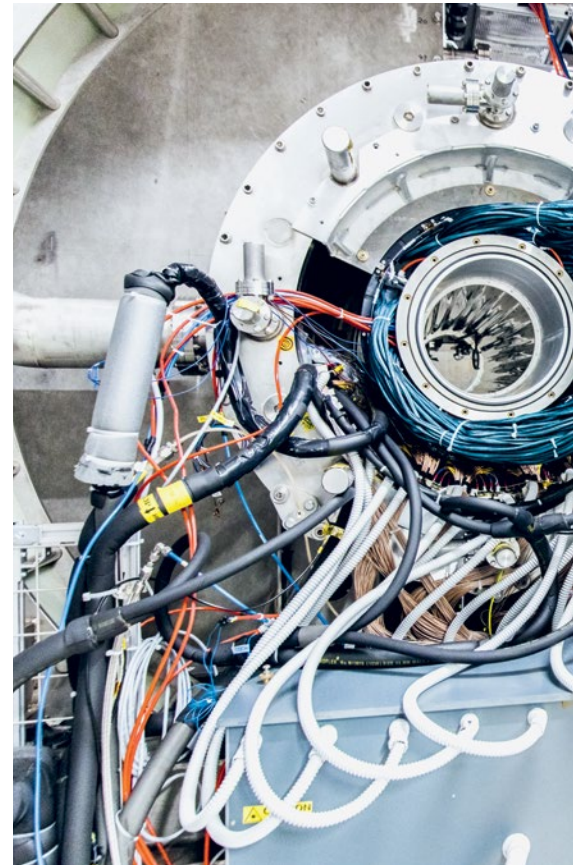
Selon la théorie courante des particules élémentaires, les neutrons ne devraient pas présenter de moment dipolaire électrique mesurable. Il n'y aurait donc pas de différences de charge à l'intérieur d'une telle particule. «En simplifiant beaucoup, l'expérience n2EDM veut démontrer si le neutron tourne un peu dans un champ électrique, explique le chercheur. Cela pourrait signifier que ce moment dipolaire existe quand même.» Un tel résultat permettrait aussi de mieux expliquer l'existence de matière dans l'Univers. «Selon la théorie standard, il devrait y avoir à peu près autant de matière que d'antimatière», dit-il. Mais l'antimatière n'est plus visible nulle part.

Mesurer ce phénomène exige des conditions magnétiques précises, l'expérience étant sensible aux moindres variations des champs magnétiques. «Quand un camion passe près du PSI, le champ magnétique se modifie», note Georg Bison, spécialiste des mesures de champs magnétiques, et responsable de la chambre de blindage. Une grande cabane en bois sert de coffrage. A l'intérieur, plus de 50 kilomètres de câbles compensent la moindre variation magnétique. Pour le reste aussi, il faut veiller minutieusement à ce que les neutrons puissent être mesurés sans interférences. A cette fin, la cabane abrite un cube blanc dans lequel se déroulera l'expérience. Ses parois contiennent plusieurs couches d'un alliage de nickel et de fer. Un ensemble de 45 tonnes. Pour apercevoir le cœur de ce coffre-fort mystique, il faut ouvrir trois portes, et ôter ses chaussures ou porter des protections. Car la moindre poussière magnétique au mauvais endroit suffit à anéantir toute l'expérience, comme le note Georg Bison.

Pas moins de 14 groupes de recherche sont associés au projet n2EDM. A elle seule, la chambre blindée a coûté 2,4 millions de francs. L'ouvrage, unique en son genre, est financé par l'ETH Zurich, le PSI et le Fonds national suisse. Comme dans la recherche sur les muons, Bernhard Lauss et son équipe guettent ce qui ne devrait en principe pas exister. Et là aussi, le modèle précédent, bien plus petit, a livré un résultat nul. Mais les trois chercheurs ne renoncent pas et mettent tout en œuvre pour que la sensation se matérialise au PSI.

Florian Wüstholtz est journaliste indépendant à Berne.

1



5

«Nous cherchons quelque chose que personne n'a encore jamais vu.»

Klaus Kirch



- 1 Dans MEG II, on veut observer ce que personne n'a encore vu: comment un muon se désintègre en un pion et un photon. Selon le modèle standard de la physique, ce processus ne devrait même pas exister.
- 2 Ces boutons commandent l'alimentation électrique de l'aimant supraconducteur de MEG II.
- 3 Klaus Kirch dirige le laboratoire de physique des particules du PSI et est responsable du Chrisp. Autour de son cou, le dosimètre obligatoire pour surveiller le rayonnement radioactif.
- 4 Au-dessus d'une zone où les particules rencontrent leur cible et où de nouvelles sont produites, de nombreux éléments en béton assurent une protection efficace contre la radioactivité.
- 5 Le cœur du site, le cyclotron annulaire de l'accélérateur de protons, se trouve sous une couche de béton épaisse de 2 mètres. Sur le béton, une photo montre en taille réelle l'installation en dessous.

2



4

3

«La liberté de la science est un droit auquel je ne touche pas»

L'association de la Suisse à Horizon Europe est clairement l'objectif, déclare le conseiller fédéral Guy Parmelin, en charge de l'éducation et de la recherche. Il estime aussi que la Suisse dispose de suffisamment d'instruments pour le dialogue entre la politique et la science.

Interview Daniel Saraga

Photo: Fabian Hugo/13 Photo



L'UE a toujours souligné qu'une association de la Suisse à Horizon Europe ne serait possible que lorsque la question de la coopération institutionnelle avec la Suisse serait résolue. Comment poursuivre?

L'association de la Suisse à Horizon Europe est l'objectif clair du Conseil fédéral. Le lien politique entre les questions institutionnelles et la collaboration très fructueuse dans la recherche établie par l'UE ne correspond bien sûr pas à notre vision des choses. Ces dossiers n'ont rien à voir entre eux. Le Conseil fédéral est convaincu que les intérêts économiques de la Suisse et de l'UE sont assurés au mieux par la poursuite de la voie bilatérale qui a fait ses preuves et non par un nouvel accord-cadre. La Suisse va chercher le dialogue avec l'Union européenne en lui soumettant un large paquet de propositions.

La Géorgie, l'Arménie et la Turquie sont bien moins intégrées et tout de même totalement associées. Une injustice?

Ce n'est pas à moi de commenter ces associations.

Durant la pandémie de Covid-19 sont apparues des tensions entre politique et science, notamment à travers la Swiss National Covid-19 Science Task Force.

Les compétences et les recommandations de la task force ont constitué l'un des piliers cen-

D'agriculteur à conseiller fédéral

Aujourd'hui responsable du **Département de l'économie, de la formation et de la recherche**, l'**UDC Guy Parmelin** a été nommé au **Conseil fédéral** en 2015, après douze ans passés au Conseil national. Il a dirigé avec son frère le domaine agricole et viticole familial dans le village de **Bursins, près de Nyon (VD)**. Il est titulaire d'un baccalauréat latin-anglais et d'une **maîtrise fédérale en viticulture**.

traux de la gestion de la pandémie. Ce qui ne signifie pas que tout fut toujours parfait. Mais la pandémie nous a entre-temps tous poussés au bout de nos limites, y compris la politique et l'administration à tous les échelons. Et tous, nous en avons appris. La science, par exemple, qu'il faut parfois un langage plus compréhensible à l'intention des non-universitaires. Et la politique, que la recherche travaille dans le cadre de modèles et ne peut formuler que l'état actuel du savoir.

Une task force serait-elle utile pour d'autres thèmes urgents tels que l'environnement, la durabilité ou la numérisation?

Je crois que notre pays dispose d'assez d'organes et d'instruments fonctionnels en matière de «science for policy». Nous avons la recherche de l'administration fédérale organisée par les offices spécialisés et coordonnée entre les départements, le Conseil suisse de la science comme organe consultatif du Conseil fédéral, puis les Académies suisses des sciences avec leurs comités spécialisés dans tous les domaines scientifiques.

Au lieu de plus de savoir scientifique sur le changement climatique, ne faut-il pas plutôt plus de décisions courageuses?

La Suisse ne veut plus émettre de gaz à effet de serre d'ici à 2050. Le Conseil fédéral l'a décidé en 2019. Mais la réalisation de cet objectif, ou à quel point ce chemin sera douloureux, dépend, entre autres, de solutions innovantes.

Lors d'une visite à l'Eawag en octobre 2019, vous avez déclaré que les chercheurs du Domaine des EPF ne devraient pas critiquer le gouvernement en public. Souhaitez-vous limiter la liberté de recherche?

Science et politique ne parviennent pas toujours aux mêmes conclusions. C'est dans la nature des choses. Les libertés scientifique et d'opinion sont pour moi des droits auxquels je ne touche pas. Je ne souhaite donc pas commenter à nouveau la note interne de l'Eawag concernant une réunion avec moi.

Le centre de recherche Agroscope ne devrait-il pas plutôt faire partie du domaine des hautes écoles?

C'est une question justifiée. Agroscope ne mène cependant pas seulement des activités de recherche et de transfert de connaissances, mais développe également des bases scientifiques pour la politique agricole et des tâches

exécutives. Il soutient l'agriculture pour une production rentable et durable en acquérant et en transmettant des connaissances. Aujourd'hui, l'agriculture est complétée par les thèmes de l'alimentation, de la santé et de l'environnement, qui relèvent également d'autres départements que le DEFR. Agroscope est toutefois en pleine mise en œuvre de la nouvelle stratégie d'implantation des sites. Reposez la question lors de son achèvement, en 2028!

Le moratoire sur le génie génétique a presque 20 ans. La science n'a-t-elle pas entre-temps fourni assez de réponses pour permettre une décision?

Les sciences naturelles ne sont pas la seule voix qui compte dans une telle décision. Celle-ci doit être largement soutenue par la société et tenir compte des intérêts et des avis les plus divers. Que veulent les consommateurs, que veulent les agricultrices? Si de nou-

«Les différentes voies de formation ne doivent pas être mises en concurrence.»

velles technologies qui n'introduisent pas de patrimoine génétique étranger dans les plantes (ndlr. soit par Crispr-Cas9 genome editing) apportent une plus-value à l'agriculture, à l'environnement et aux consommatrices, il faut aussi examiner si et comment elles peuvent être exemptées du moratoire.

Les universités attirent de nombreux étudiants et professeurs internationaux. Voyez-vous une limite politique?

L'internationalité et la mise en réseau mondiale ont une importance centrale précisément dans la recherche et l'enseignement. Il ne devrait donc pas y avoir de limite en tant que telle.

L'UDC critique régulièrement l'académisation du pays. Défendez-vous celle-ci auprès de votre parti?

En Suisse, nous avons depuis de longues années une tendance aux diplômes tertiaires – non seulement les hautes écoles, mais aussi les hautes écoles spécialisées et les examens professionnels fédéraux. C'est une bonne chose. Ces qualifications sont indispensables! Les différentes voies de formation ne doivent pas être mises en concurrence. Nous avons

besoin de spécialistes disposant de connaissances et de compétences variées. C'est pourquoi il m'importe de veiller au succès de la formation professionnelle duale, unique en son genre dans le monde.

Jusqu'ici, un apprentissage pouvait mener au poste de CEO ou de conseiller fédéral. Cela va-t-il durer?

Je suis convaincu que la Suisse ne va pas lâcher cet atout. Il nous vaut un excellent réservoir de main-d'œuvre qualifiée. Notre formation professionnelle est très appréciée par les jeunes, les parents et l'économie. Rien n'indique que cette tradition devrait prendre fin.

En tant que non-académicien, comment percevez-vous le monde universitaire et comment pensez-vous qu'il vous perçoit?

J'ai de nombreux bons contacts avec le monde académique. Dans le cadre professionnel, il m'importe que mes collaborateurs apprennent par l'expérience. Souvent, la formation suivie n'y joue pas un rôle décisif. Les expériences et chemins de vie variés profitent à tous les membres d'une équipe. J'en fais l'expérience chaque jour. Quant à savoir comment le monde académique me perçoit, il faut le demander aux personnes concernées.

Supposons que votre collègue Ueli Maurer vous trouve 500 millions supplémentaires. Qu'en faites-vous?

J'en utiliserais une moitié pour la promotion de l'innovation dans les PME et l'autre pour l'accès des jeunes et des adultes à des formations initiales et continues reconnues. L'innovation et les perspectives professionnelles sont un facteur de réussite important pour notre économie et notre société. Malheureusement, votre scénario a peu de chances de se produire ces prochaines années: la Confédération doit faire face à des dettes et à d'importantes dépenses supplémentaires dues à la pandémie et aux conséquences de la guerre en Ukraine.

Quels scientifiques inviteriez-vous en croisière?

Nos derniers lauréats du prix Nobel Kurt Wüthrich, Jacques Dubochet ainsi que Michel Mayor et Didier Queloz. Nous profiterions du voyage pour discuter de questions fondamentales, comme de savoir ce qui définit notre existence et ce qui, en fin de compte, nourrit la cohésion du monde.

Daniel Saraga est journaliste indépendant à Bâle.



Lorsque nous dormons, notre mémoire continue de fonctionner. C'est une des raisons pour lesquelles les chercheurs câblent des sujets et observent ce qui se passe dans leur cerveau lorsqu'ils sont au pays des rêves. Photo: Daniel Auf der Maur/13 Photo

Compter les moutons sous observation

Pour percer les derniers mystères du sommeil, les scientifiques recourent à des volontaires qu'ils observent en laboratoire pendant leur nuit. Je me suis aussi mise à disposition pour une petite sieste.

Texte Elise Frioud

Aujourd'hui, mon travail consiste à dormir. Mais pas n'importe où: dans le laboratoire du sommeil de l'Université de Fribourg. Original et plutôt excitant: je peux y jouer les cobayes le temps d'une sieste – la nuit est réservée aux volontaires participant à des études réelles. Mais sait-on jamais? Si je m'endors, ce qui se passe dans mon cerveau se révélera peut-être utile à la science.

11h30: j'ai rendez-vous avec Björn Rasch, le responsable du laboratoire du sommeil. Il me conduit au sous-sol dans une petite pièce haute sous plafond et simplement équipée: un bureau et deux ordinateurs qui servent à analyser les enregistrements des cobayes. A droite

et à gauche, deux cabines blindées et insonorisées dont une m'est réservée pour la sieste. J'y jette un coup d'œil: c'est plutôt mignon et bien arrangé et le lit semble confortable. Par contre, il ne faut pas être claustrophobe car il n'y a pas beaucoup d'espace ni de lumière.

Pendant la première demi-heure, deux assistantes m'équipent avec une batterie d'électrodes: deux sur le front, deux sur les tempes, deux derrière la tête, deux sous le menton et une au sommet du crâne. Une fois bien collées, ce qui prend du temps, elles vont mesurer l'activité électrique de mon cerveau et les mouvements de mes yeux, via mes muscles. Ce sont eux qui signaleront ensuite sur l'électroen-

céphalogramme si je suis en éveil ou dans une des phases du sommeil. Désormais, ma marge de manœuvre est limitée: je suis reliée par une multitude de fils à un boîtier que je dois porter. Et je partage aussi mon intimité cérébrale avec un chercheur. De là à imaginer qu'il puisse lire dans mes pensées...

Les pensées altèrent le sommeil

Mais nous n'en sommes pas là. Les scientifiques cherchent avant tout à mieux comprendre le sommeil, cet état qui recèle encore un certain nombre de mystères. Ses mécanismes, déjà, ne sont toujours pas bien compris. A l'Université de Zurich, Hans-Peter Lan-

dolt s'y intéresse justement en décryptant le fonctionnement moléculaire de la régulation du sommeil chez les personnes saines. Pourquoi la régulation? Parce que «le sommeil est certes un état différent de l'éveil, mais il ne peut pas être étudié sans tenir compte de l'éveil et réciproquement», explique le chercheur.

12h15: pour ma part, je suis encore bien éveillée lorsqu'on m'annonce que la cabine de gauche est à moi. J'ai quarante minutes à ma disposition. Une des assistantes ferme la porte et éteint la lumière, en me rappelant que je peux toujours appeler si j'ai un souci. Il me suffit alors de presser le bouton sur la table de chevet. Personnellement, je n'en vois pas l'utilité, mais j'imagine que se sentir en sécurité est important pour passer une bonne nuit en laboratoire et livrer des informations pertinentes aux scientifiques, sans le biais du stress de l'inconnu.

Nos pensées peuvent en effet influencer notre sommeil, me confirme Björn Rasch. «Par exemple, nous avons pu mettre en évidence qu'il est possible de se forcer à mal dormir rien que par la pensée», explique-t-il. Le scientifique se sert de son laboratoire pour comprendre comment nos pensées, nos idées et nos émotions influencent notre sommeil, et comment il est possible d'utiliser ces connaissances pour améliorer notre quotidien, et notamment notre sommeil. Les recherches qu'il mène lui permettent de proposer une hypothèse: en se basant sur le lien qui existe entre sommeil et mémoire, elle explique pourquoi les pensées peuvent influencer le sommeil. On sait en effet que les informations apprises juste avant de dormir sont réactivées pendant le sommeil, ce qui améliore leur mémorisation. «Selon l'hypothèse que je propose, les pensées que l'on a juste avant de dormir sont aussi réactivées pendant le sommeil.» En fonction de leur nature, la réponse du corps est positive ou négative, ce qui influe sur le sommeil.

Étais-je éveillée ou ai-je dormi?

Je m'allonge sur le lit, je pose la liasse de fils sur le côté et oublie immédiatement que je suis dans un laboratoire: il fait sombre, il n'y a pas de bruit, j'ai bien chaud, je n'ai plus qu'à fermer les yeux. Comme j'ai du temps pour moi, je laisse mes pensées divaguer. En fait, à ce stade, je ne sais pas si je dors déjà, et si je repense consciemment à cette randonnée du week-end ou si je la revis en rêve. Ce qui est tout à fait possible, selon la neuroscientifique Sophie Schwartz, de la Faculté de médecine de l'Université de Genève. Avec son équipe, elle utilise pour sa part l'état de sommeil comme un ou-

til pour mieux comprendre les processus liés à la mémoire et à l'apprentissage. Elle s'intéresse, elle aussi, au triage d'informations qui a lieu durant le sommeil, mais pour en comprendre les finesses.

La scientifique illustre ce mécanisme de la manière suivante. Imaginons que nous croisons une personne pour la première fois. Nous sommes face à un nouveau visage dont nous allons retenir les caractéristiques physiques. Ce visage va en fait s'ajouter au stock de représentations de visages que nous avons en mémoire, mais également le reconfigurer: il s'avérera plus anguleux que celui-ci, plus fin que celui-là, etc. «Le sommeil est un moment idéal pour procéder à ce remodelage, notamment parce que les régions cérébrales impliquées dans ce travail ne sont pas activement en train de traiter d'autres informations, comme cela est le cas durant l'éveil», explique-t-elle. Ces mêmes mécanismes expliquent en partie pourquoi nos rêves contiennent très fréquemment des éléments de notre mémoire récente, mélangés avec d'autres plus anciens. Il est donc bien possible que j'aie rêvé de ma randonnée, si ce n'est aujourd'hui, en tout cas les nuits précédentes.

Sophie Schwartz cherche à savoir de quelle manière certains souvenirs sont réactivés en priorité durant le sommeil. Notamment ceux qui activent le système de récompense durant l'éveil. «Ce n'est pas surprenant: pour augmenter ses chances de survie au cours de l'évolution, l'humain, comme d'autres animaux, a eu tout intérêt à se souvenir des expériences positives, par exemple un lieu avec de la nourriture abondante.» Ce que Sophie Schwartz et son équipe mettent aujourd'hui en évidence, c'est que les mêmes réseaux neuronaux peuvent être activés durant l'éveil puis durant le sommeil lorsque la partition est rejouée.

La porte de ma cabine s'ouvre, la lumière s'allume. Bien trop tôt à mon goût. J'ai l'impression de commencer à peine l'expérience! Björn Rasch me confirme pourtant que le temps accordé est écoulé. Le scientifique me pose la question que je me pose moi-même: ai-je dormi? Honnêtement, je n'en sais rien. Sur l'ordinateur, l'activité de mes ondes cérébrales et les mouvements de mes yeux parlent pour moi: j'ai oscillé entre relaxation profonde et première phase du sommeil. «Or, tout le temps passé en phase de sommeil est perdu pour la mémoire. C'est pour cette raison que vous avez l'impression que le temps a filé», explique-t-il.

Je doute que mon électroencéphalogramme ait apporté de nouvelles pistes de recherche

au scientifique, mais je me sens reposée, c'est déjà ça. Pour les participantes et participants aux études sur le sommeil, ce n'est peut-être pas toujours le cas, car les scientifiques s'intéressent aussi au manque de sommeil. Par exemple à la manière dont la privation de sommeil affecte les fonctions cognitives durant l'éveil. Des études ont déjà mis en évidence que les personnes réagissent différemment à un manque de sommeil. «Je cherche à déterminer si ces différences ont une origine génétique», explique Hans-Peter Landolt. Le chercheur tente par exemple de savoir si la dopamine, dont on connaît les effets sur certains processus cérébraux fondamentaux tels que le contrôle des mouvements, les réponses émotionnelles, la dépendance et la douleur, mais dont on ignore le rôle dans la régulation de l'éveil et du sommeil est une piste pour expliquer ces différences.

La privation de sommeil est utile

Chez des humains, et grâce à des outils d'imagerie moléculaire, le chercheur zurichois a aussi pu montrer qu'après une privation de sommeil d'une nuit, le nombre de certains récepteurs du glutamate – un neurotransmetteur excitateur du cerveau – était plus important en phase d'éveil qu'après une nuit normale. Et qu'après une nuit de récupération, il revenait justement à la normale. «Ces récepteurs contribuent probablement à la machinerie moléculaire régissant l'équilibre veille-sommeil», analyse le chercheur.

Une découverte qui pourrait avoir des applications pratiques: on sait que les personnes souffrant de dépression se sentent mieux lorsqu'elles sont privées de sommeil. Le chercheur pense que l'explication est à chercher au niveau de ces récepteurs. Si cela était avéré, ce serait une piste sérieuse pour développer des médicaments efficaces plus rapidement contre la dépression. Pour y parvenir, et pour éclairer les autres mystères du sommeil, les volontaires n'ont pas encore fini de compter les moutons dans les laboratoires.

Elise Frioud est rédactrice scientifique d'Horizons.

Le monde se rencontre dans les laboratoires suisses

Chaque année, un millier de jeunes scientifiques issus de tous les coins du globe postulent pour une bourse d'excellence de la Confédération. Deux cents d'entre eux sont sélectionnés. Horizons a fait connaissance avec cinq de ces bénéficiaires.

Textes Elise Frioud, Franca Siegfried Photos Mpho Mokgadi

Misato Toda

**«Dans ma patrie,
les gens se font une
idée plutôt négative
d'un doctorat.»**



Misato Toda du Japon. Doctorante en écologie des sols à Agroscope.

«Mon souhait est d'arrêter le changement climatique et de préserver notre belle nature.

Dans le monde entier, plus de 100 millions de tonnes d'azote sont épandues chaque année sur des surfaces agricoles. Les plantes ne parviennent pas même à assimiler la moitié de ces engrais. Une grande partie se répand dans les terres avoisinantes, ce qui représente une menace pour de nombreux écosystèmes terrestres et aquatiques. Il est donc important pour l'avenir de l'agriculture d'optimiser l'absorption d'azote du sol par les plantes. Des microbes peuvent contribuer à atteindre cet objectif. C'est pourquoi j'étudie les communautés microbiennes du sol.

En tant que chercheuse à Agroscope, j'ai de bons échanges scientifiques. Il me semble qu'ici le doctorat est mieux reconnu et plus utile pour une carrière scientifique qu'au Japon. Dans mon pays, les gens s'en font une idée plutôt négative.

Comment je vois les différences culturelles entre le Japon et la Suisse? En bref: le collectivisme contre l'individualisme. Au Japon, les gens accordent plus d'importance à être de bons membres de la communauté qu'à poursuivre ce qu'ils désirent. La hiérarchisation de la société s'exprime déjà dans la langue et il faut suivre des règles d'expression très strictes en fonction de l'âge et du rang social. En Suisse, on manifeste aussi plus ouvertement sa tendresse. Nous sommes réservés. Je n'ai encore jamais pris mes parents dans mes bras, bien que je ne leur rende visite qu'une fois par an à Niigata, ma ville natale dans le nord du Japon. Je n'oublierai jamais mon séjour en Suisse.» *fs*



Luísa Superbia Guimarães

«Ici, je suis reconnue comme une spécialiste qui contribue à faire avancer la science.»

Luísa Superbia Guimarães du Brésil, doctorante en psychologie à l'Université de Fribourg.

«Je viens de la région de São Paulo, au Brésil. J'ai suivi des études en psychologie et je me suis très vite intéressée aux théories de la mémoire, notamment au modèle sur la mémoire de travail développé par la professeure Camos de l'Université de Fribourg. Je l'ai contactée pour réaliser mon doctorat dans son laboratoire et elle m'a proposé de postuler pour une bourse d'excellence, que j'ai obtenue.

Depuis août 2019, je mène un projet sur la mémoire de travail chez les enfants avec un trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Je cherche à vérifier si ces enfants ont recours à la stratégie appelée 'rafraîchissement attentionnel', et avec quels résultats.

Je n'avais pas d'idée sur ce qui m'attendait en Suisse, mais je savais que c'était un pays à la pointe au niveau de la psychologie cognitive, ce qui m'intéressait. Avec le recul, ce que je trouve le plus appréciable en Suisse, c'est de se sentir faire partie de l'université même en tant que doctorante. Au Brésil, on classe facilement les scientifiques: ils sont soit professeurs, soit étudiants, mais il n'y a pas d'entre-deux. Ici, je suis reconnue comme une spécialiste qui contribue à faire avancer la science. J'ai mon propre bureau, je peux donner des cours, j'adore cela, c'est motivant et ça me permet de développer de nombreuses compétences! Et l'encadrement par la professeure Camos est très stimulant.

Sur un plan plus personnel, j'apprécie les montagnes, la nature. J'ai fait de belles découvertes, comme la randonnée. Et le silence, qui contraste avec le bruit permanent de mon pays.» *ef*

Ayman Ahmed du Soudan, doctorant en épidémiologie et One Health à l'Université de Bâle.

«Une politique basée sur l'approche One Health est indispensable pour préserver et promouvoir la santé des êtres humains et des animaux. One Health signifie tirer parti de la plus-value résultant d'une collaboration plus étroite entre médecine vétérinaire et humaine. Une stratégie de réaction précoce permet non seulement de réduire la fréquence, mais aussi l'intensité des épidémies dues à de nouvelles maladies. Le Covid-19 est un exemple de maladie virale zoonotique. J'étudie les conséquences de l'apparition et de la surveillance des maladies virales. Nous examinons et caractérisons le virome, autrement dit l'ensemble des virus circulant entre les humains, les animaux et les vecteurs, en recueillant des arthropodes hématophages et en les soumettant à une analyse moléculaire.

Contrairement à la situation dans mon pays, nous disposons ici de suffisamment de ressources, d'installations high-tech et nous pouvons suivre des cours. Je peux approfondir mes connaissances et acquérir une expérience de la recherche au quotidien. Dans mon pays, la société a une plus forte influence sur les décisions individuelles, alors qu'ici l'individu peut formuler ses souhaits et ses ambitions de manière plus indépendante. J'espère que mes recherches me permettront de réaliser une percée internationale pour le bien de l'humanité. Je pourrai ainsi réaliser mon rêve secret – le prix Nobel n'a encore jamais été décerné à un Soudanais. Avec les connaissances acquises pour mon doctorat, je pourrais être coauteur de livres. Je les rapporterais alors avec moi au Soudan. Mais il ne faudra pas que j'oublie les chocolats pour la famille, les amis et les collègues – ils pensent 'sucreries' dès que je leur parle de la Suisse.» fs

Ayman Ahmed

«Au Soudan, la société a une plus forte influence sur les décisions individuelles.»



Ortal Senouf d'Israël, doctorante en technique électronique à l'EPFL.

«Je suis spécialiste en génie électrique et je m'intéresse à l'apprentissage automatique et à ses applications dans le domaine médical. C'est grâce à la bourse d'excellence que j'ai pu commencer mon doctorat à l'EPFL en février 2020. Elle m'a permis de rejoindre un projet pour lequel le financement n'aurait autrement pas été assuré. Mon travail consiste à combiner les connaissances des experts et l'apprentissage automatique pour construire des modèles de prédiction plus solides dans le domaine médical, notamment cardiovasculaire. Ce qui est très intéressant, dans ce projet, c'est de pouvoir collaborer avec des gens du CHUV à Lausanne: ils disposent des données et de l'expertise médicale, et moi j'apporte mes connaissances en science des données.»





Ortal Senouf

«Je trouve qu'en Suisse l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée est respecté.»

La Suisse m'a attirée parce qu'elle a de nombreuses collaborations avec des universités et instituts européens. Elle est aussi très internationale et les professeurs viennent du monde entier. Pour ma première expérience à l'étranger, j'ai trouvé que c'était un bon choix. Ce qui m'a aussi intéressée, c'est l'entrepreneuriat: il y a de nombreuses possibilités de créer une entreprise à partir du monde académique. Je trouve aussi qu'en Suisse l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée est respecté. Et pour moi qui adore la nature et les randonnées, la Suisse est un paradis! Avec mon ami, qui est postdoc à l'EPFL, nous profitons beaucoup du lac et des alentours de Lausanne. Pour l'instant, je suis là jusqu'à l'été. J'ai demandé un financement pour poursuivre mon doctorat ici. Pour la suite, je me verrais bien rejoindre le monde de l'industrie.» *ef*

Setareh Ebrahimiabareghi d'Iran, doctorante en archéologie préhistorique à l'Université de Berne.

«Les recherches archéologiques nous donnent un aperçu de la vie quotidienne des gens des époques passées. La découverte de la céramique il y a environ 10 000 ans a constitué une étape importante dans le développement de l'humanité. Les tessons de céramique se conservent particulièrement bien et sont des témoins qui permettent d'approfondir notre compréhension de la culture, de la religion et de l'économie des époques sans écriture.

Mes recherches portent sur Tepe Sadegh, un site datant de l'âge du bronze situé dans la plaine du Sistan à l'est de l'Iran. J'ai de la chance parce que les vestiges retrouvés comportent aussi des matériaux organiques que nous pouvons dater par le radiocarbone. L'Université de Berne est le leader mondial pour cette méthode qui me permet d'établir une typologie des céramiques et une chronologie de Tepe Sadegh. La recherche sur la plaine du Sistan me relie aussi à ma patrie parce que ma famille vit non loin, dans la ville de Bam.

En Suisse, les gens sont amicaux, mais réservés, c'est pourquoi j'ai eu au début l'impression qu'ils étaient froids. Les Iraniennes et les Iraniens sont ouverts, chaleureux et passent le plus souvent leur temps libre avec toute la famille, les tantes, les oncles et les enfants. En Iran, quand j'ai envie de rencontrer des amies, je les appelle spontanément pour voir si ça joue. Ici à Berne, il faut planifier à l'avance, une semaine au moins. Depuis que je suis ici, j'ai fait beaucoup de photos de paysages magnifiques et des montagnes. Je les ramènerai en Iran, les montrerai à ma famille et je leur raconterai.» *fs*



Setareh Ebrahimiabareghi

«La recherche sur la plaine du Sistan me relie aussi à ma patrie, la ville iranienne de Bam.»

Le coelacanthe ne veut tout simplement plus changer

Ce poisson ressemble à s'y méprendre à ce qu'il était il y a des millions d'années. Des scientifiques suisses veulent en savoir plus sur l'évolution de ce fossile vivant.

Texte Simon Koechlin



Du vivant d'*Holoptychius*, il y a environ 350 millions d'années, les coelacanthes étaient encore de formes variées. Illustration: Jose Antonio Peñas/Science Photo Library

La découverte d'un coelacanthe en 1938 sur un chalutier à vapeur par la chercheuse sud-africaine Marjorie Courtenay-Latimer fit sensation. En réalité, ce poisson bizarre n'aurait même pas dû exister. Jusqu'alors, on ne connaissait les coelacanthes qu'à l'état de fossiles et les paléontologues étaient convaincus qu'ils avaient disparu il y a 66 millions d'années. Mais non seulement ce poisson a survécu à l'extinction massive, il ressemble en outre à s'y méprendre à des fossiles qui, pour certains, sont vieux de plusieurs centaines de millions d'années.

Le coelacanthe est aujourd'hui encore considéré comme un fossile vivant – une espèce sur laquelle l'évolution n'a apparemment pas laissé de trace. En réalité, l'expression «fossile vivant» est erronée, remarque le paléontologue Lionel Cavin du Muséum d'histoire naturelle de

Genève. «Au fil du temps, l'évolution apporte des changements et des adaptations chez toutes les espèces.» Toutefois, des études montrent qu'il existe effectivement des animaux et des plantes dont la morphologie s'est modifiée extrêmement lentement.

Lionel Cavin étudie les coelacanthes depuis des décennies, leur a consacré un livre et dirige un projet de recherche sur la vitesse évolutive de ce groupe de poissons. Au total, une centaine d'espèces de coelacanthes fossiles sont connues dans le monde entier, les plus anciennes remontant à 420 millions d'années. Il peut certes y avoir des différences notables entre les espèces, dit le chercheur, certaines ne faisant que 10 centimètres de long et d'autres plus de 5 mètres, mais de nombreuses caractéristiques morphologiques sont restées remarquablement

constantes. «Une étude est même parvenue à la conclusion que, de tous les groupes d'animaux étudiés, les coelacanthes sont ceux qui ont le moins changé au cours de l'évolution.»

Les recherches des scientifiques réunis autour de Lionel Cavin montrent cependant qu'il y a aussi eu des périodes où ces poissons ont subi des modifications notables, un constat étayé par des fossiles découverts récemment – dont certains en Suisse. Ainsi, une équipe de fouilles de l'Université de Zurich a fait une découverte spectaculaire en 2014 dans la Ducanfurrga, au sud de Davos. Elle a trouvé un coelacanth vieux de 240 millions d'années dont plusieurs caractéristiques diffèrent du schéma de construction normal de ce groupe d'espèces. C'est ce qu'ont montré par la suite les études de Lionel Cavin. La taille de certains os est différente et il a un corps très court et ramassé, une petite bouche et une tête en forme de dôme.

Parvenus à un sommet évolutif

Dans la collection du musée de l'Institut de paléontologie de l'Université de Zurich, Lionel Cavin est en outre tombé sur des fossiles presque passés inaperçus, issus du Monte San Giorgio. Cette montagne du sud du Tessin est considérée comme le site le plus important de Suisse pour la recherche de coelacanthes. Depuis les années 1920, les paléontologues y trouvent régulièrement des fossiles. La plupart sont des représentants plutôt typiques de ce groupe de poissons. Mais les nouvelles découvertes, qui n'ont pas encore fait l'objet d'une publication scientifique, sont d'une espèce jusqu'à présent inconnue, note Lionel Cavin. Il s'agit d'un coelacanth atypique, étroitement apparenté à l'espèce trouvée dans les Grisons. Tous deux proviennent des mêmes couches rocheuses qui datent de 10 millions d'années après la période de transition du Permien au Trias. Cette période a été marquée par la plus grande extinction massive de l'histoire de la Terre, avec la disparition de 80% des espèces marines.

Associés à d'autres découvertes, ces éléments incitent à penser qu'une spéciation accrue des coelacanthes a eu lieu durant cette période, selon Lionel Cavin. «Les habitats naturels ayant été vidés, de nouvelles opportunités se sont probablement présentées aux espèces survivantes, explique le chercheur. Ce qui a temporairement accéléré le taux d'évolution des coelacanthes.»

Certes, une accélération de cette évolution survient après des catastrophes écologiques et des extinctions massives, indique Torsten Scheyer de l'Institut de paléontologie de l'Université de Zurich. Mais elle peut aussi être déclenchée par la colonisation d'une nouvelle niche, comme lorsque les précurseurs des ichtyosaures ont quitté la terre pour retourner dans les océans. Ce qui aurait renforcé la pression pour qu'ils s'adaptent. «Les animaux ont dû s'acclimater à la salinité de l'eau et se déplacer différemment.» A un moment donné, les modifications physiques les ont empêchés de se reproduire sur terre. «Chez les ichtyosaures, cela a conduit à ne plus pondre d'œufs, et à devenir vivipares.» Dans de tels cas, il peut se produire de véritables explosions d'espèces.

Mais une fois qu'une sorte d'équilibre s'est établi et que les conditions environnementales restent constantes, une certaine stabilité peut s'installer: la morphologie des espèces ne se modifie plus que légèrement. Les scientifiques de l'évolution parlent d'«équilibres ponctués» pour cette alternance de longues phases de stabilité évolutive et de courtes phases de formation rapide d'espèces nouvelles. Il est toutefois difficile d'identifier ce mécanisme, dit Torsten Scheyer. «Ce n'est possible que pour des groupes bien connus pour lesquels on dispose de nombreux fossiles.»

Pour étudier l'orientation et le rythme des adaptations génétiques et morphologiques, les biologistes utilisent un instrument nommé paysage adaptatif ou de fitness. Ils calculent les avantages et inconvénients de chaque modification génétique possible. Il en résulte une sorte de carte topographique où les combinaisons de gènes favorables sont représentées par des montagnes avec une forte fitness et les défavorables par des vallées avec une fitness basse. Lorsque les organismes s'adaptent aux conditions de vie, ils progressent en direction des sommets. Une fois en haut, chaque nouvelle mutation réduit la fitness de son porteur – et disparaît ainsi de la population. Il est donc possible que les coelacanthes soient bloqués sur un tel sommet de fitness.

Il faut être prudent avec le concept de paysage de fitness, dit Claudia Bank, qui dirige la division Ecologie théorique et évolution de l'Université de Berne. L'ensemble des combinaisons potentielles de gènes est énorme et multidimensionnel. «Dans un tel espace génotypique, il pourrait arriver qu'une seule mutation – aussi improbable soit-elle – projette une population d'un sommet à l'autre.»

Selon elle, la taille de la population et les taux de mutation sont des facteurs importants dans le rythme de l'évolution – plus ils sont élevés, plus les modifications sont rapides. Les virus de la grippe, par exemple, ont des taux de mutation particulièrement élevés, explique-t-elle. Mais même ici, il existe de grandes différences: «Influenza B évolue par exemple plus lentement qu'Influenza A, bien que les deux types circulent dans les populations humaines et donc dans les mêmes conditions environnementales.»

Des facteurs génétiques tels que le taux de mutation sont évidemment difficiles à identifier à partir de fossiles. C'est pourquoi des questions concernant l'évolution ralentie de certains groupes d'animaux restent ouvertes. Tout comme celle des coelacanthes, la morphologie des limules, habitantes singulières des fonds marins, n'a presque pas changé pendant plusieurs centaines de millions d'années. On ne peut que spéculer sur les raisons, dit Torsten Scheyer. «Peut-être que le schéma de construction de ces animaux leur a aussi permis de s'adapter à des conditions environnementales changeantes.»

Les tortues vivent un peu la même chose

Les tortues, l'un des principaux sujets de recherche de Torsten Scheyer, sont également souvent considérées comme des fossiles vivants. Leurs signes distinctifs essentiels, les deux carapaces (dorsale et ventrale) datent de plus de 200 millions d'années. Cette structure protectrice s'est avérée si efficace qu'elle n'a pratiquement pas changé jusqu'à aujourd'hui, relève-t-il – même si la protection n'était peut-être pas la raison première ou la plus importante des carapaces originelles.

Un élément commun à nombre de ces fossiles vivants est leur longévité. La limule atlantique n'atteint sa maturité sexuelle qu'à 9 ans. «Et certaines espèces de tortues ne se reproduisent qu'à partir de leur 20e année», précise Torsten Scheyer. Ce qui ralentit le taux d'évolution si l'on compare par exemple avec de petits rongeurs qui ont plusieurs portées par an.

La maturité sexuelle tardive pourrait aussi être une explication du taux d'évolution lent des coelacanthes, suppose Lionel Cavin. De nouvelles études ont montré qu'ils pourraient vivre au moins cent ans et se reproduire tardivement. «Peut-être cela suffit-il à expliquer pourquoi ils n'ont guère changé au cours de tous ces millions d'années», spéculé-t-il.

Simon Koechlin est journaliste scientifique indépendant à Brittnau (AG).



Maison de retraite en confinement: l'interdiction des visites aux personnes âgées et le fait qu'elles soient parfois mortes seules constitue une violation flagrante de la dignité humaine, selon l'éthicienne médicale Tanja Krones. Photo: Francesco Cocco/contrasto

La dignité humaine avant tout?

La dignité humaine peut établir des règles irrévocables de ce qui ne peut pas être infligé aux autres. Mais on y recourt aussi volontiers à des fins personnelles ou il en est fait un usage problématique.

Texte Samuel Schlaefli

Durant les deux ans de pandémie, Tanja Krones, directrice du comité d'éthique clinique de l'Hôpital universitaire de Zurich, a souvent été au centre de l'attention médiatique. Confrontée aux questions relatives à la dignité de la vie et de la mort dans son quotidien professionnel, elle a donné au public un aperçu de la surcharge de travail du personnel soignant pendant la crise sanitaire. Elle a attiré l'attention sur le fait que la pandémie affecte différemment les personnes en fonction de leur milieu social et a même critiqué le triage dit silencieux des établissements médico-sociaux qui ne transféraient plus les patients âgés infectés par le Covid-19 dans les services de soins intensifs.

D'un point de vue philosophique, l'éthicienne de la médecine est une pragmatique. Pour elle, l'importance de la notion de dignité hu-

maine doit sans cesse faire ses preuves dans des cas concrets du domaine des soins. Un exemple: pendant la première vague de la pandémie, durant de longs mois, les proches étaient interdits de visite à leurs parents et grands-parents résidant en établissement médico-social. Certains d'entre eux ont carrément été enfermés et isolés dans leur chambre – pour leur propre protection. «Ainsi, des personnes sont mortes seules, une violation crasse de la dignité humaine, s'insurge Tanja Krones. Les besoins fondamentaux de personnes vulnérables n'ont pas été respectés.»

Mourir seul se justifie difficilement par la minimisation maximale des risques. Pour Tanja Krones, protéger la vie de personnes contre leur propre souhait équivaut à un paternalisme injustifiable. Une telle

attitude revient à leur refuser un minimum de besoins humains dans des situations existentielles. La critique de l'éthicienne sur la pratique des EMS pendant la pandémie s'appuie notamment sur la notion de dignité humaine. «Dans la pratique, cela reste une référence très puissante, affirme-t-elle. Elle sensibilise nos muscles moraux et aiguise notre regard sur ce qui est totalement intolérable.»

Tout préjugé ne porte pas atteinte à la dignité

Depuis plus de 2000 ans, la notion de dignité occupe les philosophes. Dans son ouvrage «De officiis», Cicéron – sans doute le plus célèbre penseur de la Rome antique – a été le premier, en 44 avant J.-C., à proposer une définition claire de la dignité humaine, inspirée des maîtres à penser du stoïcisme grec. Pour lui, la *dignitas hominis*, la dignité humaine universelle, revient à tous les hommes en vertu de leur raison. C'est ce qui distingue l'homme de l'animal. Cicéron a largement détaché la notion de dignité de la position publique d'une personne. Il fut ainsi le premier à élaborer un concept égalitaire de la dignité qui revient à tous de manière égale.

Plus d'un millénaire et demi plus tard, Emmanuel Kant définit la dignité comme une valeur absolue dans ses «Fondements de la métaphysique des mœurs» de 1785. Celle-ci caractérise uniquement l'homme en tant qu'être moral doué de raison et, à la différence des valeurs relatives telles que les biens commerciaux, elle n'a pas de prix et est non négociable. Selon le philosophe, la condition de la dignité humaine est l'autonomie, qui requiert la raison humaine.

Qu'en est-il aujourd'hui? Qu'entendons-nous par dignité humaine, qui peut y prétendre et quels sont les droits qui en découlent? Christoph Halbig, professeur d'éthique générale à l'Université de Zurich, s'est intéressé de près à cette notion et à ses origines philosophiques. De son avis, elle ne comprend pas en premier lieu des droits au bien-être et au statut, mais s'exprime avant tout sous la forme de droits de défense. Il s'agit notamment des droits de ne pas être humilié, torturé ou blessé physiquement. «La torture viole dans tous les cas la dignité humaine, elle ne peut pas être pondérée. Contrairement aux intérêts individuels, tel le fait de garder un contact direct avec la clientèle dans un magasin, sacrifié temporairement, pour de bonnes raisons, à la protection de la santé pendant la pandémie.» Mais tout préjugé moralement discutable n'équivaut pas, et de loin, à une atteinte à la dignité humaine. Le philosophe l'illustre ainsi: «Si je vous marche volontairement sur le pied, je vous fais peut-être mal et je porte atteinte à votre bien-être, mais pas à votre dignité humaine.»

Christoph Halbig est convaincu que dans les débats sur la pandémie de Covid-19 en particulier, la notion de dignité humaine a parfois acquis une telle prédominance qu'elle a fait obstacle à une pondération fondée de catégories pertinentes telles que les intérêts, le bien-être ou les droits à la liberté. «Quand les opposants au vaccin prétendent que l'obligation de se faire vacciner va à l'encontre de leur dignité humaine, ils instrumentalisent cette notion à des fins personnelles.» Il est important de savoir à partir de quel moment l'Etat viole le droit à l'intégrité de son propre corps. Dans le cas de la vaccination, on est bien au-delà d'un «problème de pesée d'intérêts intégrant plusieurs dimensions de la liberté». En effet, «pendant une pandémie mondiale, l'Etat devrait plutôt réévaluer les libertés, afin de protéger la population», note Christoph Halbig.

«Le fait d'être un être humain implique toujours aussi qu'on est à la charge des autres.»

Heinz Rügger

Le théologien, éthicien et gérontologue Heinz Rügger se penche depuis plusieurs années sur la question de la dignité des personnes âgées. Dans ses publications, il fait volontiers référence à la vision égalitaire et normative de la dignité défendue par Cicéron: «La dignité caractérise l'être humain en tant que tel, qu'il soit criminel, faible ou dément. C'est pourquoi, souvent, elle exige de nous aussi un comportement constructif.» En d'autres termes: un terroriste ne perd pas sa dignité après un assassinat. C'est une erreur de le torturer, même si, intuitivement, l'idée peut sembler juste. Depuis les années 1990, Heinz Rügger observe les démarches visant à assouplir cette incondicionalité pour la remplacer par une notion empirique de la dignité. Un bon exemple est celui du conseiller national vaudois Victor Ruffy qui avait invoqué la dignité

humaine pour justifier la dépénalisation de l'euthanasie active. Selon son argumentation, l'assistance au décès se justifie lorsqu'une maladie terrible porte gravement atteinte à la dignité d'un patient.

«Dès que la politique argumente en se servant d'une notion de dignité empirique, dépendante de facteurs extérieurs, les choses deviennent très dangereuses», constate le gérontologue. «En effet, les groupes vulnérables sont généralement les premiers qui échappent au concept protecteur de la dignité humaine.» Cette protection concerne quatre domaines: la protection de la vie et de l'intégrité corporelle, la protection de l'autonomie, la protec-

tion des droits fondamentaux et le droit d'être traité avec respect. Dans la discussion actuelle sur le vieillissement de la société et l'augmentation rapide des cas de démence, Heinz Rügger perçoit une nouvelle tendance à invoquer un concept empirique de dignité. Ce n'est pas parce que le comportement d'une personne paraît «indigne» vu de l'extérieur – parce qu'elle est incontinente ou qu'elle a perdu sa capacité d'autodétermination physique et mentale – que l'on est en droit de nier sa dignité. «Le fait d'être un être humain implique toujours aussi qu'on est à la charge des autres», affirme le gérontologue.

Un bloqueur dogmatique de discussion

Pour le professeur de philosophie Christoph Halbig, une notion absolue de la dignité n'est certainement pas satisfaisante. «C'est dogmatique, le cas échéant théologiquement justifiable, mais en fin de compte une simple revendication.» Les nihilistes critiquent depuis longtemps le flou qui entoure la définition et préféreraient la voir disparaître. Christoph Halbig ne va pas aussi loin, mais demande une précision de la notion: «Nous devons nous demander sérieusement en quoi consiste le cœur normatif de la dignité humaine et en extraire des critères permettant de répondre à la question des entités pour lesquelles il serait judicieux de l'utiliser.»

Pragmatique, Tanja Krones observe depuis peu une tendance à l'instrumentalisation de la dignité humaine pour «bloquer la discussion». Le sujet reste malgré tout actuel et les efforts nihilistes pour l'éradiquer ne la convainquent pas: «Quelle serait l'alternative?» La notion de dignité humaine est fortement ancrée dans notre histoire et notre culture et nous l'avons intériorisée pendant des générations. C'est pourquoi on peut l'invoquer encore aujourd'hui dans des situations d'interdits absolus, s'en servir pour mobiliser des forces et pour lutter contre les injustices.

Samuel Schlaefli est journaliste indépendant à Bâle.

Ce que peuvent provoquer les attaques via Internet

Depuis des décennies, on invoque le risque de cyberattaques qui pourraient conduire à la soudaine paralysie de l'infrastructure de pays entiers. Est-ce vraiment possible?

Texte Johannes Giesler

La stratégie militaire adoptée par la Russie lors de l'attaque de l'Ukraine rappelle celle de la Deuxième Guerre mondiale. Pourtant, les analystes prédisaient un tout autre conflit: une cyberguerre. Des attaques de pirates informatiques russes sur les infrastructures critiques devaient laisser l'Ukraine sans défense.

Or, tout s'est déroulé autrement. Certes, des batailles ont été menées sur le plan numérique. En janvier, déjà, des pirates informatiques présumés ont pris le contrôle des sites Internet du gouvernement ukrainien et y ont inséré des menaces. A l'inverse, le collectif «hacker» Anonymous a ciblé la Russie et bloqué les sites du Kremlin, du Ministère de la défense russe et du groupe énergétique Gazprom, et prétend avoir piraté la télévision d'Etat. Mais ces assauts n'ont ni duré ni eu d'effets notables.

«C'est le problème de ces cyberopérations. On peut attaquer, mais on ignore si la cible dispose d'une sauvegarde de sécurité pour la restauration rapide de ses réseaux», explique Myriam Dunn Cavelty. Senior Scientist à l'ETH Zurich, membre du centre de compétence dans le domaine de la cybersécurité de l'Académie suisse des sciences techniques SATW, elle conseille les autorités fédérales ainsi que l'armée suisse. «Nous ne sommes pas mieux ou moins bien protégés que d'autres, affirme-t-elle. Internet est une technologie peu sécurisée. Son développement visait à l'échange d'informations et n'a pas du tout pris en compte l'aspect de la confidentialité.» Certes, il existe des projets, telle la technologie de réseau «Scion», développée à l'ETH Zurich, capable de crypter la communication numérique. «Mais cela ne rend pas Internet fondamentalement plus sûr.» C'est pourquoi notre avenir sera marqué par des chocs: «Des actes de piratage vont avoir lieu et nous devons apprendre à les gérer. Nous devrions déjà nous demander comment maîtriser l'incident. Et comment rétablir le fonc-

tionnement des systèmes, qu'ils soient techniques ou sociaux.» Malgré ses nombreux aspects positifs, la numérisation a en effet surtout augmenté les risques. «Chacun peut être la cible de cyberattaques, car nous faisons déjà tous partie d'un système bien plus large», ajoute Myriam Dunn Cavelty.

Et qu'en est-il du si redouté «Electronic Pearl Harbor», la cyberattaque d'envergure, capable de paralyser par une seule frappe toute l'infrastructure critique d'un pays? «Pour l'instant, cela relève du mythe», constate Myriam Dunn Cavelty. Bien entendu, il existe des scénarios de menaces théoriques dans lesquels les systèmes logistiques, le trafic des paiements, l'approvisionnement en carburant ou les services médicaux seraient visés. «Mais je ne suis pas si pessimiste, car je constate régulièrement que nous sommes capables de nous tourner vers d'autres systèmes ou d'improviser.» Par exemple, le réseau de satellites Starlink d'Elon Musk, qui fournit actuellement l'Ukraine en accès Internet depuis l'orbite terrestre basse. Pour Myriam Dunn Cavelty, la guerre en Ukraine prouve surtout une chose: «L'utilité des cyberarmes pour l'armée est bien moindre que nous ne le pensions il y a plus de vingt ans. Il en va tout autrement des services de renseignement et du crime organisé.»

Outre les Etats, les entreprises et les particuliers sont donc dans le collimateur. On l'observe également en Suisse, où les attaques de ransomware ont augmenté, c'est-à-dire des attaques avec des logiciels malveillants qui cryptent des données à grande échelle. Ce n'est qu'en payant une rançon («ransom») aux pirates que l'on peut éventuellement accéder à nouveau aux données. «Avec l'augmentation des attaques de ransomware, on peut parler d'une tendance au sens large», explique Pascal Lamia du Centre national pour la cybersécurité (NCSC). «Malheureusement, l'affaire est ren-

table pour les attaquants tant que la rançon est payée.» Les systèmes mal sécurisés offrent des portes d'entrée aux pirates, qui peuvent ainsi se faire de l'argent rapidement et sans trop d'efforts. Depuis 2020, le NCSC évalue statistiquement les cyberincidents signalés. Il y en avait 11 000 la première année, le double en 2021. Comme il n'y a pas d'obligation de déclaration dans notre pays, le nombre de cas non déclarés peut être bien plus haut. Tous les rapports ne concernent pas des attaques réussies, mais aussi des tentatives de hameçonnage.

Produire à nouveau en Europe

La compétence médiatique comme matière scolaire, Hernâni Marques l'exige. Il est membre du comité et porte-parole du Chaos Computer Club, une association de hackeuses suisse qui s'engage pour davantage de sécurité et de sphère privée. Il estime que tout le monde devrait assumer une plus grande responsabilité en matière de cybersécurité, car «le réseau imprègne toute la société». Il observe l'évolution en la matière avec grande prudence, et voit un risque central dans la mainmise de la Chine et des Etats-Unis sur les logiciels et le matériel. «Les produits Apple portent la mention: Designed by Apple in California. Assembled in China, tout comme la majorité des PC, relève-t-il. Quand nous commandons des composants pour notre infrastructure critique, le fournisseur le sait. Je ne prétends pas que tous les PC sont infiltrés. Mais la Chine peut mettre sur écoute certaines lignes de production. Les Etats européens doivent donc se ré-appropriier l'expertise technique nécessaire pour développer et fabriquer les appareils.»

La transparence représente un autre facteur clé aux yeux du spécialiste. La plupart des systèmes d'exploitation travaillent avec des logiciels propriétaires au code inaccessible. Contrairement aux logiciels au code source



Les attaques virtuelles peuvent avoir des conséquences physiques: suite au piratage du pipeline Colonial en mai 2021, la majorité des stations-service de la région de Benson aux Etats-Unis n'avaient plus d'essence. Là où il en restait, on a assisté à des achats de panique. Photo: Sean Rayford/Getty Images

ouvert, ils ne permettent donc pas de «vérifier si le logiciel a accès à nos données ou si une porte dérobée a été prévue dans le système», note Hernâni Marques. Mais les gouvernements, et surtout leurs services secrets, n'ont que peu d'intérêts à le faire. Car ils ont besoin de ces portes dérobées pour leurs surveillances. Selon le porte-parole du CCC, certains Etats achètent même des failles de sécurité sur le marché noir et financent ainsi le crime organisé avec l'argent des contribuables.

Hernâni Marques verrait une solution à cela dans la séparation des autorités responsables de la cybersécurité et des services secrets, soit le partage des intérêts offensifs d'une nation et de sa défense. En Suisse, le Service de renseignement de la Confédération a ainsi un contact étroit avec le NCSC.

Mais la Suisse compte aussi des coopérations au-dessus de tout soupçon avec des services secrets, à l'image du projet abuse.ch. La plateforme identifie et analyse les sites Internet nuisibles et soutient ainsi les expertes et les experts en matière de sécurité à grand renfort

d'informations techniques sur les cybermenaces actuelles. Point clé: la mise à disposition publique et gratuite des données – ce qu'on appelle «Open Source Threat Intelligence» (Renseignement sur la cybermenace open source). Cela profite aux autorités internationales, tel le FBI, qui ont déjà mené des procédures pénales contre des cybercriminels grâce à ces données.

Bien plus que de la technique

«Mais les fabricants de produits de sécurité informatique misent aussi sur les données d'abuse.ch», note le fondateur du projet Roman Hüsey de l'Institut de cybersécurité et d'engineering de la Haute Ecole spécialisée bernoise (BFH). Depuis juin 2021, celle-ci collabore avec abuse.ch et assure le financement de son infrastructure par des dons. En contrepartie, abuse.ch partage des données brutes pour la recherche et l'enseignement. Cela permet par exemple une meilleure étude des réseaux de robots ou de la façon dont les logiciels malveillants se propagent. Les sujets ne

manquent pas: «En deux ans, nous avons découvert plus de 2 millions de pages de logiciels malveillants et ainsi largement contribué à leur élimination», raconte Roman Hüsey.

Quatre hautes écoles et universités suisses proposent désormais des filières d'études en cybercriminalité. «L'accent est surtout mis sur les aspects techniques», observe Myriam Dunn Cavelty, qui enseigne à l'ETH. «Il manque des interfaces entre la politique et la technologie informatique, ainsi qu'entre le droit et la science médico-légale.» Le domaine de la cybernétique doit en effet être abordé dans sa globalité. Avec le développement des algorithmes dans le contexte de l'avènement de l'intelligence artificielle, l'avenir de la numérisation ne sera plus seulement de nature technique, estime-t-elle. «Toutes les questions qui se posent au sein de la société auront aussi des aspects sociotechniques. Pour y répondre, nous devons d'ores et déjà créer des possibilités de formation.»

Johannes Giesler est journaliste indépendant à Leipzig.



Quand l'environnement stresse

Paolo Cherubini est Senior Scientist de **dynamique forestière et de science dendrologique** à l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL à Birmensdorf près de Zurich. Il a **étudié les sciences forestières à Florence** et obtenu son doctorat à l'Institut de botanique de l'Université de Bâle. Ses recherches portent sur les processus clés de la **croissance des arbres** et sur les effets du stress environnemental sur la physiologie des arbres.

Celui qui comprend le langage des arbres

Paolo Cherubini est un aventurier malgré lui. Spécialiste des anneaux de croissance, il y lit les éruptions volcaniques, la pollution de l'air ou la valeur d'un violon.

Texte Katharina Rilling Photo Anne Gabriel-Jürgens

«Je ne suis certainement pas un chien, même si j'aime rôder dans la forêt!» Paolo Cherubini sourit malicieusement. A grand renfort d'images hautes en couleur, il nous dépeint son voyage de recherche en Sibérie. Des lieux où le pétrole coule à flots, à tel point que les gens sur place l'utiliseraient assidûment pour se chauffer, en transpirant dans leur chambre à coucher comme dans un sauna russe. Il raconte les bains bouillants dont ils ne sortent qu'une fois rouges comme des écrevisses. La chaleur serait un réconfort à bon marché lors des longues journées hivernales. Mais Paolo Cherubini, lui, a froid. Lorsqu'il arrive de nuit dans la taïga pour analyser les jours suivants les anneaux de croissance des pins sylvestres tout autour de torches à gaz sur les champs pétroliers – il veut comprendre les effets de la chaleur sur la croissance des arbres –, il est logé avec des gardes forestiers russes dans une cabane en bois non chauffée. L'eau pour se laver et se désaltérer se trouve dans une baignoire rouillée devant la porte. Dès lors, le Toscan, épicurien, préfère prendre un verre de vodka, les doigts engourdis. De surcroît, il doit dormir sur un canapé défoncé, apparemment la place du chien. «Je sens encore l'odeur, dit-il. Epouvantable!»

Paolo Cherubini a souffert tout autant en Côte d'Ivoire, où, avec une étudiante, il a percé des cacaoyers à la recherche des traces de la sécheresse croissante. En pleine guerre civile, courbé sous les petits arbres, il est soudain alerté par le cri de sa collègue: «Attaque de fourmis!» «Ce soir-là, j'ai pris une douche, malgré l'escorte obligatoire de trois autochtones armés de machettes et d'innombrables coléoptères dans la salle de bains, car des fourmis rouges grouillaient encore dans mon caleçon!»

Il préfère parcourir la littérature

Le récit des voyages du chercheur expérimenté de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL le montre clairement: il n'a rien d'un Indiana Jones. Agé de 57 ans, il ne se sent pas à l'aise dans la nature, mais dans la littérature. Sa forêt à lui est faite des feuilles qui s'empilent sur son bureau à Birmensdorf. Pendant vingt ans, Paolo Cherubini a été rédacteur en chef de la revue spécialisée *Dendrochronologia* et a publié près de 300 articles scientifiques. Toutes ces contributions se trouvent ici, à côté des photos imprimées d'étudiants et de sa famille. Car Paolo Cherubini n'est pas seulement passionné de dendrologie, la datation des cernes des arbres. C'est aussi un homme sociable qui entretient des amitiés tout autour du globe, aime faire la fête et savourer une pleine assiette de risotto crémeux.

Son lieu de travail est donc un trésor d'expériences vécues – ce qui n'a rien d'étonnant, car cela fait vingt-cinq ans déjà qu'il étudie les anneaux des arbres et qu'il fait avancer la dendrologie au niveau international. Depuis presque aussi longtemps, l'Italien fait régulièrement le voyage entre Zurich et Pise, car sa femme y a un cabinet d'avocats. Ces nombreux trajets en Cisalpino bringuebalant lui auraient bien suffi comme aventure, dit-il en plaisantant. Désormais, il part en expédition «le moins souvent et le moins longtemps possible».

On pourrait penser que les anneaux des arbres sont rapidement comptés. Chaque enfant s'y est essayé un jour. «Les profanes sous-estiment volontiers notre travail», acquiesce le scientifique. Mais la dendrologie ne se limite bien entendu pas à ce décompte sommaire: elle utilise les anneaux pour analyser les influences de l'environnement sur la croissance des arbres. Un délicat travail de détective, sur le terrain comme en laboratoire. Outre le nombre d'anneaux, on tient également compte de leur largeur, de leur densité et de leur composition chimique. Ces paquets d'informations finissent par former une image complète. Pour obtenir des échantillons, les chercheuses et les chercheurs prélèvent, à la main, des carottes de forage dans le tronc de

leurs protégés. L'arbre en garde une petite blessure, les scientifiques un concentré de savoirs qu'il faut décrypter dans un laboratoire bien équipé. Le WSL possède le deuxième plus grand du monde. Les carottes de forage, qui ressemblent à des baguettes, y sont poncées, nettoyées, passées aux rayons X pour en mesurer la densité ou découpées pour être analysées au microscope. «Les arbres enregistrent les informations. A condition de comprendre leur langue, on peut lire en eux comme dans un livre», dit Paolo Cherubini.

Prédire les éruptions volcaniques

Cherubini passe d'un monde à l'autre. Il aime la quantité d'informations qu'il peut absorber et retenir grâce à son travail. Un peu comme l'arbre qu'il examine. «Dans le cadre d'un projet, tu te réveilles dans une tente en Patagonie, entre d'anciens araucarias et tu gravis des volcans noircis et lors du projet suivant, tu es cité devant un tribunal en tant qu'expert.» Tel un détective, Paolo Cherubini a en effet contribué à révéler qu'un violon attribué à Gasparo da Salò n'avait pas été fabriqué par ce dernier. «Nous en avons conclu que le bois dont était fait l'instrument devait dater du XVIIIe siècle, soit bien après le décès du célèbre luthier en 1609. De 250 000 francs, la valeur du violon a été réduite à environ un tiers de cette somme», s'amuse le chercheur.

La dendrologie est désormais indissociable de certains domaines scientifiques: analyser les anneaux d'un arbre représente par exemple la seule façon de reconstruire très précisément les conditions climatiques qui ont régné par le passé, jusqu'à mille ans plus tôt. Parfois, le regard porte aussi sur l'avenir. Théoriquement, les anneaux de croissance permettraient de prédire les éruptions volcaniques. Le dendrochronologue a tenté de vérifier cette idée saugrenue dans la région de l'Etna. Car il a été prouvé que les arbres qui colonisent les flancs du volcan ont fait une mystérieuse poussée de croissance peu avant une éruption. Avec ses collègues, Paolo Cherubini a pu expliquer pourquoi: juste avant l'éruption visible, les arbres ont absorbé de l'eau issue des entrailles de l'Etna. Avant de cracher du magma, le volcan évacuait de la vapeur d'eau, ce qui profitait aux plantes. Le phénomène n'est pas un système d'alerte précoce très pratique, puisqu'il exigerait des prélèvements constants d'échantillons dans les troncs. Mais les traces chimiques dans les anneaux peuvent désormais aider à reconstruire les éruptions volcaniques.

Il évoque ensuite Xi'an, en Chine, où il a examiné comment les conifères absorbaient les nanoparticules. «Beaucoup de ces arbres sont plantés pour capturer la pollution de l'air, comme des filtres. Nous avons été les premiers à montrer que les nanoparticules n'étaient pas seulement stockées dans les feuilles, mais qu'elles migraient jusque dans le tronc et restaient dans le bois.» Ces connaissances permettent de retracer des zones et des périodes de pollution particulièrement élevée.

Dans son bureau rempli de matériel, le scientifique va et vient et finit par sortir des plaques polies de troncs: une balle de la Première Guerre mondiale est fichée dans un morceau d'épicéa des Dolomites. Une autre plaque vient d'un bois vieux de 12 000 ans, découvert par hasard à Zurich. La troisième est un morceau d'olivier de Santorin, couvert de champignons. Paolo Cherubini a trouvé certains de ces bois quand il sortait tout de même sur le terrain. C'est d'ailleurs ce vagabondage en forêt qui a éveillé son intérêt pour la science. Des sorties plaisantes, naturellement, dans les Dolomites, au parfum boisé et chaleureux des arrolles, encore bien loin du canapé sibérien malodorant.

Katharina Rilling est journaliste indépendante à Zurich.

Contre la fuite de cerveaux d'Ukraine

Dans l'œuvre de Rubens «Les conséquences de la guerre» (1637-1638), à la Galleria Palatina de Florence, Mars, le dieu de la guerre, terrasse de sa fureur trois personnages, dont une femme et un homme

tenant respectivement un luth et un compas, symboles de l'art et de la science. La force de l'image allégorique est renouvelée par le retour de la guerre en Europe.

La guerre inflige divers types de dégâts à la recherche. D'abord, la mise en péril des chercheurs et de leurs travaux. La science étant internationale, la solidarité s'est organisée rapidement lors du conflit actuel en Ukraine. Le FNS a agi rapidement et débloqué jusqu'ici 9 millions de francs pour le soutien des scientifiques fuyant la guerre en Ukraine. Une aide d'urgence certes cruciale, mais peut-on faire plus, ou mieux? Peut-être, en s'attaquant aux effets à long terme:

1. Nous pourrions soutenir la préservation de données, d'infrastructures et leur fonctionnement. En priorité, nous devons offrir le transfert et le stockage des données numériques ainsi que des inestimables collections physiques pour éviter leur destruction.
2. Nous pourrions soutenir la réinsertion de chercheurs partis durant la guerre et offrir des collaborations à ceux actifs dans les zones d'après-guerre. L'aide d'urgence peut involontairement induire une fuite de cerveaux à long terme et à son tour gravement réduire la capacité de recherche des anciennes zones de conflit. Des financements spécifiques pourraient réduire ces risques.
3. Nous pourrions continuer à travailler avec des chercheurs opposés à la guerre menée par leur gouvernement. Plusieurs scientifiques russes ont réprouvé la guerre. La communauté internationale se divise entre ceux en faveur de leur soutien et ceux qui exigent l'arrêt immédiat de toute relation. Il existe de bonnes raisons pour la première option, dont la plus grande vulnérabilité de la relève scientifique dans une telle situation. Les encourager à rester dans la science soutient l'avenir de la recherche.
4. Nous pourrions préserver la diversité de la recherche pour éviter que la pression pour plus de dépenses militaires n'entraîne une baisse sélective des financements dans les domaines de la recherche sans lien avec les régimes engagés dans la guerre.

Quand Mars brandit ses armes, les effets jettent de longues ombres sur l'avenir de la recherche. Pour les dissiper plus vite, il nous faut une politique claire de soutien à la recherche d'après-guerre.

Photo: Université de Lausanne



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

PNR sur l'expérimentation animale

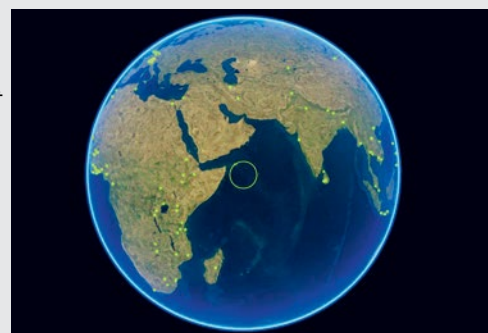
Photo: Adrian Moser/Université Berne



En février 2022, le peuple suisse a clairement rejeté l'initiative populaire contre l'expérimentation animale et humaine. «La place scientifique suisse veut être à la hauteur de cette preuve de confiance», déclare Matthias Egger, président du Conseil national de la recherche du FNS. Les projets du programme national «Advancing 3R – Animaux, recherche et société» (PNR 79), que le FNS finance à hauteur de 20 millions de francs, débutent ce mois-ci. Objectif: réduire le nombre d'expériences animales et créer une base de discussion éthique, juridique et culturelle entre protection des animaux et recherche.

Partenariats sur le globe numérique

Photo: capture d'écran



Quels sont les pays en développement et émergents qui collaborent avec la Suisse dans le domaine de la recherche? Et quels sont les projets mis en œuvre? Sur quels thèmes? Le globe numérique research-earth.ch répond à ces questions. Les organisations de développement et les fondations y obtiennent un aperçu de la recherche dans leurs régions prioritaires. La carte offre aux chercheuses et chercheurs la possibilité de trouver des partenaires et de participer à des appels à projets dans de nouvelles configurations. De leur côté, les organismes de financement peuvent utiliser ces informations pour mieux cibler leurs instruments, afin de renforcer leurs points forts ou combler des lacunes.

40 pour cent aux disciplines MINT

En 2021, le FNS a investi 881 millions de francs dans de nouveaux projets de recherche, bourses et subsides de publication. Sur les fonds octroyés, 39% ont été alloués aux mathématiques, sciences naturelles et ingénierie, 36% aux sciences de la vie et 25% aux sciences humaines et sociales. Au total, plus de 5700 projets encouragés par le FNS étaient en cours fin 2021. Près de 20 000 scientifiques y participaient, dont 38% de femmes. La part des chercheuses à la tête d'un projet atteignait 30,5%. Cela correspond à une augmentation de 1,4 point de pourcentage par rapport à l'année 2020. Les chiffres clés sont consultables sur le portail de données du FNS: data.snf.ch

Photo: Technorama



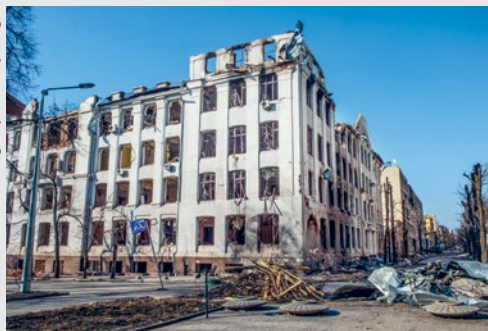
Le programme de promotion MINT des Académies suisses des sciences vise à susciter l'enthousiasme des enfants et des jeunes pour les mathématiques, l'informatique, les sciences naturelles et la technique. Des écoles, des musées et des centres scientifiques comme le Technorama ainsi que des prestataires de formations continues pour les enseignantes jouent un rôle essentiel dans ce domaine. De nombreuses idées pour de futurs formats d'enseignement et d'apprentissage ont été développées jusqu'à fin 2021 dans le programme MINT 2, de même que dans le programme MINT.DT. Ce dernier encourage des projets qui permettent à un large public de découvrir les facettes de la transformation numérique. Deux publications illustrent la diversité des projets et expliquent pourquoi les génies des mathématiques et les geeks ne sont pas les seuls à profiter du soutien de MINT. go.academies-suisses.ch/MINTSuisse

L'évaluation repensée

Sélectionner et encourager les meilleurs projets et scientifiques parmi des milliers de requêtes, telle est la mission principale du FNS. «Nous avons les mêmes exigences élevées pour notre travail que pour la recherche que nous finançons», précise Thomas Werder Schläpfer, membre du Comité de direction. Le FNS a fait évoluer sa procédure d'évaluation et mis en œuvre une série de changements importants. Il s'agit notamment d'une échelle d'évaluation à neuf niveaux et d'une séparation claire entre évaluation scientifique et décision de financement. Cette procédure s'applique à tous les instruments d'encouragement du FNS à quelques exceptions près. «Nous créons ainsi une uniformité et augmentons encore la qualité, l'efficacité et la transparence de l'évaluation», se réjouit Thomas Werder Schläpfer.

Aide aux scientifiques d'Ukraine

Photo: Anadolu Agency via Getty Images



Le FNS a condamné avec la plus grande fermeté l'invasion russe en Ukraine et a immédiatement pris des mesures pour soutenir les scientifiques concernés. Il finance ainsi, à hauteur de 9 millions de francs, des séjours dans des hautes écoles suisses dans le cadre du réseau Scholars at Risk. En outre, le FNS aide des chercheuses et chercheurs ukrainiens en Suisse qui ont déjà reçu un subside de sa part ou qui sont engagés dans un projet. Cela leur offre l'opportunité de prolonger des délais et des projets pour une durée limitée. Le FNS fait également preuve de flexibilité en ce qui concerne les conditions d'emploi et, selon les besoins, verse davantage de fonds.

Quatrième mesure transitoire

La Suisse reste toujours un pays tiers non associé au programme Horizon Europe de l'UE. C'est pourquoi le FNS a créé une quatrième mesure transitoire, les SNSF Consolidator Grants 2022. L'instrument s'adresse aux scientifiques qui souhaitent consolider leur indépendance. Un Consolidator Grant leur permet de mener leur propre projet en Suisse.

On peut s'amuser avec la technique

Soutien au développement durable

De nouvelles connaissances et des approches innovantes sont nécessaires pour mettre en œuvre l'Agenda 2030 de l'ONU. Le FNS et la Direction du développement et de la coopération (DDC) ont donc lancé le programme de recherche Solution-oriented Research for Development (SOR4D). Il encourage les partenariats entre les scientifiques de Suisse et des pays en développement, au-delà des frontières disciplinaires. Des représentants de la politique et de la pratique y sont également associés. Une enveloppe de 19 millions de francs est disponible jusqu'en 2026 pour le financement des projets.

Apprécier et protéger les paysages

Photo: Patrick Walde



Comment rendre l'aménagement du territoire plus durable? En faisant appel à l'archéologie dite préventive, montre Marc-Antoine Kaeser dans une publication. L'auteur plaide pour une perception globale du patrimoine culturel, qui intègre dans le paysage la connaissance de la diversité du passé et du présent matériel de l'être humain. Un centre commercial dans une agglomération et une ferme gauloise située en dessous s'enrichissent par exemple mutuellement de façon symbolique.

Accord avec le Royaume-Uni

Le FNS et l'organisation d'encouragement britannique UKRI ont signé un accord pour faciliter la collaboration entre les scientifiques de Suisse et du Royaume-Uni. Matthias Egger, président du Conseil national de la recherche, souligne son importance pour la recherche suisse: «Dans les projets que le FNS encourage, le Royaume-Uni est l'un des trois pays les plus souvent cités dans les partenariats internationaux.» Les deux organismes de financement viennent de lancer une première mise au concours commune. Ils soutiennent la mise en réseau, l'échange de connaissances et des séjours de recherche pouvant aller jusqu'à douze mois.

Horizons 132, p. 51: «Doctorat honoris causa pertinent pour les célébrités?»

Reconnaissance pour des études ornithologiques

Que l'Université de Saint-Gall ait fait cadeau, en 1989, d'un doctorat honoris causa au conseiller d'Etat, brigadier et conseiller aux Etats Ernst Rüesch, je l'ai considéré comme superflu. En revanche, j'ai estimé cette distinction comme hautement méritée quand, en 1977, l'Université de Bâle l'a accordée à l'instituteur Emil Weitnauer qui a consacré des décennies de son

temps libre à des études ornithologiques et les a publiées.

Gieri Battaglia, Rorschach

Horizons 132, p. 38: «Elle éclaire la sombre histoire de l'assistance publique»

Placés de leur plein gré?

L'article dit: «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.» Quand verrons-nous enfin les choses comme elles se sont

réellement passées? Ces enfants ne sont pas partis d'eux-mêmes, ils y ont été contraints. Dans les années 1980, je travaillais dans le home cantonal Wäckerling à Uetikon am See quand un vieux couple est arrivé chez nous. L'homme m'a raconté son incroyable histoire: il était né dans une famille de paysans de l'autre côté du lac, au-dessus de Horgen. Comme sa mère avait déjà plusieurs enfants, il a été placé dans une autre exploitation. Il n'a jamais pu rentrer chez lui!

Werner Kienberger, Dietikon

Réponse de la rédaction

Le livre de Loretta Seglias traite des « Schwabengänger » – le nom que l'on donnait aux enfants des Grisons, du Vorarlberg et du Tyrol qui partaient dans le sud de l'Allemagne pour se proposer comme main-d'œuvre pour l'été sur des « marchés aux domestiques ». Ils y étaient poussés par la misère, mais n'y allaient pas sur décision des autorités. En ce sens, la formulation utilisée dans l'article est correcte. Toutefois, quand nous parlons aujourd'hui d'enfants placés dans le cadre de ce chapitre sombre de l'histoire sociale, nous entendons des enfants issus de familles pauvres qui ont été placés sur décision administrative et à des fins d'assistance pour servir de main-d'œuvre bon marché, par exemple dans des familles paysannes. C'est pourquoi les termes utilisés dans cet article peuvent être mal compris – en particulier le verbe « verdingen » employé dans le texte allemand. Merci de nous avoir permis cette clarification!

La rédaction

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](https://twitter.com/horizons_fr) ou sur Facebook [@horizonsmagazine](https://facebook.com/horizonsmagazine). Courrier des lecteurs à envoyer au plus tard le 8. juillet 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 133, juin 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 2022, plus de 5500 projets étaient en cours, avec la participation de près de 20 000 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
14 900 français
32 500 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.

Faut-il révéler l'identité lors de l'évaluation par les pairs?

OUI L'évaluation par les pairs est une reconnaissance supplémentaire de la validité, de l'intégrité et de la fiabilité des résultats de recherche. Connaître l'identité de celles et ceux qui effectuent ces vérifications peut accroître la confiance dans le processus scientifique.

Aux débuts du libre accès, un argument principal de ses détracteurs était: si l'auteur doit payer pour publier, cela incitera les revues au laxisme dans l'évaluation par les pairs et à publier plus d'articles de moindre qualité

pour augmenter leurs revenus. Pour prouver le contraire, les nouveaux titres en libre accès se devaient dès lors de démontrer la rigueur de leur processus d'évaluation. Ils ont commencé en nommant les personnes responsables de l'évaluation. Une tactique révolutionnaire, et on ne pouvait accuser une revue de ne pas effectuer une revue par des pairs ou de recourir à des gens inexpérimentés. C'était une preuve de sérieux, car la réputation des scientifiques était en jeu. Cette transparence fut cruciale pour la crédibilité et la confiance dans les publications en libre accès – une leçon pour tout éditeur.

La culture croissante des prépublications pourrait donner des indices sur la façon dont l'identité ouverte dans l'examen par les pairs pourrait évoluer à l'avenir. Au cours de la décennie passée, le nombre de publications de preprints en ligne a fortement augmenté. Accessibles au public, elles peuvent être partagées, discutées, citées et évaluées sur toujours plus de plateformes – du tweet informel jusqu'à la plateforme de révision telles PREREview ou ScienceOpen.

Dans les systèmes ouverts, l'identité de la personne qui a fait l'évaluation importe, car dans l'univers académique, l'expertise s'acquiert au prix d'années d'un dur labeur. Il est essentiel de savoir

si un commentaire émane d'un éminent scientifique ou d'un jeune chercheur aux connaissances limitées du domaine. Dans un monde toujours plus global et décentralisé, la confiance dans les scientifiques, le processus scientifique et la véracité des articles publiés est capitale pour relever les défis qui nous attendent. Les scientifiques devraient se mobiliser et signer leurs évaluations.

NON L'identification des experts dans l'évaluation par les pairs est une mauvaise réponse à une question mal posée. La transparence peut favoriser la confiance, mais permet-elle une meilleure évaluation? Les évaluations malveillantes, peu rigoureuses ou autrement embarrassantes pour les évaluateurs font exception. Par contre, les experts sont exposés à de multiples biais, bien plus répandus. Certains sont scientifiquement justifiés, tels des jugements plus sévères dans un domaine spécialisé, d'autres ne le sont pas, tels les jugements de préférences linguistiques. Que leur identité soit révélée ou non, les personnes expertes sont exposées à ces biais. La question est mal posée, car les problèmes sont liés à la responsabilité individuelle. Depuis longtemps, l'évaluation par les pairs n'est plus un instrument de censure aristocratique («peerage» désigne la haute noblesse anglaise) comme à ses débuts. Elle est devenue une infrastructure d'évaluation organisée sous forme de procédure, par laquelle sont pilotés les systèmes scientifiques modernes. Seule l'exigence de collégialité est restée aristocratique: ceux que j'évalue aujourd'hui avec bienveillance m'évalueront de la même manière demain.

Mais la critique du manque de diversité des experts est justifiée. Y remédier n'est pas une question de transparence, mais de coûts et de motivation. Seules les personnes qui entrevoient un avenir durable avec de bonnes conditions de travail dans la science ou qui sont récompensées de façon extrinsèque par une progression de carrière ou une rémunération sont motivées de manière intrinsèque à réaliser des expertises. Il serait plus simple de recruter de manière ciblée des groupes marginalisés. Dans la science, cela induirait de tenir compte tant des quotas de genre, d'âge ou de nationalité que des théories, méthodes, questions ou disciplines marginalisées qui ne répondent pas aux critères simplistes d'excellence. S'il existe un usage avisé des loteries en science, c'est bien dans l'évaluation par les pairs: pour une sélection aléatoire et donc plus diversifiée des personnes responsables de l'évaluation!



Photo: mäd

«S'il existe une utilisation judicieuse des loteries dans le domaine scientifique, c'est bien dans l'évaluation par les pairs, pour une sélection aléatoire et donc plus diversifiée des évaluateurs!»

Martin Reinhart est professeur au Centre Robert K. Merton pour la recherche scientifique à l'Université Humboldt de Berlin. Il étudie les procédures d'expertise dans le domaine de la science et de la révision par les pairs.

Photo: mäd



«Dans les systèmes ouverts, l'identité de l'évaluateur est importante, car dans l'univers académique, l'expertise s'acquiert au prix d'années de travail acharné.»

Stephanie Dawson est directrice de ScienceOpen, une start-up qui met en réseau les chercheurs et les maisons d'édition proposant des contenus en libre accès, et qui développe des idées pour la publication des travaux scientifiques.

«La nouvelle ordonnance sur la protection des données a renforcé la crainte de leur utilisation incorrecte. De plus, le règlement peut être utilisé comme prétexte pour préserver les intérêts de chercheurs.»