



Les limites de la science 10

**Tsunamis dans
le lac Léman 30**

**Les études réservées
aux classes aisées? ... 36**

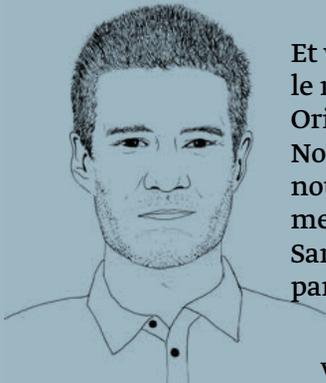
**Des seins qui sont
une menace 44**

Chères lectrices, chers lecteurs,

Nous savons enfin qui est notre lecteur type. Il s'agit d'un homme de 58 ans vivant en Suisse alémanique. C'est ce qui ressort du moins du sondage auquel vous avez été 2349 à participer. Et nous vous en remercions. Vous êtes ou avez été, pour la plupart d'entre vous, actifs dans le domaine technique, des sciences naturelles ou de la médecine, vous lisez volontiers des articles approfondis et vous nous donnez globalement la note «bon». Nous allons continuer à analyser vos réponses et nous efforcer de vous offrir une lecture stimulante, quand bien même vous ne faites pas partie de notre lectorat moyen.

Vos commentaires critiques sont bien sûr précieux - même si vos besoins, nous devons l'avouer, sont en partie fort dissemblables. Vous vous rejoignez néanmoins sur un point. C'est le souhait de lire davantage d'articles critiques et autocritiques. Afin de répondre à cette attente, nous publions dans ce numéro (page 38) un texte de l'ancien directeur de Pro Helvetia, Pius Knüsel, tiré d'un discours qu'il a tenu en septembre dernier lors du congrès de la communication scientifique ScienceComm. Il y avait suscité un certain émoi en recommandant, pour le bien de la science, de renoncer à la communication scientifique et, notamment, aux magazines scientifiques.

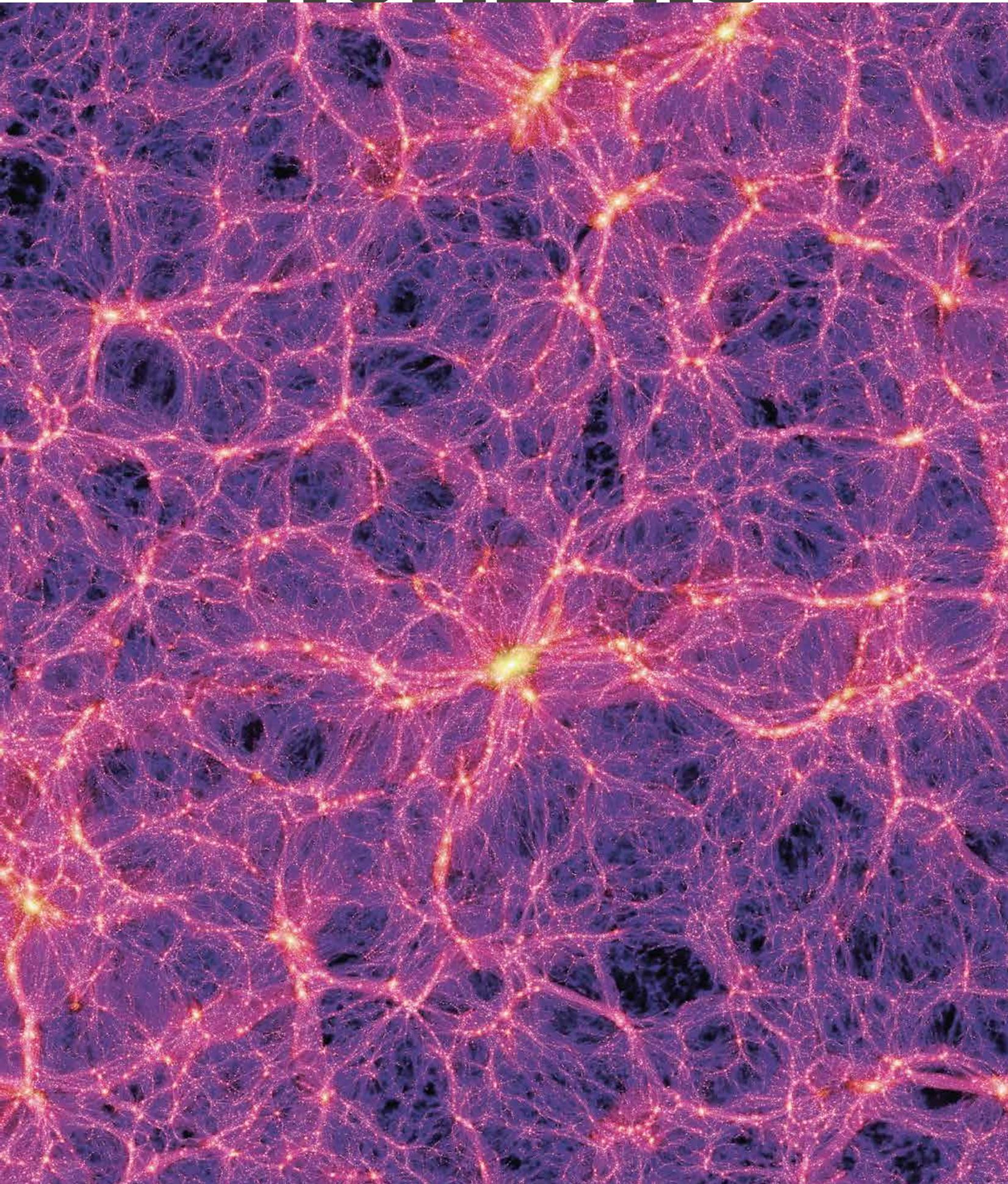
Un certain nombre de sondés a également émis le vœu qu'une page entière soit réservée au courrier des lecteurs. Chères lectrices, chers lecteurs, c'est que nous souhaitons également! Ecrivez-nous SVP à l'adresse horizons@snf.ch

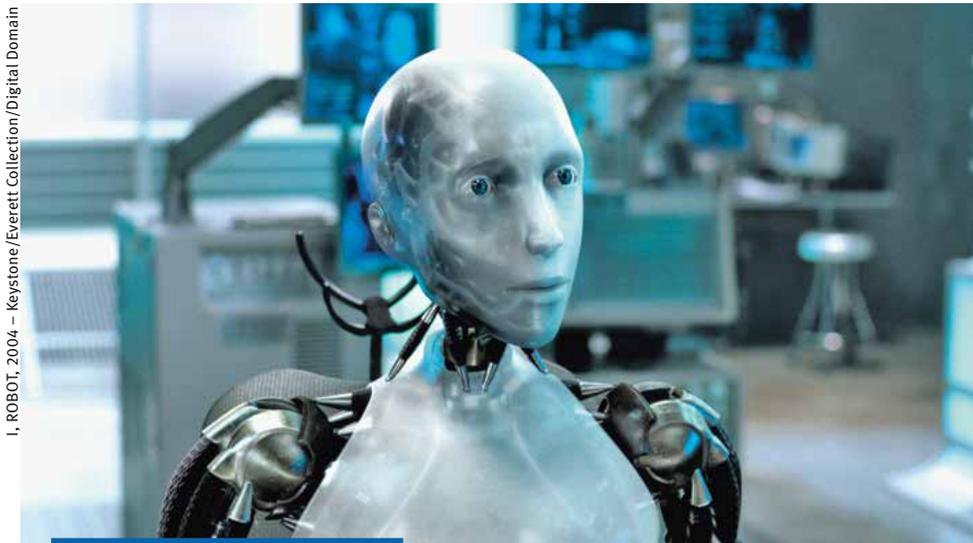


Et voici encore une information qui nous concerne plus précisément: le rédacteur en chef Urs Hafner ainsi que les rédacteurs scientifiques Ori Schipper et Philippe Morel quittent la rédaction d'*Horizons*. Nous remercions nos collègues qui, pendant des années, ont marqué notre magazine de la recherche de leur empreinte et formons nos meilleurs vœux pour leur avenir. Le nouveau rédacteur en chef Daniel Saraga entrera en fonction au printemps prochain avec une équipe partiellement renouvelée.

Valentin Amrhein, responsable de la rédaction (ad interim)

horizons

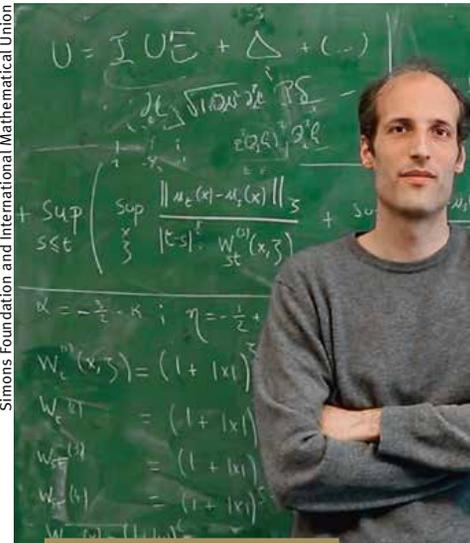




I, ROBOT, 2004 - Keystone/Everett Collection/Digital Domain

Point fort les limites de la science

26



Simons Foundation and International Mathematical Union

Environnement et technique

10 Les limites de la science

Que pouvons-nous savoir? Et voulons-nous connaître tout ce qu'il est possible de savoir? Notre point fort se penche sur les frontières de la connaissance et les limites éthiques de la recherche. Il dévoile aussi les limites qui pourraient être dépassées dans vingt ans.

13 **Savons-nous ce que nous ne pouvons pas connaître?**

16 **Limites dépassées et à dépasser**

21 **Les limites éthiques et légales de la science**

26 **Le dompteur d'équations**

Martin Hairer donne un sens à des équations impossibles. Il a reçu pour cela la plus haute distinction en mathématiques: la médaille Fields.

28 **Quand la vibration devient quantique**

Adolescent, Tobias Kippenberg a conçu un appareil détectant le verglas. Aujourd'hui, il étudie des phénomènes d'oscillation quantique sur des micro-résonateurs.

30 **Des tsunamis dans le Léman**

La région lémanique a connu plusieurs raz-de-marée au cours des quatre derniers millénaires.

31 **Une croix suisse de 20 atomes
Rosetta, retour dans l'enfance du système solaire
La mousson réduit les carences en sélénium**

◀ Simulation informatique de la répartition de la matière noire dans une partie du cosmos (824 millions d'années-lumière de diamètre). Indécelable par les télescopes parce qu'elle n'émet aucune lumière, cette substance dont la composition reste un mystère représenterait environ 25% de la masse de l'Univers.

Photo: Keystone/Science Photo Library/Volker Springel/Max Planck Institute for Astrophysics

Image de la quatrième page de couverture: la constellation du Cygne (en haut à gauche) avec la nébuleuse gazeuse rouge NGC 7000 (nébuleuse de l'Amérique du Nord). Les nuages sombres de gaz et de poussière qui s'étendent devant la bande plus claire de la Voie lactée sont visibles à l'œil nu. De nouvelles étoiles y naissent.

Photo: Keystone/Science Photo Library/Eckhard Slawik

32

Wikimedia Commons/Shiny Things



Culture et société

32 **La Banque mondiale boudée par ses clients**

De nombreux pays émergents font dorénavant appel à des banques derrière lesquelles on ne retrouve plus forcément les pays occidentaux industrialisés.

34 **Quand aider ne suffit pas**

Le rôle des organisations de patients dans le débat sur le don d'organes en Suisse.

35 **La science comme métier** **Quand la Basler Zeitung se montrait libérale** **L'Afrique vieillit vite**

36

Keystone/Marcel Bieri



Science et politique

36 **L'université, institution des classes moyennes et supérieures**

Le système suisse des bourses d'études est un embrouillamini fédéraliste. Comment encourager l'égalité des chances en matière de formation?

38 **«Le spectacle est dommageable pour la science»**

La majeure partie de la communication scientifique relève de la propagande, estime Pius Knüsel.

41 **La technique, une affaire d'hommes**

Les sciences naturelles et techniques peinent à susciter des vocations. 3500 élèves expliquent pourquoi.

42

Christian Reistab, Eawag



Biologie et médecine

42 **Une diversité perdue à jamais**

La qualité de l'eau de nos lacs s'est améliorée, mais leur biodiversité s'est définitivement appauvrie.

44 **«Leurs seins sont menaçants»**

La sociologue Maria Caiata Zufferey étudie la manière dont des femmes avec une prédisposition au cancer du sein et des ovaires font face à ce risque.

47 **Comment évolue le virus du sida**

Capable de se recombinaison, le VIH demeure un casse-tête pour la recherche thérapeutique.

48 **La chimie doit jouer** **L'importance de l'«ADN poubelle»** **La génétique contre Parkinson**

En image

6
Stylø fluorescent mobile

Débat

8
Soutien étatique aux médias?

Lieu de recherche

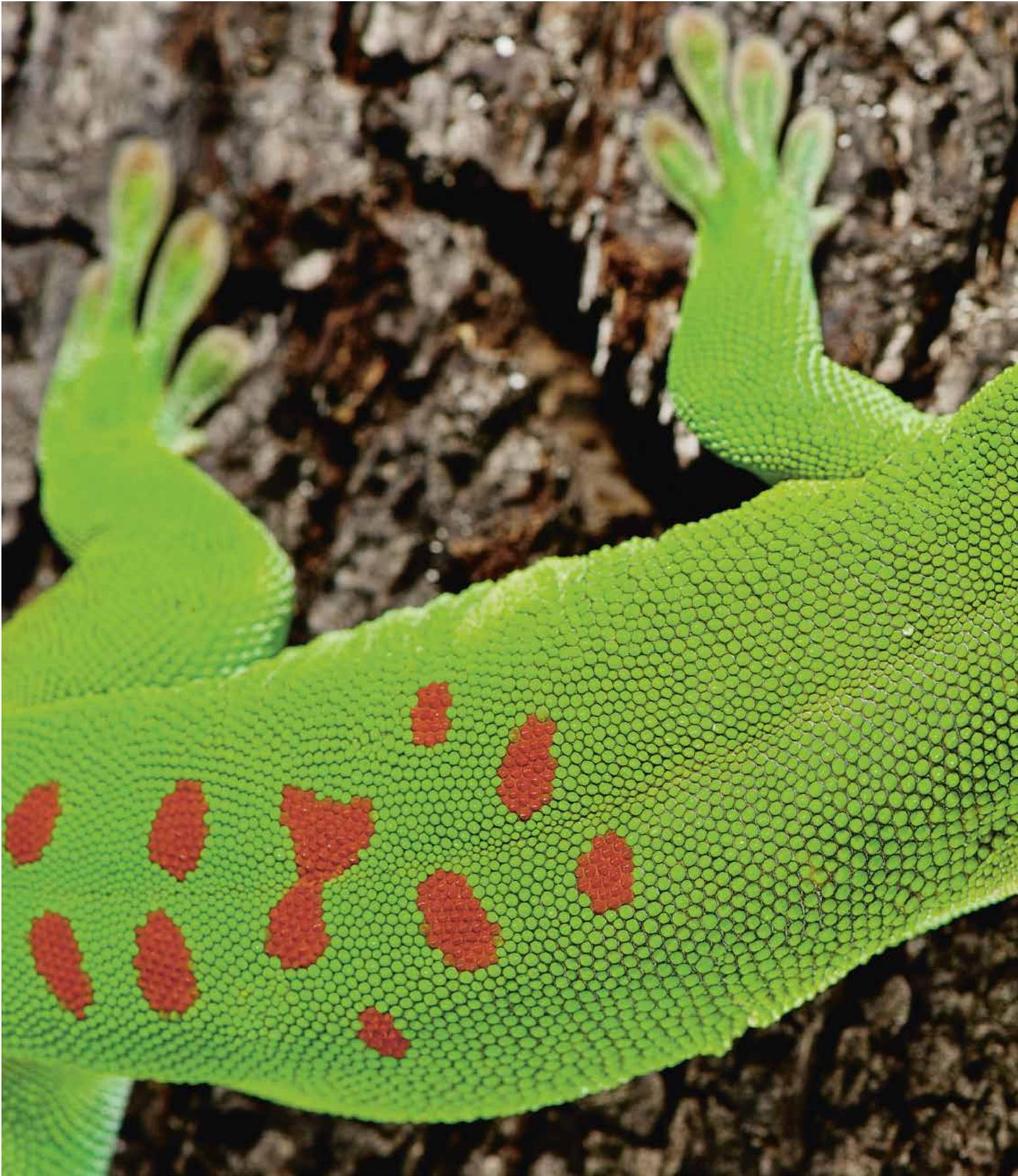
24
Gagner la course contre la montre

Comment ça marche?

49
Mesurer le relief

Verbatim

50
Seule une recherche internationale peut avoir une valeur universelle.





Stylo fluorescent mobile

A la manière d'Obélix avec la marmite de potion magique, le gecko diurne semble être tombé petit dans un pot rempli de pigments fluorescents.

Ce lézard long de 30 centimètres vit dans la forêt tropicale de Madagascar, et la luminosité de sa peau écaillée joue un rôle lors de la reproduction. Mais à quoi sont dues ses couleurs particulièrement vives qui vont du jaune au vert pomme en passant par le turquoise presque bleu?

Des biologistes et des physiciens se sont penchés sur cette question dans le cadre d'un projet intitulé «United Living Colors». Sous la direction de Michel Milinkovitch, de l'Université de Genève, les chercheurs ont utilisé des méthodes sophistiquées et des modèles mathématiques pour mettre en évidence les propriétés des cellules de la peau de ces petits reptiles. Ils ont ainsi découvert que leurs couleurs éclatantes n'étaient pas seulement dues à des pigments, mais aussi à de minuscules cristaux transparents présents dans ces cellules.

Alors que les pigments jaunes et rouges absorbent une partie du spectre de la lumière, les cristaux nanoscopiques parfaitement alignés réfléchissent les rayons lumineux incidents. Grâce à cette interférence – un principe physique aussi à l'œuvre sur les ailes des papillons ou les bulles de savon – ils produisent des tons bleus. C'est ainsi que le gecko diurne orchestre une véritable symphonie de couleurs lorsqu'il se balade dans la jungle à la manière d'un crayon luminescent mobile. *ori*

S. V. Saenko et al. (2013): *Precise colocalization of interacting structural and pigmentary elements generates extensive color pattern variation in Phelsuma lizards*. *BMC Biology* 11: 105.

Photo: Michel Milinkovitch/LANE

Soutien étatique aux médias?

Les médias sont en crise. Comment l'Etat doit-il les épauler? Otfried Jarren estime que ce qui fonctionne dans le domaine de la science pourrait aider les médias et réclame la création d'un fonds national pour un journalisme de qualité. Felix E. Müller, en revanche, met en garde contre ce qu'il considère comme un péché originel de politique publique.

Valérie Chételet (photomontage)



La science et les médias ont tous les deux besoin de liberté, et cette liberté est inscrite dans les constitutions modernes des Etats démocratiques. Universités, hautes écoles et institutions de recherche sont très dépendantes de fonds publics qui financent l'essentiel de la recherche en Suisse. Constitué en fondation, le Fonds national suisse (FNS) dispose d'une gouvernance complexe pour que les moyens financiers octroyés par l'Etat soient répartis de manière adéquate, techniquement et matériellement, sans influence politique immédiate. C'est une bonne façon de faire. Et cela fonctionne. L'adjudication est assurée par des scientifiques actifs: des pairs statuent sur les requêtes de leurs pairs. Ce système a toujours suscité des discussions, par exemple lorsqu'il y avait trop de projets disciplinaires et pas suffisamment de projets interdisciplinaires. Mais il existe des débats internes au FNS et des évaluations externes qui assurent la qualité de la pratique d'adjudication.

Dans les médias aussi, il y a des pairs: ce sont les journalistes. En tant que professionnels, ils disposent de standards techniques, en fonction desquels l'importance des nouvelles est hiérarchisée. Certes, les standards de qualité varient, mais il existe des règles propres à chaque média et à chaque genre. Les ombudsmans, le Conseil suisse de la presse ou l'Autorité indépendante d'examen des plaintes en matière de radio-télévision (AIEP) thématisent et réprimandent les manquements.

Dans le secteur des médias, l'évaluation et le contrôle par les pairs ne sont pas aussi bien établis et institutionnalisés que dans la recherche. En raison, notamment, de leur liberté, et cela est bon. Contrairement à la science, les médias ne sont pas financés par l'Etat. Toutefois, les instances étatiques ont créé de nombreuses conditions d'encouragement: redevance pour le service public, réduction des taux de TVA, baisse des taxes d'acheminement postal des quo-

«Les représentants du secteur devraient participer à l'élaboration de mesures d'encouragement.»

Otfried Jarren

tidiens, financement de produits d'agences. Dans un Etat démocratique, il ne doit pas y avoir d'encouragement direct aux médias. Mais des mesures indirectes existent depuis longtemps. L'encouragement serait problématique s'il était lié aux décisions des autorités qui pourraient influencer les contenus.

Chaque Etat démocratique crée un ordre médiatique et l'aménage pour être certain d'assurer les objectifs d'une politique démocratique. La Suisse est une démocratie directe multilingue, on y vote beaucoup. Dans ce contexte, les médias de masse

assurent une fonction particulière d'intermédiaire. La concentration de la presse, les monopoles médiatiques au niveau communal ou cantonal, les déficits de couverture, le renforcement de la concurrence nationale et internationale sur le marché presse et TV ont des conséquences. La crise du financement de la presse quotidienne supra-locale est manifeste. La Commission fédérale des médias (COFEM) a procédé à une analyse scientifique de la situation et a suggéré une série de mesures. Sur le fond, il s'agit d'un changement de politique: au lieu d'une politique des médias dominée par l'Etat, et donc par le gouvernement, elle plaide pour une politique des médias avec participation des pairs. Autrement dit, pour une gouvernance médias. Les représentants du secteur sont appelés à participer à l'élaboration de mesures d'encouragement. La COFEM propose la création, comme instance centrale, d'une fondation suisse des médias, éloignée de l'Etat, sur le modèle du FNS.

Otfried Jarren préside depuis 2012 la Commission fédérale des médias (COFEM). Il est professeur de sciences de la communication à l'IPMZ (Institut de sciences de la communication et de recherche médias) à l'Université de Zurich (UZH) et, en tant que vice-recteur pour les sciences humaines et sociales, membre de la direction de l'UZH.



Récemment, la Commission fédérale des médias (COFEM), instaurée par le Conseil fédéral, a publié des propositions pour venir en aide au secteur des médias, mis à mal par la crise. Sur le fond, une entreprise louable, car il s'agit bien d'une crise structurelle fondamentale. En même temps, en matière d'information, une démocratie directe comme la Suisse a besoin d'un système médiatique capable d'assurer une prestation fiable, dans l'intérêt de l'information du citoyen appelé à voter. La COFEM suggère d'encourager les médias par des fonds publics. Elle propose, par exemple, que la Confédération aide financièrement l'ATS. Une idée peu adéquate, car ce seraient surtout les médias gratuits qui en profiteraient. Elle imagine aussi la création d'une fondation financée par la Confédération afin de promouvoir le journalisme de qualité.

Ces suggestions confirment le vieux dicton selon lequel il ne suffit pas de bonnes intentions pour faire le bien. Car il n'y a pas de seuil scientifiquement étayé à partir duquel un article est «bon» ou «mauvais». Bien entendu, il existe quelques standards techniques minimaux que l'on est tenu de respecter dans le journalisme. Mais les convictions politiques et les émotions jouent également un rôle. Or, tout cela se déroberait à une objectivation scientifique qu'il est impossible de parler sérieusement de subventions sur cette base.

Je sais d'expérience que les lecteurs ont tendance à trouver bonne la contribution

qui les confirme dans leurs vues. Quand c'est le contraire, un réflexe les pousse à considérer qu'il s'agit d'un article de «boulevard». Une commission instaurée par le politique ne pourra pas se soustraire à ces mécanismes. Elle devra se demander si la *Weltwoche* (proche de l'UDC, ndlr) – pour citer un extrême – fait du journalisme de qualité. Le conseiller fédéral Ueli Maurer estime que c'est le cas, et d'autres seront de l'avis opposé. Inversement, il n'y aura

«Il n'y a pas de seuil scientifiquement étayé à partir duquel un article est bon ou mauvais.»

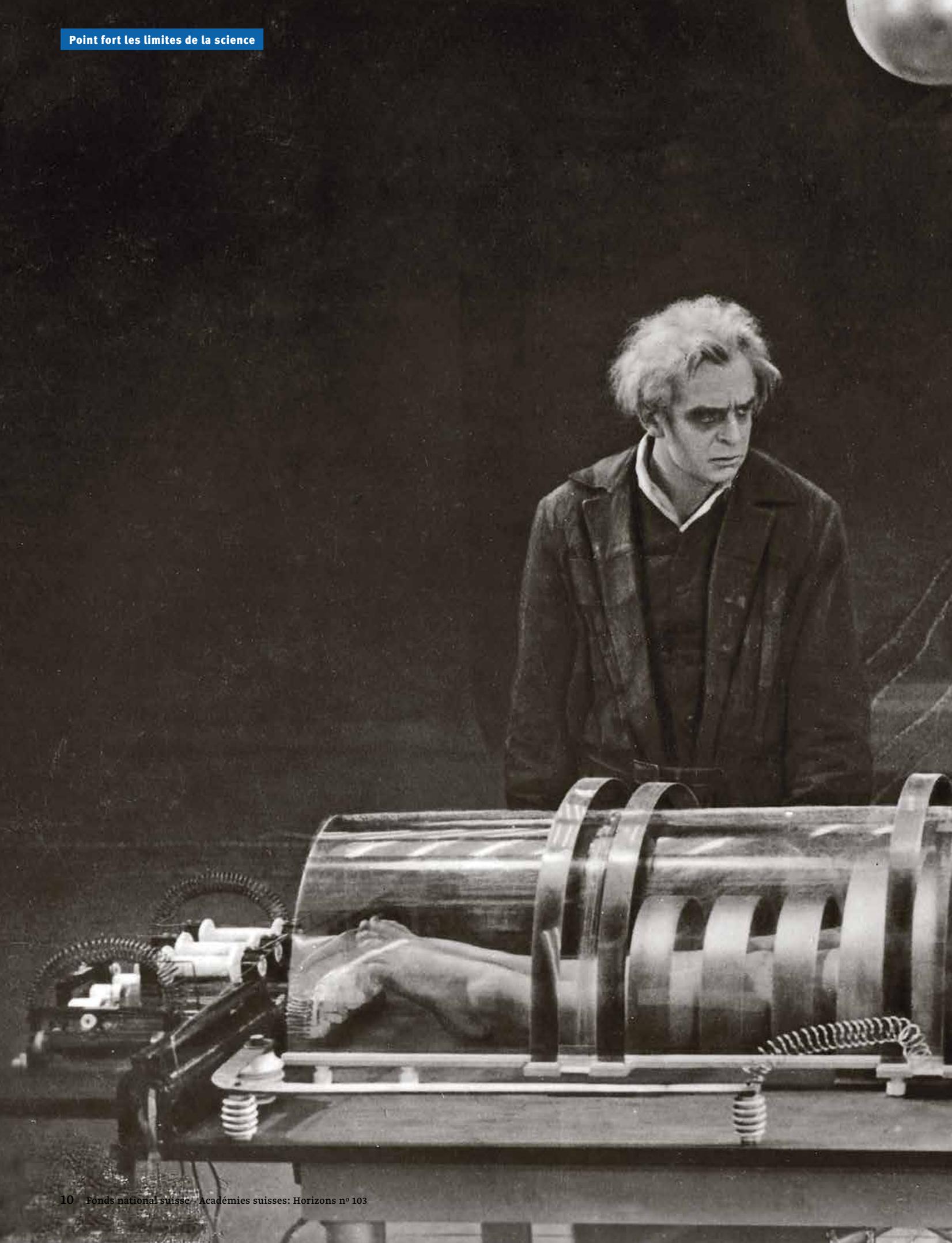
Felix E. Müller

pas grand monde dans les cercles de l'UDC pour attribuer des fonds publics à la WOZ (un hebdomadaire alémanique de gauche, ndlr). Même dans une commission prétendument apolitique, il est impossible d'évacuer ce genre de préférences.

Cela débouchera rapidement sur une solution très helvétique: une clé de répartition en fonction de considérations politiques ou régionales qui cimentera la structure actuelle du secteur des médias. Ce n'est pas judicieux. Un Etat éclairé, bâti sur la séparation des pouvoirs, ne devrait en aucun cas s'immiscer dans les affaires des

médias, pour y sélectionner les gagnants et les perdants. Pas seulement, d'ailleurs, pour des motifs de politique publique. En agissant ainsi, il empêcherait aussi la transformation structurelle en cours, qui reste un voyage vers une destination inconnue.

Felix E. Müller est rédacteur en chef depuis 2002 de la *NZZ am Sonntag*. Il a d'abord entrepris des études de chimie, puis obtenu un diplôme en langue et littérature allemandes, en musicologie et en mathématiques.



Les limites de la science

Qu'y avait-il avant le Big Bang? Nous l'ignorons. Toutefois, ainsi que l'écrit l'astrophysicien Hubert Reeves, «cela ne veut pas dire qu'il ne se passait rien avant ces 13,7 milliards d'années mais seulement que nous n'en savons rien.

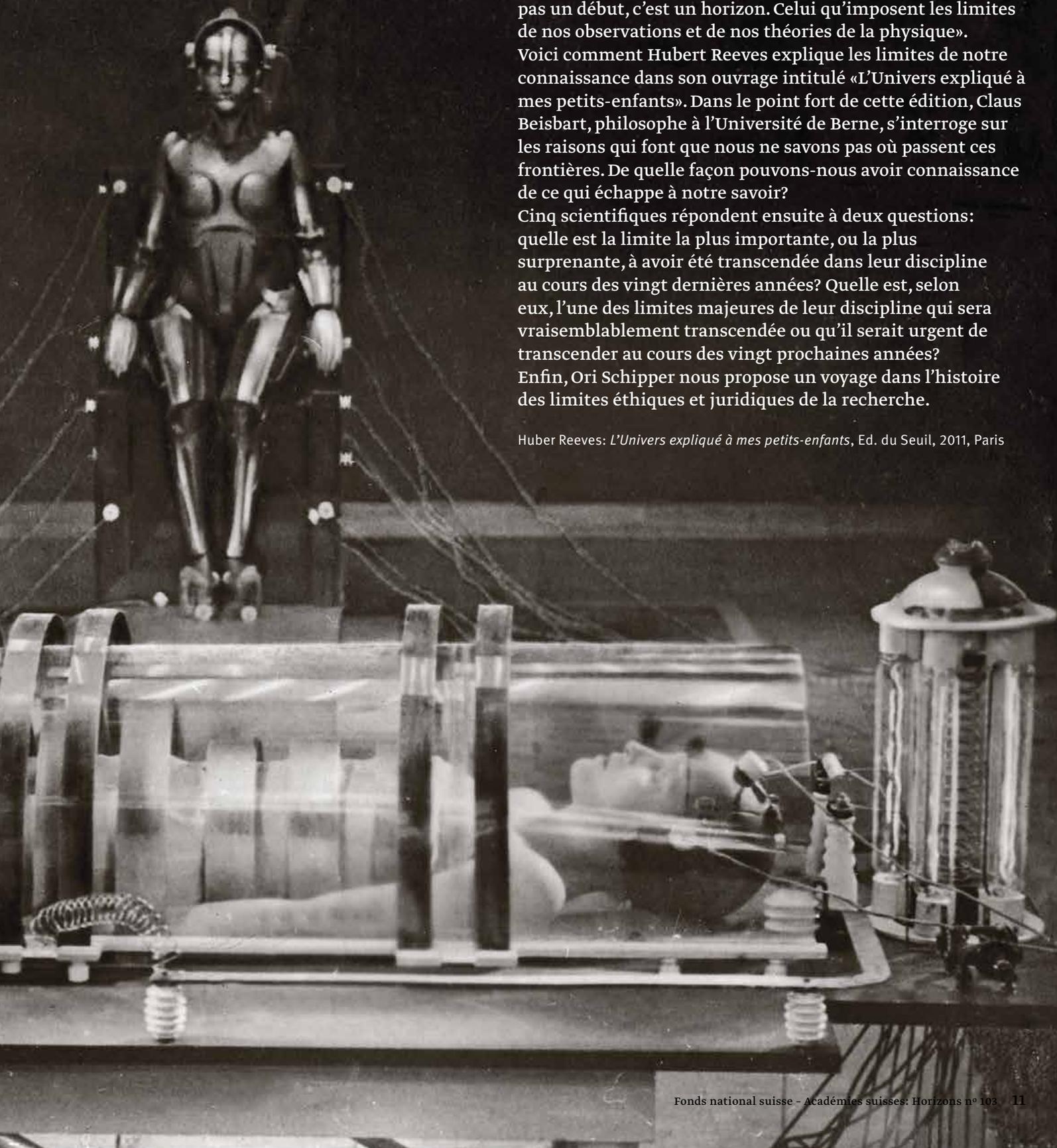
La distinction est importante. J'aime dire que le Big Bang marque l'horizon de notre connaissance du passé. Ce n'est pas un début, c'est un horizon. Celui qu'imposent les limites de nos observations et de nos théories de la physique».

Voici comment Hubert Reeves explique les limites de notre connaissance dans son ouvrage intitulé «L'Univers expliqué à mes petits-enfants». Dans le point fort de cette édition, Claus Beisbart, philosophe à l'Université de Berne, s'interroge sur les raisons qui font que nous ne savons pas où passent ces frontières. De quelle façon pouvons-nous avoir connaissance de ce qui échappe à notre savoir?

Cinq scientifiques répondent ensuite à deux questions: quelle est la limite la plus importante, ou la plus surprenante, à avoir été transcendée dans leur discipline au cours des vingt dernières années? Quelle est, selon eux, l'une des limites majeures de leur discipline qui sera vraisemblablement transcendée ou qu'il serait urgent de transcender au cours des vingt prochaines années?

Enfin, Ori Schipper nous propose un voyage dans l'histoire des limites éthiques et juridiques de la recherche.

Hubert Reeves: *L'Univers expliqué à mes petits-enfants*, Ed. du Seuil, 2011, Paris





◀ L'héroïne du film de Fritz Lang dans le tube de verre à partir duquel un robot sera façonné à son image.
METROPOLIS, 1927

Photo: Interfoto/CCI

La téléportation permet de transporter une personne en la décomposant en particules élémentaires puis en la rematérialisant.

STAR TREK, 1966–69

Photo: Keystone/Rue des Archives/RDA

Savons-nous ce que nous ne pouvons pas connaître?

«Que puis-je savoir?» Pour Emmanuel Kant, cette question philosophique est fondamentale. Quel est son but? Comment pouvons-nous y répondre aujourd'hui? Et pourquoi est-elle importante? *Par Claus Beisbart*

Les limites de notre connaissance, nous nous y heurtons quotidiennement. L'examinatrice répète la question d'un ton tranchant: quand la bataille de Waterloo a-t-elle eu lieu? Baigné de sueur, je dois admettre que j'ignore la réponse. Peut-être que je l'ai connue un jour; peut-être que je n'ai encore jamais entendu parler de Waterloo; peut-être même que j'ignore si j'en ai jamais su quelque chose.

Lorsque nous réfléchissons comme Kant aux limites de la connaissance, nous n'avons pas en tête le savoir de quelques individus. Il s'agit plutôt d'un savoir collectif, de ce que l'humanité sait. Cette connaissance s'est accumulée au fil des ans et elle est consignée dans des livres. A l'instar du savoir individuel, celui de l'être humain est limité, car il y a beaucoup de choses que nous ignorons (encore?): qui remportera les prochaines élections présidentielles aux Etats-Unis? La frontière qui sépare ce que nous savons de ce que nous ignorons est ce qu'on appelle notre horizon de connaissance.

Au fil des ans, notre savoir se modifie, et cet horizon se déplace en conséquence. Nous croyons savoir aujourd'hui des choses qui étaient inconnues par le passé. A l'inverse, certaines connaissances se sont perdues avec le temps. Lorsqu'on se met en quête de connaissances nouvelles, les frontières existantes exercent souvent un irrésistible attrait. Nous voulons dépasser nos limites et purger la carte de ses taches blanches.

Avec sa question, Kant fait encore un pas de plus. Il ne demande pas ce que nous savons, mais ce que nous pouvons savoir. Il parle de l'horizon de connaissance que nous sommes à même d'atteindre dans le meilleur des cas. Derrière sa question, il y a la présomption selon laquelle nos tentatives d'élargir notre connaissance pourraient se heurter à des limites. Il est possible qu'à un moment donné nous sommes incapables d'aller plus loin: la porte reste close, quels que soient nos efforts pour l'ouvrir.

Mais en va-t-il ainsi? Notre horizon de connaissance n'est-il pas indéfiniment extensible, jusqu'à ce que nous finissions un jour par tout savoir? Si l'on veut réfléchir à cette question, il vaut la peine d'examiner le concept de connaissance. Pour ce faire, nous allons nous cantonner au savoir, dont le contenu peut être exprimé par des phrases en «que». Je sais que 3 fois 34 fait 102. Voilà le genre d'acquis que l'on oppose volontiers à la simple opinion ou à la conviction. La différence importante réside dans le fait que le savoir est fondé. Celui qui sait quelque chose a des preuves qui lui donnent le droit de prétendre à la connaissance. Alors que celui qui se limite à supputer la bonne réponse à un examen ne la connaît pas vraiment. De fait, en sciences, une théorie ne peut devenir une connaissance que moyennant des preuves concluantes.

Savoir impossible

Là où il n'y a pas d'explications, là où les preuves s'évaporent, le savoir est impossible. Au-delà de notre horizon de connaissance, nous pouvons peut-être formuler des hypothèses. Mais il nous manque les preuves pour les fonder. On est susceptible d'adhérer à telle ou telle conviction, mais on ne saurait décider de manière étayée laquelle est la bonne.

Essayons donc de prendre la mesure de l'horizon de ce que l'être humain est de nature à savoir. La quête des frontières du savoir apparaît déjà paradoxale en soi. Car si nous cherchons les limites du connaissable, c'est que nous voulons connaître ces frontières. Mais comment pouvons-nous savoir où elles passent sans connaître ce qui se trouve au-delà? Pour décrire ce qu'il nous est impossible de savoir, nous devons appréhender des choses qui se trouvent au-delà du connaissable.

Mais ce paradoxe n'est qu'apparent. Evidemment, nous ne saurions décrire de manière éclairante ce que nous ignorons. En revanche, nous pouvons nous aventurer en terrain inconnu avec des questions. Lorsque nous formulons une interrogation,

nous jouons en effet avec les possibilités, sans nous fixer sur une affirmation à propos de la réalité. Quand nous nous demandons, par exemple, s'il existe des tigres bleus dans l'Univers, nous évoquons cette hypothèse en laissant en suspens le problème de la réalité de leur existence. Les questions permettent donc de sonder les limites du connaissable.

Autre explication envisageable: à côté des choses dont nous n'avons pas la moindre idée et sur lesquelles nous ne nous posons absolument aucune question, il y a aussi des inconnues connues, c'est-à-dire des questions en suspens qui n'ont pas de réponse. Lorsque nous identifions les questions auxquelles nous sommes incapables de répondre, nous déterminons les limites du connaissable.

Qui était Homère?

Il existe en astrophysique une limite de ce genre, assez évidente. Les astrophysiciens savent que nous ne pouvons observer qu'une partie de l'Univers. Tous les signaux susceptibles de nous parvenir des profondeurs de l'espace se déplacent au maximum à la vitesse de la lumière. Or, comme notre Univers est âgé de 12,7 milliards d'années, nous pouvons recevoir seulement des signaux assez proches pour que la lumière ait eu le temps de parvenir jusqu'à nous. Nous ne pouvons pas observer les autres régions. Notre raison ne nous permet pas non plus de les appréhender. De fait, les questions en rapport avec les parties lointaines de l'Univers doivent rester sans réponse.

Dans d'autres domaines du savoir, il est beaucoup plus difficile de déterminer les limites du connaissable. Certaines questions toujours ouvertes dans l'histoire de la littérature concernent Homère, auquel la tradition attribue l'Iliade et l'Odyssée. Ces deux poèmes épiques sont-ils de la main d'un seul poète? Et si oui, qui était cette personne? Comment ses œuvres se sont-elles constituées? Il existe différentes réponses à ces questions et des arguments en faveur de chacune d'elles. Mais il serait exagéré de prétendre que nous connaissons déjà toutes les réponses. Est-on à même de les connaître? Cela dépend de l'éventualité de trouver un jour des sources qui montreraient clairement, par exemple, que les deux poèmes épiques sont l'œuvre de personnes différentes. Peut-être aussi qu'une minutieuse analyse des textes pourrait révéler que l'Iliade et l'Odyssée ont été rédigées par une seule et même personne. Il est donc difficile d'estimer si nous avons affaire ici à une limite de ce que nous pouvons connaître. L'honnêteté nous enjoint

de dire: pour l'instant, nous ignorons si une limite du connaissable passe par ici.

Parfois, la question de savoir ce que nous pourrions connaître nous entraîne dans des débats philosophiques fondamentaux. Sommes-nous en mesure de savoir notamment de quelles particules élémentaires est constituée la matière connue? A priori, la physique a réalisé des progrès considérables dans cette direction. Sauf pour certaines personnes qui estiment qu'il est impossible de mieux connaître les particules élémentaires. Ils se réfèrent à l'empirisme, un courant philosophique selon lequel tout savoir repose sur la perception sensorielle. Il en découle que nous ne pouvons rien savoir des électrons et des quarks, car nous ne pouvons ni les voir ni les entendre. Mais cette position empiriste est souvent rejetée. N'avons-nous pas, en effet, des preuves indirectes de l'existence des électrons? Les quarks ne nous permettent-ils pas une superbe explication de ce que nous sommes incapables d'appréhender par les sens? Le débat entre l'empirisme et ses adversaires se poursuit encore aujourd'hui. La question décisive est la suivante: qu'est-ce qu'une preuve fiable de connaissance?

Dans l'ensemble, déterminer les limites du connaissable représente souvent une entreprise difficile. Il existe des cas où, effectivement, on a transcendé ce que l'on considérait auparavant comme des limites fondamentales. La tentative de déterminer les limites du connaissable devrait quand même en valoir la peine. Car ce serait un grand avantage de les connaître. Kant croyait que nous ne savons ce qu'est l'être humain qu'une fois que nous sommes en mesure de dire ce que cet être humain est susceptible de savoir. Si nous appréhendions les limites du connaissable, nous pourrions économiser beaucoup de temps et d'énergie, utilisables pour l'examen de questions auxquelles nous sommes incapables de répondre. Nous évoluerions alors de manière détendue dans le domaine du connaissable, et nous n'aurions plus besoin de nous disputer sur des questions dont les réponses ne sauraient que se dérober à nous.



Claus Beisbart est professeur de philosophie des sciences à l'Institut de philosophie de l'Université de Berne.

A la limite?

Claus Beisbart présentera le 18 février 2015 un exposé introductif sur «la mesure des limites du savoir humain» dans le cadre d'une série de conférences publiques sur ce thème à l'Université de Berne. Celles-ci auront lieu jusqu'à fin mai, le mercredi de 18h15 à 19h45 à l'Auditorium Maximum, Hochschulstrasse 4. L'entrée est libre. www.collegiumgenerale.unibe.ch



Un scientifique tente de développer
un remède contre la maladie
d'Alzheimer et inocule un rétrovirus
à des chimpanzés.
LA PLANÈTE DES SINGES:
LES ORIGINES, 2011

Photo: Keystone/Everett Collection

Quelle est la limite la plus importante ou la plus surprenante à avoir été dépassée ou déplacée dans votre discipline au cours des vingt dernières années?



Christian Körner

«La reconstruction phylogénétique moléculaire représente l'un des grands pas franchis en biologie au cours des dernières décennies. Nous savons à présent quels sont les organismes qui ont des liens de parenté, jusque très loin dans les bases de la vie. Les champignons, par exemple, appartiennent à une branche qui mène aussi aux animaux. Du point de vue phylogénétique, ils n'ont donc rien à voir avec les végétaux.»

1994

Quelle est l'une des limites majeures de votre discipline qui sera vraisemblablement dépassée ou qu'il serait urgent de dépasser ces vingt prochaines années?

«En botanique, une des plus grandes questions ouvertes concerne la régulation physiologique de la phénologie, c'est-à-dire du rythme saisonnier de la vie végétale, comme le bourgeonnement au printemps. Les plantes doivent, par exemple, fleurir en même temps pour se féconder réciproquement et synchroniser leur floraison sur de grandes distances, quelles que soient les conditions météo. Comment cela fonctionne-t-il?»

Christian Körner est professeur de botanique, fraîchement émérite, à l'Université de Bâle.

2034



Felicitas Pauss

«En 2012, le boson de Higgs, la particule la plus recherchée de l'histoire de la science, a été détectée au CERN, à Genève. Cette découverte clôt peut-être un chapitre de la physique, ouvert il y a un demi-siècle. Mais elle va probablement ouvrir une nouvelle ère dans notre compréhension de l'Univers.»



Katharina Henke

«Jusque dans les années 1990, on considérait comme exclu que de nouveaux neurones puissent se former dans le système nerveux central de l'être humain adulte. Or, de nouvelles études montrent que, chez l'homme et d'autres mammifères, les cellules souches neuronales peuvent se reproduire et former de nouveaux neurones jusqu'à un âge avancé. Cette régénération dépend de l'activité intellectuelle et physique. Les cellules jeunes modifient le traitement de l'information dans certaines régions du cerveau, par exemple dans l'hippocampe.»



Ernst Fehr

«Il y a vingt ans, on considérait que les échanges entre l'économie politique et les neurosciences n'étaient pas possibles. Aujourd'hui, ils existent au niveau des idées et des technologies de recherche: les économistes utilisent la stimulation cérébrale non invasive et des procédés d'imagerie pour étudier des comportements économiques. Alors que les spécialistes en neurosciences recourent à des expériences comportementales, développées par des économistes, pour mieux comprendre le cerveau et certaines affections psychiatriques.»



Mirjam Christ-Crain

«Dans la médecine clinique des vingt dernières années, la percée de la recherche sur le VIH et le SIDA représente un important déplacement de limite. En un laps de temps très bref, le virus a été découvert, l'évolution de la maladie étudiée et un nouveau traitement établi. Aujourd'hui, le VIH est une maladie qui se soigne relativement bien.»

«Les connaissances qui émergeront au cours des prochaines décennies devraient permettre un regard entièrement nouveau sur les lois qui régissent le cosmos. Dans ce processus, les réponses à certaines questions fondamentales seront cruciales: pourquoi, après le Big Bang, la matière et l'antimatière ne se sont-elles pas complètement annihilées réciproquement? De quoi est faite la mystérieuse matière noire dans l'Univers?»

Felicitas Pauss est professeure de physique expérimentale des particules à l'EPFZ.

«Au cours des prochaines années, on réussira probablement à rendre visibles et lisibles le processus de la pensée et les traces de la mémoire dans le cerveau.»

Katharina Henke est professeure de psychologie expérimentale et de neuropsychologie à l'Université de Berne.

«Comprendre le processus de décision économique dans le cerveau représenterait un important franchissement de limite: une déduction de modèles mathématiques à partir de l'interaction entre populations de neurones.»

Ernst Fehr dirige le Department of Economics et l'UBS International Center of Economics in Society de l'Université de Zurich.

«Les gens deviennent de plus en plus vieux et sont donc toujours plus souvent confrontés à la démence. L'avènement d'un traitement efficace contre cette maladie de l'âge représente l'un des dépassements de limite les plus urgents à réaliser ces vingt prochaines années.»

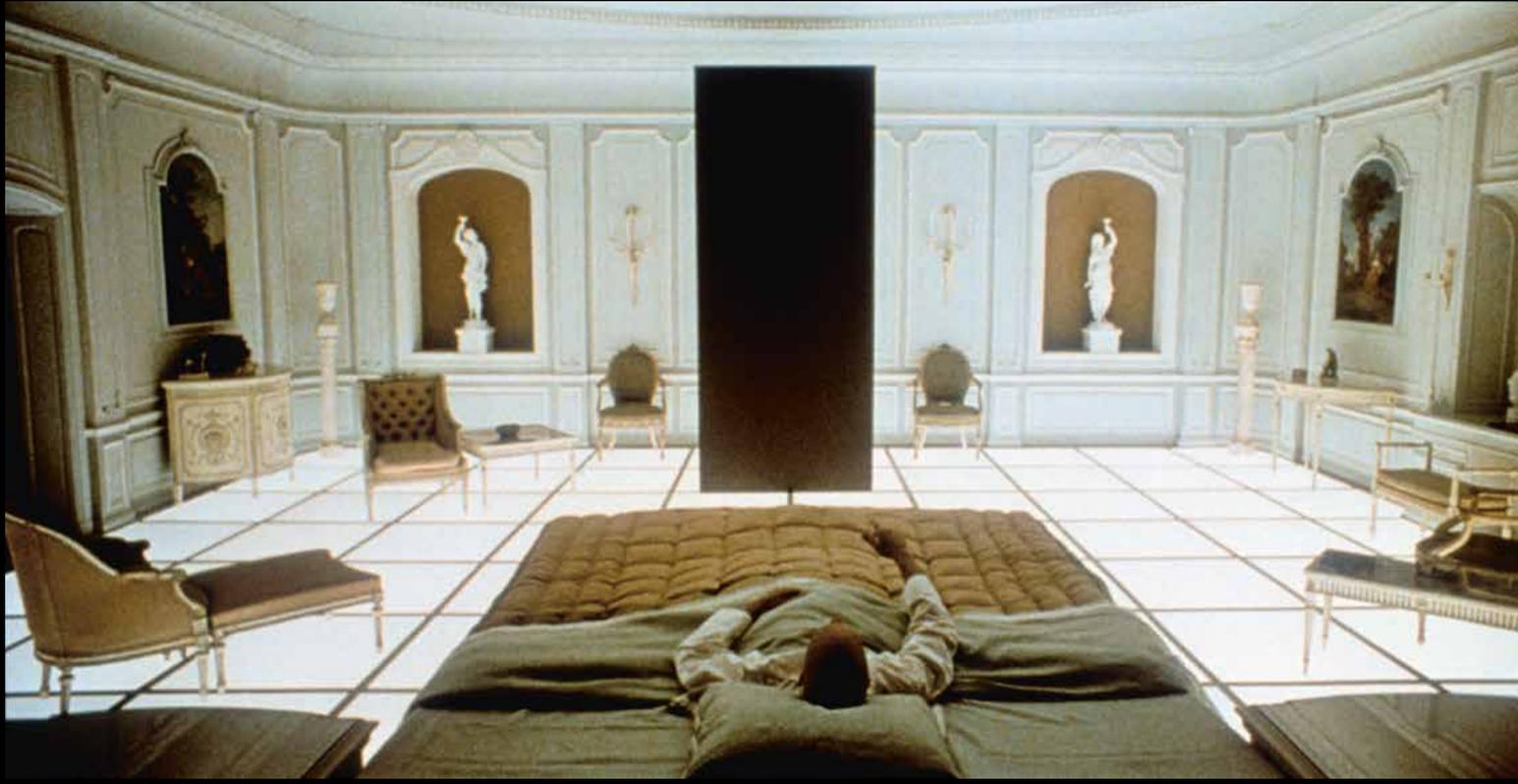
Mirjam Christ-Crain dirige le Département de recherche clinique à l'Université de Bâle et est médecin-chef adjointe en endocrinologie à l'Hôpital universitaire de Bâle.



«... A quoi cela était-il dû? A une chute de météorites? A des visiteurs en provenance du vide cosmique? Toujours est-il que dans notre petit pays apparut la merveille des merveilles: la ZONE. Nous y envoyâmes immédiatement des troupes. Elles ne revinrent jamais. Alors nous entourâmes la ZONE de cordons policiers. Et nous fîmes certainement bien. En fait, je ne sais pas, je ne sais pas ...» Extrait d'une interview d'un prix Nobel, le professeur Wallace.

Générique de STALKER, 1979

Photo: Keystone/United Archives



Le monolithe noir comme symbole du dépassement des limites de la connaissance. «Si vous avez entièrement compris le film, nous avons échoué. Nous voulions poser bien plus de questions que nous n'avons apporté de réponses», Arthur C. Clarke, scénariste. 2001, L'ODYSSÉE DE L'ESPACE, 1968
Photo: Keystone/Everett Collection



A l'Institut de cybernétique et des sciences du futur, un nouveau supercalculateur contient un programme de simulation d'un monde artificiel, avec des unités vivantes comme des êtres humains capables de raisonnement.

LE MONDE SUR LE FIL, 1973

Photo: Keystone/Everett Collection

Les limites éthiques et légales de la science

Les premières prescriptions légales sur la recherche clinique ont vu le jour suite à des expériences abusives sur l'être humain. Aujourd'hui, la science s'impose certaines limites, parfois même avant que le législateur n'en voie la nécessité. *Par Ori Schipper*

Nous devons une bonne partie de notre prospérité à notre soif de découverte, en particulier le doublement de notre espérance de vie au cours des cent dernières années. L'humanité serait-elle bien avisée si elle laissait libre cours à son envie d'apprendre sans baliser la science?

De nombreux abus rendent impossible un «oui» naïf. Ils ont d'ailleurs contribué, pas à pas, à l'élaboration d'un ensemble de règles toujours plus complexe qui impose aujourd'hui des limites, notamment à la recherche clinique. La plus ancienne ligne directrice éthique en matière de recherche remonte à 1900. Quelques années auparavant, un dermatologue, Albert Neisser, avait mené des essais sur des prostituées en leur inoculant la syphilis à leur insu. Le vif débat suscité par cet essai a donné lieu au «Code prussien sur l'expérimentation humaine». Il consigne pour la première fois l'obligation d'obtenir le consentement des sujets d'étude. En pondérant ainsi le droit du patient à disposer de lui-même, cette ligne directrice était en avance sur son temps, car le paternalisme de la relation médecin-patient n'a commencé que bien plus tard à voler en éclats, explique Sabrina Engel-Glatte, de l'Institut de bioéthique et d'éthique médicale de l'Université de Bâle.

C'est sans doute aussi pour cela que ce code n'a pas pu empêcher les essais sur l'être humain pendant la Deuxième Guerre mondiale. Dans une lettre qu'il adresse à Heinrich Himmler, Sigmund Rascher, membre de la SS et médecin au camp de concentra-

tion de Dachau, déplore, par exemple, que «malheureusement, nous n'avons pas encore pu mettre sur pied d'études sur du matériel humain; ces essais sont en effet très dangereux et personne n'est prêt à y participer volontairement». Et Sigmund Rascher de demander à Himmler s'il ne pourrait pas lui mettre à disposition quelques criminels et détenus du camp pour ses expériences visant à étudier les chances de survie des pilotes après des sauts en parachute dans l'eau glacée de la Manche. Plus tard, Sigmund Rascher a demandé à être transféré à Auschwitz: le site était plus vaste et les essais pouvaient y être plus facilement menés, car les cobayes, «qui crient quand ils grelottent», y attireraient moins l'attention. Ses essais sur l'hypothermie ont coûté la vie à au moins 80 personnes.

Après la guerre, le procès intenté par les Etats-Unis contre les médecins responsables d'expérimentations sous le régime national-socialiste a entraîné la promulgation du «Code de Nuremberg». Ce document datant de 1947 définit en dix points qu'un consentement doit être obtenu sans pression ni tromperie, et qu'il peut être révoqué à tout moment. Le code exige aussi que l'essai produise des «résultats avantageux pour le bien de la société». Les principes exposés ont ensuite été affinés par l'Association médicale mondiale et intégrés dans la Déclaration d'Helsinki de 1964 qui, de façon plus détaillée que le code, prévoit notamment une protection spéciale pour certains groupes vulnérables (enfants, détenus ou personnes économiquement défavorisées).

Pression de l'opinion publique

Toutefois, ces réflexions n'ont été intégrées à la législation qu'après un autre scandale: la fameuse étude sur la syphilis de Tuskegee visant à étudier les conséquences à long terme de la maladie sur plusieurs centaines de travailleurs agricoles noirs. Le ministère américain de la santé avait démarré l'étude en 1932 et n'y a mis un terme que quarante ans plus tard, après qu'un informateur eut alerté les médias. La pression de l'opinion publique a finalement entraîné un arrêt rapide de l'essai. Persuadés que la qualité des données augmenterait avec la durée de ce dernier, les responsables de l'étude n'avaient jamais administré de traitement efficace aux participants alors que la pénicilline était disponible depuis la fin des années 1940.

En réaction à ce dérapage financé par des fonds publics, le Congrès américain a mandaté une commission nationale afin qu'elle formule les principes éthiques fondamentaux en fonction desquels la recherche sur l'être humain devait être conduite. En

1979, elle a formulé quatre principes dans le «Rapport Belmont»: autonomie du patient, assistance, justice et volonté de ne pas nuire. La même année a vu la parution de l'ouvrage «Principles of Biomedical Ethics» qui, pour la première fois, a permis une réflexion scientifique sur le sujet et servi de fondement à la bioéthique.

Depuis, des lois visant à renforcer les droits de patients ont été promulguées dans le monde entier, et des commissions d'éthique ont été mises en place dans la foulée. Avant même le début des travaux de recherche, ces dernières examinent si les sujets de l'étude sont suffisamment protégés, et si l'essai est défendable du point de vue éthique. «En Suisse, il existe aujourd'hui plusieurs commissions d'éthique, explique Sabrina Engel-Glatte. Elles peuvent poser des exigences et même refuser la conduite d'une étude.»

Des lois par anticipation

La recherche clinique n'a donc trouvé qu'au fil d'une histoire douloureuse les limites de ce qui est susceptible d'être éthiquement et juridiquement autorisé. Mais dans la recherche fondamentale, l'interaction entre science et législation suit aussi deux autres schémas. Il y a d'abord des lois «par anticipation» qui interdisent, par exemple, la création de chimères entre animal et être humain, ou encore le clonage humain. Elles sont promulguées avant même que la recherche ne soit en mesure de mener de tels essais. Ensuite, les scientifiques s'imposent certaines limites avant que le législateur n'en voie la nécessité. Le cas le plus célèbre est la conférence sur l'ADN recombiné, organisée par l'Académie américaine des sciences, qui s'est tenue en 1975 à Asilomar en Californie. Au début des années 1970, des chercheurs avaient modifié pour la première fois le génome de bactéries et de virus. Certains d'entre eux, comme Paul Berg, lauréat du prix Nobel de chimie, avaient alors réalisé qu'ils s'aventureraient sur un terrain délicat. Ils craignaient que des bactéries intestinales génétiquement modifiées puissent s'échapper par accident du laboratoire, infecter des individus et provoquer des cancers. Ils ont donc proclamé un moratoire en 1974.

L'objectif principal de la conférence d'Asilomar était de tirer au clair la question de savoir s'il fallait y mettre un terme, et le cas échéant dans quelles conditions, comme l'écrivait-il y a quelques années Paul Berg, co-organisateur de la conférence, dans la revue *Nature*. Les chercheurs du monde entier auraient respecté ce moratoire. Toutefois, lors de la conférence, les opinions sur les risques auxquels on pou-

vait s'attendre divergeaient beaucoup. Paul Berg raconte avoir été frappé par un fait: de nombreux scientifiques considéraient leurs propres essais comme moins dangereux que ceux de leurs collègues.

Après des jours et des nuits de négociation, une percée s'est annoncée lorsqu'a été formulée l'idée d'une échelle du risque: un essai impliquant un agent pathogène doit être considéré comme fondamentalement plus dangereux que, notamment, un essai sur une souche bactérienne qui ne peut survivre qu'en laboratoire. La corporation rassemblée à Asilomar a ainsi posé les bases de certaines normes juridiques qui ont été introduites par la suite.

Paul Berg est persuadé que l'attitude prudente des scientifiques leur a permis de gagner la confiance du public. En procédant à l'une des premières applications du principe de précaution, la recherche - et l'industrie biotech - ont ainsi ouvert une voie. D'autres, comme Susan Wright, historienne des sciences, déplorent en revanche que la conférence ait essentiellement réuni des spécialistes de biologie moléculaire qui ont pu marquer le rapport final d'une empreinte réductionniste, fixée sur des solutions technologiques.

Génie génétique à l'école

Paul Berg admet que, par manque de temps, la conférence s'est surtout cantonnée à la sécurité dans le génie génétique. Toutefois, aujourd'hui, de tels essais ne se font pas seulement dans des laboratoires de haute sécurité, mais ont aussi lieu dans des écoles primaires. L'ironie veut que la crainte qui avait motivé la conférence d'Asilomar s'est largement dissipée, alors que les points de vue religieux et juridiques, mis entre parenthèses à l'époque, ont de plus en plus de poids. Dans les controverses actuelles sur les biotechnologies, il est souvent question de savoir dans quelle mesure des êtres vivants ou certains gènes peuvent être protégés par des brevets, ou encore s'il est légitime d'intervenir dans la Création.

De nos jours encore, certaines recherches font l'objet de moratoires. Dans son étude de cas, Sabrina Engel-Glatte se penche, par exemple, sur les essais de culture du virus de la grippe aviaire. Deux groupes de recherche - l'un aux Pays-Bas, l'autre aux Etats-Unis - ont voulu savoir s'il était possible de modifier ce virus de manière à ce qu'il ne soit pas seulement transmissible par contact avec des oiseaux, mais aussi directement d'être humain à être humain. Les scientifiques ont produit des virus qui se transmettent par voie aérienne de mammifère à mammifère. Et ont ainsi, pour reprendre les termes du directeur

hollandais de la recherche, produit un virus «qui compte parmi les plus dangereux que l'on puisse créer». Lorsque les chercheurs ont voulu publier leurs résultats, il y a deux ans, cela a suscité de vives discussions. Devaient-ils garder leurs découvertes au moins partiellement secrètes afin d'éviter que les connaissances sur cet agent pathogène, à potentiel pandémique, ne tombent entre de mauvaises mains?

Les scientifiques ont décrété une pause volontaire de la recherche. Afin d'expliquer leurs travaux au reste du monde, ont-ils affirmé dans les revues *Nature* et *Science*, mais aussi pour laisser le temps aux organisations et aux gouvernements d'examiner leurs lignes directrices. Pour finir, les résultats ont été publiés, non censurés, pendant cette année de pause. Cependant, le débat sur l'utilité et les risques de ce genre de recherche est loin d'être clos, affirme Sabrina Engel-Glatte. «En Europe, dit-elle, il ne fait que commencer.»

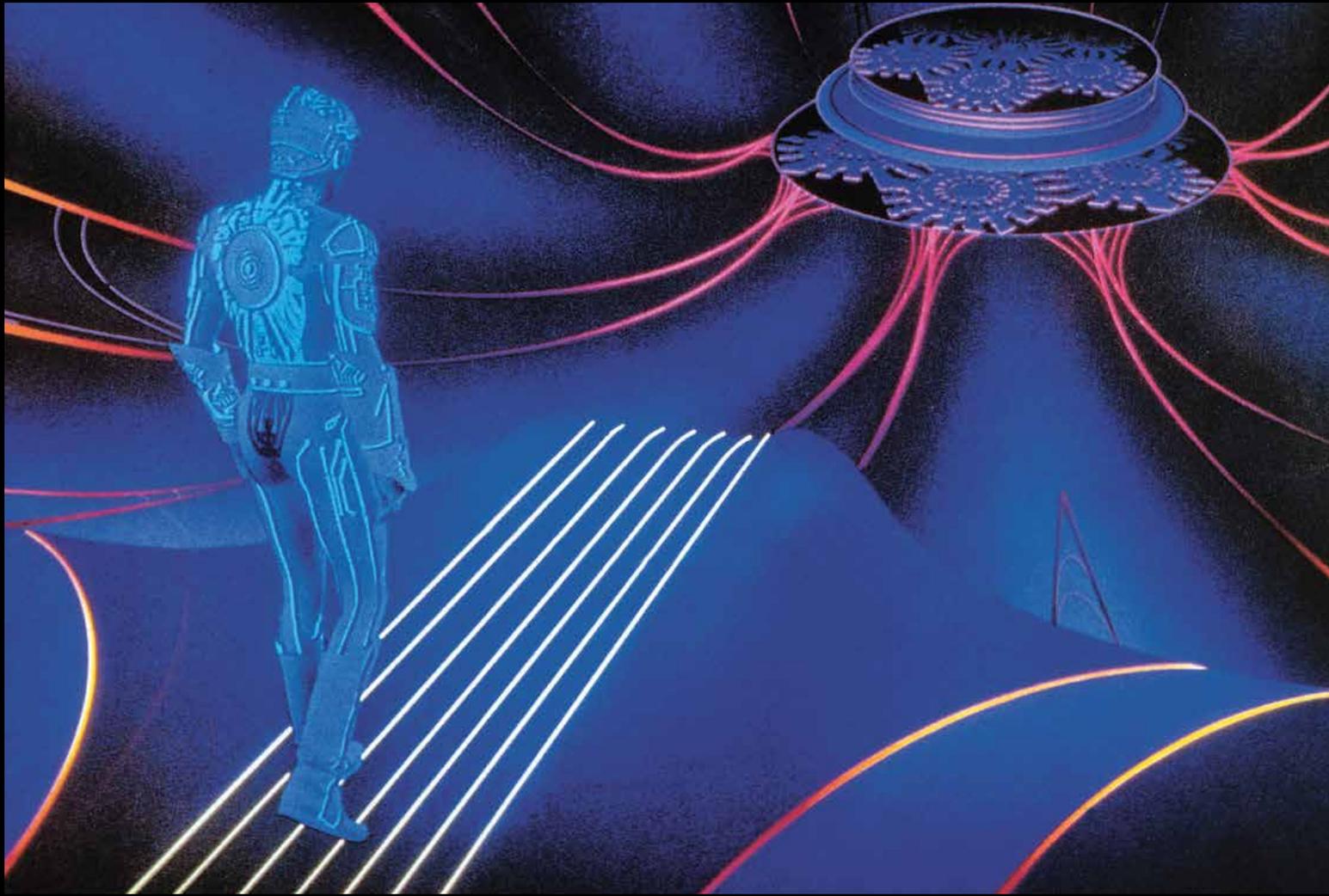
Il y a quelques mois seulement, la Société européenne de virologie et le conseil d'éthique allemand se sont prononcés en faveur de l'instauration d'une commission de biosécurité. Sabrina Engel-Glatte estime que les organisations d'encouragement de la recherche devraient réfléchir elles aussi. Si c'est pour conclure que l'utilité d'un projet de recherche ne justifie pas ses risques, il est plus simple de ne pas le financer d'emblée, plutôt que de garder plus tard ses résultats sous clé, estime-t-elle.

Ori Schipper était rédacteur scientifique du FNS. Il travaille dorénavant pour la Ligue suisse contre le cancer.

Source:

P. Berg (2008): *Meetings that changed the world: Asilomar 1975: DNA modification secured. Nature* 455: 290-291.

S. Engel-Glatte (2013): *Dual-use research and the H5N1 bird flu: Is restricting publication the solution to biosecurity issues? Science and Public Policy*, en ligne.



Dans une réalité virtuelle, des programmes informatiques vivent sous la forme d'humanoïdes qui ont l'apparence de leurs concepteurs.
TRON, 1982

Photo: Keystone/Rue des Archives/RDA

Gagner la course contre la montre

Quel est le meilleur traitement contre les morsures de serpents neurotoxiques? François Chappuis, chef du Service de médecine tropicale et humanitaire des Hôpitaux universitaires de Genève, a supervisé le premier essai clinique randomisé mené sur le sujet au Népal.



Notre service entretient depuis 1998 un accord de coopération avec un hôpital universitaire du sud-est du Népal, le B.P. Koirala Institute of Health Science. Cette collaboration inclut un axe de recherche épidémiologique et clinique sur les maladies tropicales négligées, comme les morsures de serpent.

Dans le sud Népal, deux espèces de serpents provoquent des envenimations neurotoxiques, entraînant une paralysie progressive qui finit par bloquer la respiration et provoquer la mort: le cobra et le bungare. Le bungare mord la nuit les gens qui dorment par terre, et comme sa morsure est souvent peu douloureuse, les victimes parfois ne se réveillent pas et meurent dans leur sommeil. Le cobra, lui, mord de jour, souvent des personnes qui accomplissent des travaux agricoles. Dans tous les cas, c'est une course contre la montre: il s'écoule seulement une heure entre la morsure et les premiers symptômes. Il est donc déterminant d'arriver à assurer une prise en charge dans ce laps de temps.

Notre première étude a débouché sur la mise en place d'un réseau de volontaires, qui assurent un service de piquet 24 heures sur 24 pour transporter à motocyclette les victimes de morsures jusqu'à un centre de traitement. Ce programme a entraîné une baisse spectaculaire de la mortalité.

L'étude que nous venons de terminer visait à améliorer le diagnostic et la prise en charge des victimes au centre de traitement. Nous avons notamment comparé deux dosages d'antivenins. Le premier est

celui recommandé au Népal. Ce protocole népalais consiste à administrer d'abord une faible dose, puis des doses continues durant les heures ou les jours suivants. L'autre dosage, recommandé par l'OMS sur la base d'avis d'experts, prévoit une dose d'antivenin cinq fois plus importante en traitement d'attaque. Avant notre étude, aucun essai randomisé contrôlé n'avait comparé les deux dosages.

Notre essai a inclus un peu plus de 150 patients pris en charge dans trois centres de traitement. Assurer le double-aveugle a représenté un gros défi. Dans chaque centre, une infirmière devait préparer les dosages de manière à ce que ni les patients ni le médecin prescripteur ne puissent identifier de quel traitement il s'agissait. Tous les patients se voyaient donc administrer un soluté de perfusion en continu. Dans le cas du protocole népalais, il y avait de l'antivenin dedans, mais pas dans l'autre.

Autre difficulté: les jeunes médecins assistants de recherche impliqués étaient tous en attente de place de formation post-graduée au Népal. Certains ont eu des offres et sont partis, il a donc fallu engager d'autres médecins et les former eux également.

Notre souci était aussi d'offrir les meilleurs soins possibles pendant la durée de l'étude et de faire en sorte que ces acquis perdurent au-delà. Avec le bungare, avant l'étude, la mortalité était de plus de 30%. Dans le cadre de l'essai, elle a pu être réduite à 6%, car nous avons formé les investigateurs à la réanimation respiratoire (intubation et ventilation).



Le risque de se faire mordre par un cobra en travaillant dans une rizière est élevé. Les morsures de bungare (*Bungarus caeruleus*, ci-dessous) font aussi de nombreux morts chaque année. Au centre et en bas: transport d'une victime vers un centre de traitement; formation à l'intubation et examen d'une morsure.

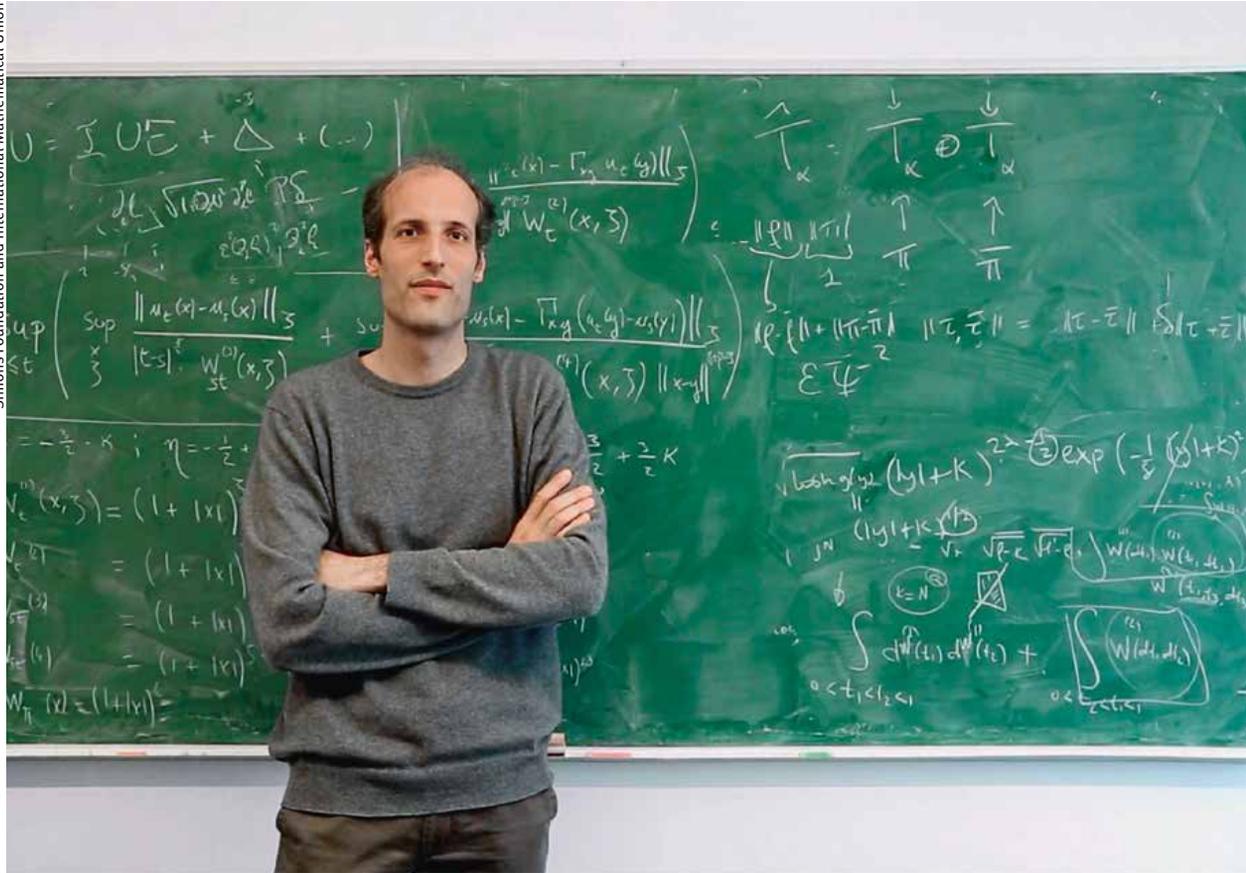
Photos: François Chappuis, Sanjib Sharma, David Warrell

Les résultats n'ont pas montré de différences entre les deux traitements. Nous préconisons toutefois le dosage fort. Il est plus pratique, surtout quand les praticiens ne sont pas médecins et travaillent en zone rurale. Dans le cas d'une morsure de cobra, la résolution des symptômes de neurotoxicité est beaucoup plus rapide. Mais ce n'est pas le cas avec les morsures de bungare. Au point que nous nous demandons, comme d'autres, si les antivenins ont la moindre efficacité contre les morsures de ce serpent. Heureusement, le dosage fort n'est pas plus toxique en cas de morsure de bungare, mais son manque d'efficacité souligne l'importance d'avoir du personnel formé à la réanimation et à la ventilation.

Au premier trimestre 2015, nous aurons un atelier avec des représentants du ministère de la santé du Népal et d'autres acteurs pour réviser le protocole de prise en charge des morsures de serpents dans ce pays à la lumière des résultats de notre étude. >>

Propos recueillis par Catherine Riva, journaliste libre et traductrice





Le dompteur d'équations

Martin Hairer donne un sens à des équations impossibles. Le titulaire de la chaire royale de mathématiques de l'Université de Warwick a reçu en 2014 la plus haute distinction du domaine: la médaille Fields. *Par Daniel Saraga*

Une feuille qui brûle, une nappe qui se mouille: quoi de plus banal. Mais pour les mathématiciens, décrire ces phénomènes quotidiens représente un casse-tête insoluble.

Jusqu'à ce que Martin Hairer publie en 2013 une œuvre magistrale couchée sur 180 pages: sa «théorie des structures de régularité». L'Autrichien de 39 ans, qui a grandi et étudié à Genève, a inventé de nouveaux outils capables de résoudre enfin une grande classe de problèmes décrits pas des équations différentielles partielles stochastiques. Celles-ci décrivent l'évolution temporelle d'un système à plusieurs dimensions qui dépend de manière non linéaire d'un certain nombre de facteurs, dont l'un est aléatoire. La solution de Martin Hairer lui vaut de recevoir un an plus tard la médaille Fields, souvent surnommée «prix Nobel» de mathématiques.

«J'ai dévoré son article comme on lit *The Lord of the Rings*», relève en souriant Lorenzo Zambotti, de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris). «La communauté scientifique a tout de suite compris les implications de son travail, même si elle éprouve encore parfois de la peine à suivre tous les détails techniques», ajoute Hendrik Weber, de l'Université de Warwick (Royaume-Uni), où Martin Hairer enseigne depuis une décennie.

«Je n'étais pas un enfant surdoué», confie Martin Hairer. Il découvre son intérêt pour les mathématiques à 12 ans, en même temps que l'informatique. A 15 ans, il remporte un concours européen pour jeunes scientifiques avec un programme informatique de conception de circuits électroniques. Il invente l'année suivante un outil pour analyser et manipuler la musique. Ce sera *Amadeus*, un programme pour Mac utilisé aujourd'hui encore par des ingénieurs du son et des DJ.

«Avant de chercher une solution, mieux vaut s'assurer que le problème est bien posé.»

Il étudie ensuite la physique à l'Université de Genève, où il fait sa thèse avec Jean-Pierre Eckmann. Soutenu par deux bourses du Fonds national suisse, il travaille entre 2002 et 2004 comme postdoc à l'Université de Warwick, une alma mater réputée pour son département de mathématiques. Il y restera.

L'équation interdite

«Pour faire simple, on peut dire que mon dernier travail consiste à donner un sens à des équations mal définies», explique Martin Hairer. Elles ont été écrites par des physiciens afin d'exposer des problèmes tels qu'une feuille qui brûle ou un aimant qui perd son aimantation. Pour les résoudre, ils n'hésitent pas à les triturer et les approximer jusqu'à ce qu'une solution s'ensuive - à l'instar d'un électricien qui répare un appareil de manière pragmatique.

Mais une telle approche n'est pas acceptable pour un mathématicien. «Je veux mettre de l'ordre et comprendre pourquoi la méthode des physiciens fonctionne. Il faut pouvoir donner un sens précis à ces équations», note le lauréat de la médaille Fields. Avant de chercher une solution, mieux vaut s'assurer que le problème est bien posé.

La difficulté vient du terme aléatoire de l'équation, qui décrit la part de hasard dans la progression du bord de la feuille en train de brûler. «Le front de la feuille est lisse sur de courtes distances, mais il peut devenir infiniment abrupt à grande échelle. A cause de cela, certaines opérations nécessaires pour écrire l'équation sont interdites, comme prendre la dérivée (estimer la pente de la courbe, ndlr).»

Pour traiter ces objets intraitables, Martin Hairer a d'abord généralisé à plusieurs dimensions les travaux de Terry Lyons, de l'Université d'Oxford, qui ne s'appliquaient

qu'à des problèmes unidimensionnels. Il résout l'équation KPZ, un quart de siècle après sa formulation par Mehran Kardar, Giorgio Parisi et Yi-Cheng Zhang (un physicien de l'Université de Fribourg). Il s'attaque alors à développer une théorie générale pour comprendre ces structures qui se cachent derrière les équations stochastiques.

Son idée est d'élaborer la solution petit à petit de manière itérative, en partant de la solution d'une équation simplifiée. Mais il lui faut encore démontrer que cette méthode débouche sur les bonnes solutions. «J'ai eu l'intuition que les ondelettes - une transformation mathématique utilisée notamment pour la compression d'images - pourraient s'avérer utiles, mais je n'en avais qu'une connaissance limitée. J'en ai parlé à ma femme à la maison, qui est également mathématicienne. Elle m'a mis un livre dans les mains en me disant: «Regarde-ça!» J'en ai lu la moitié le soir même!»

Les maths sont éternelles

Sa théorie des équations différentielles stochastiques pourrait trouver une multitude d'applications dans des domaines variés, mais là n'est pas la motivation du chercheur. «C'est la recherche de la beauté. Les mathématiques sont la seule science qui permette une compréhension complète et absolue. A partir du moment où l'on se fixe un cadre précis, c'est soit vrai, soit faux.» Autre bienfait: la postérité. «Notre vision du monde physique évolue sans cesse. Mais un théorème mathématique, lui, reste vrai pour l'éternité.»

«Martin n'est pas du tout un loup solitaire, affirme Lorenzo Zambotti. Il est très simple et sympathique, et toujours accessible.» Martin Hairer dit ne pas craindre l'ambiguïté dans son quotidien et passe son temps libre à cuisiner et à faire des balades avec sa femme. «Je peux très bien faire le vide. Ce n'est pas un problème pour moi de ne pas penser aux mathématiques pendant deux semaines.» Après tout, même la recherche de la beauté et de l'éternité a droit à des vacances.

Daniel Saraga est rédacteur en chef du magazine scientifique *Technologist*.

La plus haute consécration en mathématiques

Attribuée par l'Union mathématique internationale, la médaille Fields est considérée comme la plus haute récompense du domaine. Elle est souvent comparée au prix Nobel, mais contrairement à ce dernier, elle est décernée tous les quatre ans à deux, trois ou quatre chercheurs âgés de moins de 40 ans. En 2010, elle avait été attribuée au mathématicien russe Stanislav Smirnov, de l'Université de Genève.

Martin Hairer

Après avoir étudié et rédigé une thèse à l'Université de Genève, Martin Hairer part en 2002 pour l'Université de Warwick (Royaume-Uni). Il y sera postdoc, enseignant, professeur et, depuis avril 2014, titulaire de la seconde chaire royale («Regius») de mathématiques. En 2009, il était professeur associé à l'Institut Courant de l'Université de New York. Il a reçu les prix Fermat (2013) et Fröhlich (2014), la médaille Fields (2014) et a été nommé Fellow of the Royal Society. De nationalité autrichienne, il est né en 1975 à Genève d'un père mathématicien et d'une mère enseignante. Il vit à Kenilworth, un petit village près de Warwick, avec sa femme Xue-Mei Li, également mathématicienne.

Quand la vibration devient quantique

Lauréat du Prix Latsis 2014, Tobias Kippenberg étudie des phénomènes d'oscillation quantique sur des micro-résonateurs capables de stocker la lumière dans de très petits volumes. Un domaine qui permet de développer des appareils de mesure ultra-précis.

Par Anton Vos

Par un matin d'hiver de 1994 à Brême, dans le nord de l'Allemagne, le jeune Tobias Kippenberg enfourche son vélo. L'air est froid, mais il ne gèle pas. Il se lance alors confiant sur la route quand, soudain, il roule sur une plaque de verglas qu'il n'a pas vue et se retrouve projeté sur le goudron. Le collégien se relève et peste contre sa malchance. Il l'ignore à ce moment-là, mais cet accident banal aura des conséquences beaucoup plus heureuses qui le conduiront dans le monde de la science, au California Institute of Technology (Caltech), à l'Institut Max-Planck (Allemagne), puis à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

«Juste après l'accident, je me suis demandé s'il n'était pas possible de concevoir un appareil capable de mesurer l'état de la route et, surtout, de faire la différence entre un sol verglacé ou mouillé, ce qui est souvent impossible à l'œil nu», se rappelle Tobias Kippenberg, aujourd'hui professeur au Laboratoire de photonique et de mesure quantique de l'EPFL et tout nouveau lauréat du Prix Latsis national 2014 qui récompense ses travaux en optomécanique.

Déjà fasciné par la science, le chercheur en herbe ne se contente pas de rêver au bénéfice que pourrait tirer le monde (et lui-même) d'un tel dispositif. Il se lance carrément dans sa conception. Il déniche à la bibliothèque un livre sur les interactions entre la lumière et la matière, et un autre signé par un chercheur américain (du Caltech) décrivant la technique du radar

appliquée à l'étude des glaces polaires. S'inspirant de ces ouvrages, et avec beaucoup d'ingéniosité, il réalise un montage expérimental doté d'une source de micro-ondes et d'un laser infrarouge. Son dispositif, qu'il baptise *Infrared-microwave radiation ice condition sensor for cars*, s'avère être un excellent détecteur de verglas.

Grâce à cette invention, Tobias Kippenberg participe et remporte le concours du *Jugend forscht* (une fondation allemande qui soutient les jeunes chercheurs). Dans la foulée, il gagne aussi en 1996 la huitième édition du Concours de l'Union européenne pour les jeunes chercheurs.

A cet instant, la voie du jeune homme, fils d'un professeur spécialisé dans l'étude comparative des religions, semble toute tracée. Il suit une formation universitaire en physique et en génie électrique à Aix-la-Chapelle où il obtient son bachelors en 1998. Il s'envole ensuite pour les États-Unis afin de travailler au Caltech à Pasadena où il vient d'être accepté.

Structures microscopiques

C'est là qu'il développe ses premières structures microscopiques (des micro-résonateurs) capables de stocker des photons pendant plusieurs microsecondes, un temps très long pour ces grains de lumière durant lequel ils parcourent presque un kilomètre. Un domaine qui le passionnera jusqu'à aujourd'hui.

En 2005, il retourne en Allemagne où il prend la direction d'un groupe de recherche indépendant à l'Institut Max-Planck à





«Nous avons réussi à refroidir un objet fait de milliards d'atomes à des températures suffisamment basses pour observer des phénomènes quantiques.»

Garching. Il y côtoie le professeur Théodore Hänsch, prix Nobel de physique, et obtient son habilitation à l'Université Louis-et-Maximilien de Munich. En 2008, il décroche un poste à l'EPFL en tant que professeur assistant d'abord, puis professeur ordinaire en 2013.

L'objet actuel de ses études, qui lui a valu le Prix Latsis 2014, est un minuscule oscillateur en verre de la forme d'une roue de vélo d'un rayon de 12 micromètres. Il s'agit d'un résonateur optique et mécanique à la fois. De la lumière peut circuler dans la partie torique du dispositif (le pneu de la roue de vélo en quelque sorte). Elle produit ainsi, en se reflétant sur les parois, une «pression de radiation».

Dans une expérience publiée en 2012 dans la revue *Nature*, le résonateur est refroidi à un demi-degré au-dessus du zéro absolu. Tobias Kippenberg et son équipe montrent alors pour la première fois qu'en injectant des photons dans le résonateur et en créant ainsi une pression de radiation bien contrôlée, il est possible d'abaisser davantage la température. Il se crée au cours du processus un couplage particulièrement fort entre la lumière et les mouvements mécaniques, à tel point que les propriétés mécaniques et optiques de la structure deviennent inséparables.

Mode vibratoire minimal

A ce moment-là, l'oscillateur est tellement froid qu'il passe une grande partie de son temps dans son état dit fondamental. Il s'agit d'un mode vibratoire minimal qui ne peut être décrit que par la mécanique quantique. Cette théorie prédit, entre autres, qu'un objet n'est jamais parfaitement immobile, même à la température du zéro absolu, et qu'il est toujours animé d'un léger mouvement.

«Nous avons réussi à refroidir un objet constitué de milliards d'atomes à des températures suffisamment basses pour observer des phénomènes quantiques, précise Tobias Kippenberg. Il s'agit là de science fondamentale, et nous avons l'intention de poursuivre nos travaux dans cette direction. Mais cela ne signifie pas que nous

négligeons les applications potentielles de nos recherches. Au contraire. Ma passion pour les sciences a toujours inclus les deux aspects.»

C'est dans ce but que le physicien exploite une autre propriété remarquable des micro-résonateurs qu'il a découverte lors de son séjour à l'Institut Max-Planck: la lumière d'un faisceau laser, couplée à un micro-résonateur avec une petite fibre optique, est capable de produire ce qu'on appelle des «peignes de fréquences». Ces derniers sont indispensables, par exemple pour la calibration ultra-précise de spectromètres utilisés dans l'astronomie ou dans les horloges atomiques. Le problème, c'est que les générateurs de peignes de fréquences actuels sont aussi grands qu'une table, très chers et très complexes. Ceux de Tobias Kippenberg, en revanche, sont minuscules et fabriqués à l'aide des mêmes techniques que les puces électroniques. Un premier brevet a été déposé en 2007, puis un deuxième en 2013 à l'EPFL. Cette invention, qui a valu au chercheur allemand le «Helmoltz Prize for Metrology» en 2009, n'est plus très loin du stade de la commercialisation, et Tobias Kippenberg espère désormais franchir ce dernier pas en lançant une start-up.

Anton Vos est journaliste scientifique, notamment pour le compte de l'Université de Genève.

Tobias Kippenberg

Tobias Kippenberg est né en 1976 à Berlin et a passé son enfance à Groningue, aux Pays-Bas, puis à Brême, en Allemagne. Il a obtenu son bachelier en physique à Aix-la-Chapelle avant de faire son master (2000), son doctorat (2004) et un postdoc au Caltech de Pasadena en Californie. Après quelques années en tant que chercheur indépendant à l'Institut Max-Planck en Allemagne, il décroche un poste à l'EPFL où il a été nommé professeur ordinaire en 2013.

Des tsunamis dans le Léman

La région lémanique a connu plusieurs raz-de-marée au cours des quatre derniers millénaires. C'est le résultat de recherches sur le régime des crues dans le lac Léman et celui de Bienne. *Par Pierre-Yves Frei*

Il arrive que les intentions premières d'une étude tombent à l'eau. Les motifs sont divers. Absence de l'objet recherché ou impossibilité de pouvoir le mettre en évidence. C'est ce second cas de figure qui s'est produit dans la recherche poursuivie par Stéphanie Girardclos, au Département des sciences de la Terre et à l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université de Genève.

«Nous voulions percer le mystère des crues au cours des derniers millénaires dans les lacs Léman et de Bienne, et explorer le possible lien entre le changement de ces crues avec la canalisation du Rhône et la déviation de l'Aar.» Cette recherche s'inscrivait en partie dans la logique de l'établissement des risques naturels basé sur les événements sédimentaires passés.

Mais au final, c'est tout autre chose que la chercheuse genevoise et son équipe ont mis en lumière. En effet, il leur est bientôt apparu que les traces sédimentaires de ces épisodes de crues n'étaient pas toujours suffisamment bien conservées, souvent effacées par le temps, pour espérer les faire témoigner de façon fidèle. Un point négatif assez vite chassé par une découverte majeure.

Vague géante

Doctorante travaillant sous la supervision de Stéphanie Girardclos, Katrina Kremer, qui utilisait notamment la méthode de la sismique réflexion pour cartographier les sédiments du fond du Léman, est parvenue à révéler la présence d'une couche inhabituelle faisant penser à une avalanche sous-lacustre à très grande échelle. «Nous nous sommes dit que cela pouvait correspondre à un événement qui n'existait alors que dans les annales, le Tauredunum, une vague géante qui aurait traversé le Léman

en 563 à la suite de l'effondrement d'un pan de montagne dans le delta du Rhône et qui aurait provoqué un énorme glissement de la partie immergée de ce même delta.»

Comme si cette découverte ne suffisait pas, l'équipe de Stéphanie Girardclos s'est mise en quête de l'existence d'autres épisodes catastrophiques ayant engendré un tsunami. Elle en a trouvé cinq de plus au cours des derniers 4000 ans. Dont certains dus à des tremblements de terre. L'un d'entre eux s'est produit à l'âge du bronze dans une fourchette allant de 1872 à 1608 avant Jésus-Christ. Or, dans les archives des archéologues, c'est en 1758 que l'on perd la trace de l'occupation de certains bords du Léman par les lacustres. Auraient-ils été anéantis par une vague d'environ 2-6 mètres (estimation) en certains endroits? Auraient-ils fui ces rives, soudainement échaudés par ce lac vengeur? Difficile à dire.



Un éboulement dans le delta du Rhône aurait provoqué une vague géante en l'an 563.

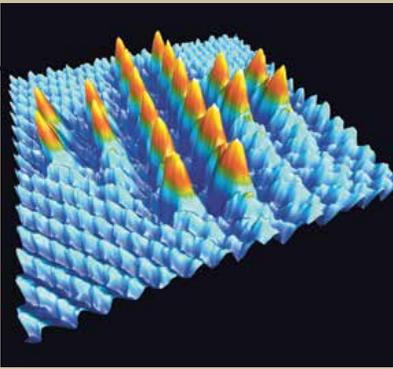
Photo: Keystone/Alessandro Della Bella

Et quid du lac de Bienne? Est-il aussi sujet aux lames de fond? «Nous les avons cherchées, mais sans succès, avoue Stéphanie Girardclos. Les sédiments du lac de Bienne contiennent trop de gaz produit par la matière organique en décomposition pour que nous puissions utiliser la méthode de la sismique réflexion. C'est très probablement l'une des conséquences de la déviation de l'Aar.» Le taux de sédimentation ayant décuplé, tous les équilibres physico-chimiques du lac de Bienne ont été bouleversés.

Si des crues millénaires n'ont pas pu être détectées, ces recherches viennent néanmoins alimenter une science encore balbutiante: l'évaluation des risques naturels liés aux lacs que l'on juge encore trop souvent à tort comme des eaux tranquilles.

Pierre-Yves Frei est journaliste scientifique libre.

Shigeki Kawai



Nouvelle technique de manipulation des atomes à température ambiante.

Une croix suisse de 20 atomes

Les scientifiques étudient et modifient des matériaux microscopiques avec une précision qui donne le vertige aux non-spécialistes. Des physiciens réunis autour d'Ernst Meyer, de l'Université de Bâle, ont, en collaboration avec des collègues finlandais et japonais, remporté un nouveau succès dans ce monde miniature. A température ambiante, ils sont parvenus pour la première fois à faire bouger et à repositionner des atomes sur une surface isolée électriquement. A l'aide de la pointe d'un microscope à force atomique, ils ont remplacé 20 atomes de chlore par 20 atomes de brome, créant grâce à eux la plus petite croix suisse jamais réalisée. Sa largeur est de 5,6 nanomètres, et elle est 10 000 plus mince qu'un cheveu.

De tels déplacements avaient jusqu'ici été principalement effectués à des températures au-dessous de zéro et sur des surfaces conductrices. A température ambiante, des modifications des structures atomiques des surfaces avaient régulièrement échoué parce que les particules bougeaient davantage avec la chaleur. Comparés aux isolateurs, les surfaces conductrices comme les métaux présentent par ailleurs le désavantage de modifier les propriétés des matériaux qui sont placés sur elles, argue Ernst Meyer. Cette nouvelle technique de manipulation des atomes constitue une étape importante en vue de la réalisation d'une nouvelle génération de minuscules particules électriques. Détecteurs, circuits et mémoires pourraient ainsi un jour être créés à l'échelle atomique. *Simon Koechlin*

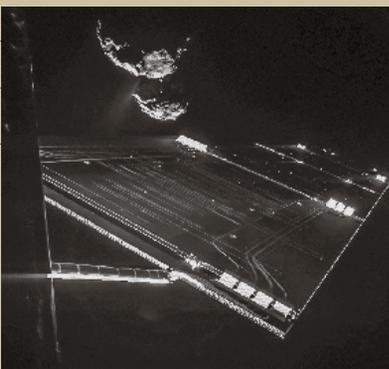
Rosetta, retour dans l'enfance du système solaire

La sonde spatiale Rosetta devait remplir une mission impossible: se mettre en orbite autour d'un gros caillou filant à plus de 100 000 km/h à travers l'immensité de l'espace. Après un voyage d'une décennie agrémenté de quelques accélérations gravitationnelles octroyées par la Terre et Mars ainsi qu'une mise en hibernation de deux ans et demi, l'appareil de l'Agence spatiale européenne a honoré la première partie de son contrat. Le 6 août dernier, elle a réussi son rendez-vous avec la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, une première dans l'histoire de l'exploration spatiale. Durant deux ans, Rosetta tournera autour de sa compagne tout en étudiant sa transformation sous l'effet de la chaleur du Soleil et en recueillant des échantillons de gaz et de poussière. L'orbite elliptique les amènera au plus près du Soleil le 13 août 2015, à une distance de 186 millions de kilomètres.

La sonde a également lâché, le 12 novembre dernier, un petit atterrisseur, Philae, qui s'est posé à la surface de la comète. Après avoir récolté et transmis de premières informations, le robot Philae s'est éteint, faute d'énergie. Il devrait toutefois se réveiller l'été prochain.

Si les chercheurs s'intéressent aux comètes, c'est qu'elles sont si petites qu'elles n'ont quasiment subi aucune modification depuis la formation du système solaire il y a 4,6 milliards d'années. Elles ont donc préservé le matériau originel de la nébuleuse primitive. *Anton Vos*

ESA/Rosetta/Philae/CIVA



Une des ailes solaires de Rosetta photographiée depuis l'atterrisseur Philae. A gauche en haut, la comète 67P située à 16 kilomètres de distance.



Lenny Winkel

Le plateau de Loess en Chine et ses dépôts sédimentaires témoins des variations climatiques.

La mousson réduit les carences en sélénium

Une carence en sélénium, un oligo-élément essentiel pour l'organisme, est susceptible de provoquer d'importants problèmes de santé. Ce phénomène touche tout particulièrement les personnes vivant au centre de la Chine, une région où l'on rencontre de nombreux individus souffrant de déformations des membres ou de troubles cardiaques. Pourquoi cette région est-elle particulièrement concernée alors que les gens vivant plus au sud absorbent suffisamment de sélénium? La question n'avait jusqu'ici pas trouvé une réponse convaincante, les différences ne pouvant pas uniquement s'expliquer par la nature des sols et la géologie locale.

Un groupe de recherche dirigé par la professeure boursière du FNS Lenny Winkel de l'Eawag à Dübendorf et de l'EPFZ vient de découvrir que la mousson d'été joue un rôle central dans l'apport en sélénium. Sur la base d'analyses approfondies de paléosols et d'archives climatiques, la chercheuse est parvenue à démontrer que la répartition des précipitations et la concentration de sélénium dans le sol se recoupaient très bien et que cela influençait en conséquence la présence de cette substance active dans l'alimentation. Un constat qui étaye l'hypothèse selon laquelle la pluie est un facteur important dans l'approvisionnement en sélénium. Au moment de la mousson, d'importantes quantités de cet oligo-élément indispensable sont transportées de la mer sur la côte. Les terres côtières bénéficient ainsi d'un apport en sélénium suffisant, alors que celles du centre de la Chine où les précipitations sont rares en manquent. Cette découverte revêt aussi une importance particulière dans la perspective du réchauffement climatique qui pourrait modifier le régime des précipitations en Chine et donc l'approvisionnement en sélénium. *Felix Würsten*



La Banque mondiale boudée par ses clients

Il est révolu le temps où la Banque mondiale pouvait lier l'octroi de crédits aux pays en développement et émergents à certaines conditions politiques: nombre d'entre eux ont aujourd'hui plus facilement accès au marché des capitaux. Cette donne conditionne leur choix en matière de banque de développement.

Par Oliver Klaffke

«**D**e nombreux pays émergents n'ont plus forcément besoin de la Banque mondiale, explique Chris Humphrey, de l'Institut de sciences politiques de l'Université de Zurich. Ils ne se laissent plus dicter leurs conditions sans discuter, car ils ont plus de pouvoir économique et financier.» En matière de financement de projets gouvernementaux de développement, cette modification du rapport de force a affaibli le rôle de la Banque mondiale, fondée en 1945.

D'autres banques de développement pourraient en profiter, derrière lesquelles on ne retrouve plus forcément les pays occidentaux industrialisés, majoritaires aux deux tiers à la Banque mondiale. Entretemps, des banques de développement soutenues conjointement par des pays émergents ont vu le jour. «Les pays débiteurs exercent une plus grande influence sur l'exploitation de ces instituts», relève Chris Humphrey.

Dans le passé, les économistes et les politologues se penchaient notamment sur les conditions d'octroi des crédits par la Banque mondiale. Le système financier international d'après-guerre a été fixé lors



Le siège de la Banque mondiale à Washington, D.C.

Photo: Keystone/AP Photo/Alex Brandon

mondiale ou du Fonds monétaire international revête de moins en moins d'importance. Des pays comme le Mexique, l'Indonésie, la Turquie ou la Chine sont moins dépendants du financement de la Banque mondiale. Aujourd'hui, la Chine est même le bailleur de fonds d'autres Etats, des Etats-Unis, par exemple.

«Notre hypothèse est que les pays désireux d'emprunter examinent très attentivement les conditions auxquelles un prêt serait soumis en vertu de leur capacité financière», fait valoir Chris Humphrey. Pour ces Etats, la question des taux d'intérêt auxquels ils empruntent n'est pas la seule déterminante. Comme l'ont découvert Katharina Michaelowa et Chris Humphrey, le délai d'octroi du crédit joue un rôle de taille, de même que les éventuelles complications bureaucratiques ou certains aspects politiques.

Rapports de force

Résultat: les banques de développement qui cultivent une attitude différente vis-à-vis de leur clientèle ont le vent en poupe. Katharina Michaelowa et Chris Humphrey en ont comparé trois qui se différencient sur un point: la partie qui a le dernier mot. A la Banque mondiale, ce sont les pays industrialisés. Alors que dans le cas de la Development Bank of Latin America (CAF), ce sont les Etats qui ont besoin de crédits. A l'Inter-American Development Bank (IADB), le rapport de force entre Etats débiteurs et pays créanciers est équilibré.

L'enquête montre aussi que la plus grande différence entre les banques réside dans les difficultés dont elles assortissent l'octroi du crédit. Dans le cas de la Banque mondiale, cet octroi prend entre douze et seize mois. A l'IADB, entre sept et dix mois, et à la CAF, entre deux et six mois seulement. En cas de besoin urgent, le processus peut même être raccourci à six semaines. «Ces différences sont dues aux rapports de force qui règnent au sein des banques de développement», relève Chris Humphrey. Soutenue par des pays débiteurs, la CAF sait que les Etats ont besoin d'obtenir rapidement leur financement, et la cadence est accélérée en conséquence. La Banque mondiale et l'IADB, en revanche, posent une série de conditions - allant de l'écologie à

l'impact social - ce qui n'est pas le cas de la CAF, où l'on part du principe que les Etats respectent leurs propres lois.

A la Banque mondiale, les demandes de crédit doivent passer par quatre «country missions» différentes et quatre organes. Les pays influents durcissent aussi sans cesse les conditions. «Un vice-président responsable de l'Amérique latine ne parle même pas l'espagnol», a ainsi relevé un interlocuteur interviewé dans le cadre de l'étude. Les différences culturelles ne facilitent pas la collaboration, lorsque le style latino-américain, basé sur les rapports personnels, se heurte au style nord-américain et européen, qui applique des règles strictes. A l'IADB, en revanche, presque 70% des employés viennent des pays bénéficiaires. «La proximité culturelle y est plus importante», a souligné un responsable chilien.

La CAF est complètement axée sur les exigences de ses clients. Les crédits de moins de 20 millions de dollars peuvent être autorisés par un vice-président, et ceux de moins de 75 millions de dollars par un vice-président exécutif. «Notre enquête confirme la justesse de notre hypothèse, argue Chris Humphrey. Une banque de développement où les pays débiteurs ont la majorité offre des conditions qui vont largement dans le sens de ces derniers.» Les résultats du projet de recherche indiquent quel mode d'exploitation une banque de développement devrait adopter pour être acceptée par les pays débiteurs. Cette année, une nouvelle banque de développement a été créée par les BRICS (Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud). Confirmant qu'en matière de financement du développement, l'importance des pays émergents va croissante.

Oliver Klaffke est journaliste économique et scientifique.

d'une conférence dans la station de ski de Bretton Woods, aux Etats-Unis, en 1944. En tant que banque de développement de référence, la Banque mondiale y jouait un rôle essentiel, couplant souvent ses crédits à des exigences politiques.

Sous la direction de Katharina Michaelowa, Chris Humphrey a examiné les banques de développement à l'aide desquelles les pays émergents financent leurs projets. La démarche de sa recherche tient compte de la performance économique et financière de nombreux Etats en développement, laquelle s'est beaucoup améliorée au cours de la dernière décennie. En 2010, la dette publique des pays émergents et en développement représentait en moyenne 40% de leur produit intérieur brut. Dans dix ans, ce taux devrait descendre à 30%. Il y a un quart de siècle environ, la part des réserves de change mondiales des pays non-membres de l'OCDE était de 30% seulement; en 2010, elle était passée à 65%. Les Etats d'Amérique latine, notamment, ne sont plus les pays pauvres d'il y a une décennie mais des économies prospères de type «middle income». Rien d'étonnant à ce que le rôle de prêteur de la Banque

Quand aider ne suffit pas

Une étude lausannoise se penche sur le rôle des organisations de patients dans le débat sur le don d'organes. Sa conclusion intermédiaire: sans une alliance forte, difficile d'avoir une influence politique.

Par Irène Dietschi

AGIR, A Cœur Ouvert ou encore PromOrgane sont des organisations de patients qui s'engagent en Suisse romande pour le don d'organes. En médecine, les patients jouent un rôle toujours plus actif. Ils sont un moteur de la recherche clinique, se mettent en réseau avec des partenaires de l'industrie et agissent en lobbyistes au niveau politique. Les organisations qui militent pour le don d'organes profitent-elles aussi de cette tendance?

Une étude interdisciplinaire, dirigée par Raphaël Hammer, sociologue à la Haute Ecole de Santé Vaud, à Lausanne, se penche sur cette question. Vincent Barras, historien à l'Institut universitaire d'histoire de la médecine et de la santé publique, et Manuel Pascual, du Centre de transplantation d'organes du CHUV, sont également de la partie. L'étude analyse, d'un côté, sur la base de documents historiques, comment le don d'organes s'est mué en Suisse en revendication sociopolitique. Ces documents proviennent d'archives d'hôpitaux, de celles de Swisstransplant, de revues médicales et de la presse grand public. D'un autre côté, les chercheurs étudient le rôle des organisations de patients, en se concentrant sur la Suisse romande.

Les résultats intermédiaires sont plutôt décevants. «Apparemment, ces organisations n'arrivent pas à conférer une visibilité au don d'organes et à se montrer aussi efficaces que le Conseil positif (un comité de défense des intérêts des personnes atteintes du VIH, n.d.r), par exemple», résume Raphaël Hammer, directeur de l'étude. Les quinze associations interviewées sont toutes très engagées. Elles s'occupent des personnes concernées, organisent des camps de vacances, des concerts et des événements, elles envoient des newsletters à l'interne ou sensibilisent le public sur



Un foie destiné à une transplantation à l'hôpital de la Charité à Berlin.

Photo: Keystone/Laif/Dominik Butzmann

des stands. Pourtant, elles n'ont presque aucune influence sur le débat public. En termes de finances et de personnel, la plupart d'entre elles n'ont que peu de ressources, et leurs actions reposent sur l'initiative de quelques membres.

Leur engagement est par ailleurs limité au niveau local, et les collaborations restent rares. Les plans d'une organisation faîtière nationale ont échoué il y a des années. Ce choix de faire cavalier seul est souvent dû au vécu personnel des individus concernés. Le fondateur et président d'A Cœur Ouvert a ainsi déclaré aux chercheurs qu'il s'engageait pour rendre le cadeau du don. «J'ai reçu de l'aide, il est donc logique pour moi d'aider les autres.»

Désaccords sur la stratégie

Une noble attitude. Toutefois, sur le terrain politique, un lobbying habile reste de mise. Raphaël Hammer suppose que le succès de l'organisation Conseil positif repose sur le caractère uni de la communauté - des séropositifs soutenus par un mouvement homosexuel bien organisé - dans la défense de ses revendications. Les choses sont différentes dans les associations qui militent en faveur du don d'organes. Les conditions pour qu'elles puissent serrer leurs rangs

font défaut, et il y a aussi des désaccords sur les questions stratégiques. Certaines personnes interviewées soutiennent la «solution du consentement» prévue par la loi suisse sur la transplantation. Les organes d'une personne décédée ne sauraient être prélevés que si le consentement a été explicitement donné. D'autres, en revanche, sont partisans de la «solution de la pure opposition», où un silence est interprété comme un consentement.

Il existe quand même un dénominateur commun. La plupart des organisations critiquent la politique neutre et prudente de la Confédération en matière de don d'organes. A leurs yeux, la devise de la campagne actuelle - «Avez-vous déjà été confronté avec la thématique du don d'organes» - ne va pas assez loin. «En matière de don d'organes, la neutralité ne signifie rien», a relevé une des personnes interrogées. Les statistiques misérables du don d'organes en Suisse semblent lui donner raison.

Irène Dietschi est journaliste scientifique libre.

La science comme métier

Mener de front carrière et vie familiale, c'est ce que souhaitent également les jeunes scientifiques, révèle une enquête de la sociologue Ulle Jäger, de l'Université de Bâle. Basée sur 40 interviews menées en Suisse et en Allemagne, l'étude montre toutefois que cet objectif est difficile à atteindre, la carrière scientifique exigeant une grande disponibilité et de la mobilité. «Pour moi, deux scénarios sont envisageables», souligne la chercheuse. Dans le premier, les choses restent en l'état. Cela signifie que les hommes et les quelques femmes qui bénéficient d'un soutien à la maison peuvent plus facilement accéder à des chaires de professeur que leurs collègues qui vivent dans une relation de partenariat égalitaire. Dans le deuxième, les retards pris dans le plan de carrière parce que l'on a fondé une famille ou que l'on s'est occupé de parents âgés ne constituent plus un désavantage.

Afin que ce deuxième scénario devienne réalité, les exigences actuelles devraient faire l'objet d'une remise en question. Est-ce qu'un séjour à l'étranger est indispensable pour tous les postes scientifiques? Quelle est l'importance du nombre de publications pour une activité d'enseignement? «Au lieu de se concentrer uniquement sur des critères d'excellence, les exigences professionnelles devraient être définies de manière à ce qu'une personne puisse être simplement «suffisamment qualifiée» et ne soit pas obligée de se dépasser lorsqu'elle souhaite faire rimer vie professionnelle et vie privée», fait valoir Ulle Jäger. *Nora Heinicke*



Concilier vie professionnelle et privée?

Photographie eu/Shutterstock

Dans les années trente, la *National-Zeitung* ouvrait ses pages à des exilés allemands.Quand la *Basler Zeitung* se montrait libérale

«**A**ucun journal n'est autant demandé dans les cafés pragoï que votre *National-Zeitung* et elle est également très vendue dans la rue. Elle occupe une place particulière en tant que dernière parole libre dans l'espace germanophone.» C'est ce que Max Brod écrivait en hiver 1939 à Otto Kleiber, responsable de 1919 à 1953 du cahier culturel du quotidien bâlois *National-Zeitung*. A l'époque du national-socialisme, ce dernier accueillait des contributions d'auteurs allemands en exil. Des journalistes anonymes mais aussi des écrivains célèbres comme Bertolt Brecht et Erika Mann y firent paraître, sous la rubrique «Unter dem Strich» (Tout compte fait), les textes qu'ils ne pouvaient pas publier dans l'Allemagne hitlérienne.

La chercheuse en littérature Bettina Braun, de l'Université de Zurich, s'attache depuis trois ans à mettre en lumière l'importance encore largement méconnue de la *National-Zeitung* pour la littérature en exil entre 1933 et 1940. Elle a passé au peigne fin 5000 exemplaires du journal - qui comptait alors deux éditions quotidiennes - et y a répertorié environ 3500 contributions d'auteurs en exil. Elle les a ensuite placées dans une banque de données qui sera accessible ultérieurement aux autres chercheurs. Cet ensemble de textes constitue la base de sa thèse. La *National-Zeitung* qui, après sa fusion avec les *Basler Nachrichten* en 1977, est devenue aujourd'hui la *Basler Zeitung* y apparaît comme un havre pour la littérature en exil, au contraire de la *NZZ* de Zurich qui avait refusé d'imprimer ces textes critiques. A l'époque, la *Basler Zeitung* était véritablement libérale. *Stefan Stöcklin*

B. Braun (2012): *Das literarische Feuilleton des Exils in der Schweiz – Die Basler «National-Zeitung»*. *Zeitschrift für Germanistik*, cahier 3/2012: 667–669.

L'Afrique vieillit vite

L'évolution démographique ne préoccupe pas seulement les pays industrialisés, mais aussi les pays émergents ou en développement. Une équipe de recherche du Séminaire d'ethnologie de l'Université de Bâle a étudié le phénomène du vieillissement de la population en Afrique, plus particulièrement en Tanzanie. «Vieillir en Afrique est lié à beaucoup d'incertitudes», note Brigit Obrist, responsable de l'étude. Une prévoyance vieillesse étatique ou des établissements médico-sociaux font généralement défaut, alors que les personnes âgées souffrent aussi de plus en plus de maladies chroniques et nécessitent davantage de soins. Les soutiens les plus importants sont la famille proche et élargie ainsi que la communauté. Selon le chef de projet Piet van Eeuwijk, ces réseaux traditionnels sont toutefois devenus fragiles et instables. Une protection complémentaire est offerte par de nouveaux modèles relationnels comme les contacts sociaux au moyen du téléphone mobile, l'aide financière apportée par des enfants vivant à l'étranger ou l'adhésion à des groupes du troisième âge.

Malgré toutes ces incertitudes, les Africaines et les Africains s'efforcent de vieillir dans la dignité. La plupart d'entre eux, notamment les hommes, travaillent aussi longtemps qu'ils le peuvent. Et celui qui n'exerce plus d'activité lucrative assume souvent encore des tâches et des fonctions au sein de la famille ou dans l'entourage social. «Les personnes âgées restent des éléments influents dans la vie privée et publique», argue Brigit Obrist. Elles représentent ainsi des piliers sociaux et politiques importants pour la société en Afrique. *Irène Dietschi*



Une participante à l'étude à Zanzibar avec la femme de son petit-fils et son arrière-petite-fille.

Sandra Staudacher-Preite

L'université, institution des classes moyennes et supérieures

Quel est le meilleur moyen d'atteindre l'égalité des chances afin que les nantis ne soient pas les seuls à pouvoir s'offrir des études? Malgré son caractère brûlant, cette question n'a pratiquement pas fait l'objet de recherches.

Par Roland Fischer



Dépôt le 20 janvier 2012 de l'initiative sur les bourses d'études de l'Union des étudiant-e-s de Suisse.

Photo:Keystone/Marcel Bieri

En Suisse, il y a quelque chose de trouble dans le domaine du soutien aux étudiants issus de familles économiquement faibles. Le système des bourses d'études est un embrouillamini fédéraliste. Avec 26 règlements différents, une demande de soutien s'apparente à un jeu de hasard géographique. «Le règlement actuel est injuste, car les chances d'une étudiante nidwaldienne d'obtenir une bourse d'étude sont beaucoup plus faibles, et elle bénéficie de nettement moins de soutien qu'un étudiant vaudois, même s'ils étudient tous les deux à la même haute école spécialisée bernoise et que leurs familles ont des revenus tout aussi modestes», écrivait récemment l'Union des étudiant-e-s de Suisse (UNES) en réaction à la décision du Conseil des Etats qui a refusé une fois encore de faire quelques pas vers l'harmonisation des règlements (voir encadré). Dans les Grisons, un habitant sur 74 reçoit une bourse, contre un sur 285 dans le canton de Glaris. Le montant du soutien varie lui aussi beaucoup: au niveau des hautes écoles, les bourses d'études s'élèvent en moyenne à seulement 4000 francs par an dans le canton de Neuchâtel, alors qu'elles sont presque trois fois plus élevées dans le canton de Vaud, pourtant voisin. De manière générale, très peu de cantons disposent de fonds suffisants pour soutenir tous les candidats aux études, conformément à l'idéal de l'égalité des chances, indépendamment de l'origine et de la situation familiale.

Cette situation est la conséquence d'une évolution en soi réjouissante. Dans les années 1960, le nombre d'étudiants a commencé à augmenter, et cette tendance se poursuit jusqu'à aujourd'hui. Avant, il allait de soi que les études supérieures étaient réservées aux nantis. En 1960, les huit universités cantonales et les EPF comptaient quelque 14 000 étudiants. Ceux-ci ne représentaient donc que 3% de la population. De fait, personne ne parlait de bourses d'études. Puis est venue l'expansion de la formation et, avec elle, en 1965, une loi fédérale sur les bourses d'études censée assurer que «même les enfants issus de familles modestes puissent choisir une profession qui corresponde à leurs capacités et à leurs traits de caractère», comme l'écrivait le conseiller fédéral Hans Peter Tschudi. Au début du système suisse des bourses d'études, ce noble objectif a été atteint.

Proportion en baisse

Entre 1960 et le milieu des années 1970, le nombre d'étudiants a triplé en Suisse et n'a cessé de croître depuis. Mais les dépenses pour les bourses d'études, elles, ont à peine augmenté depuis 1980. A cette date, 16% des personnes qui accomplissaient une formation post-obligatoire bénéficiaient d'une bourse d'études. En 2013, ce score dépassait à peine 7%. La Confédération ne s'engage quasiment plus: sur le total des 300 millions de francs alloués sous forme de bourses d'études, seuls 25 millions

proviennent de ses caisses. Apparemment, on considère à nouveau que la formation supérieure est réservée à ceux qui peuvent la payer. «L'Université reste une institution des couches moyennes et supérieures», résume Charles Stirnimann, chef de l'Office bâlois des contributions à la formation et président de la Conférence intercantonale des bourses d'études (CIBE).

D'un point de vue social, la situation est encore plus intéressante dans les hautes écoles spécialisées (HES). Chez elles, il existe un potentiel plus important pour permettre aux personnes issues de milieux non académiques d'accéder à un diplôme de type universitaire. La perméabilité sociale y est en effet beaucoup plus grande, explique Charles Stirnimann. Les HES devraient donc aussi présenter un taux de bourses d'études beaucoup plus élevé que les universités. Or, il se situe à un niveau à peu près équivalent, comme le montre la statistique des bourses d'études récemment publiée par l'Office fédéral de la statistique (OFS). Pour cet historien, spécialiste du sujet dans notre pays, cela montre bien que les bourses d'études «ne sont pas juste une prestation sociale, mais une prestation de politique de la formation» (ou, tout au moins, qu'elles devraient l'être). Grâce à un bon pilotage, estime-t-il, il serait possible «d'exploiter de manière optimale le potentiel de la société» et d'obtenir des correctifs sociaux. Cet argument est d'autant plus actuel que les employeurs suisses se plaignent de manquer de personnel qualifié.

Prêt de soutien en Scandinavie

A quoi le système idéal des bourses d'études devrait-il ressembler? Faudrait-il, si possible, soutenir tous les requérants? Dans ce cas, entre 20 et 25% des étudiants, en Suisse, seraient boursiers. Mais dans les faits, les chiffres varient beaucoup d'un canton à l'autre, car les coûts de déplacement et de logement sont très différents suivant la proximité de l'université. Ou conviendrait-il de déterminer des critères ciblés d'encouragement? La recherche sur la formation n'a pas vraiment de réponse. Elle ne s'est pratiquement pas penchée sur l'impact effectif des bourses d'études et d'autres formes de soutien. En 2002, deux chercheuses allemandes, Stefanie Schwarz et Meike Rehburg, ont soumis les systèmes européens de bourses d'études à une comparaison descriptive. En Scandinavie, par exemple, dans la même classe d'âge, de 70 à 80% des personnes font des études, et nombre d'entre elles bénéficient d'un prêt de soutien. Mais la question de savoir quel serait aujourd'hui le bon système pour permettre à tous les candidats aux études de suivre la formation qu'ils désirent ne figurait pas au centre de cette recherche.

En Suisse, c'est surtout Nils Heuberger qui s'est penché sur le sujet. Depuis cette année, il est en charge du dossier à la Confédération suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP). Avant, son

poste n'existait pas. Sa recherche a montré que la situation économique familiale continuait d'influencer les chances d'effectuer des études secondaires. Ce qui a sans doute des effets sur la suite de la formation. Il souligne aussi que la question des bourses d'étude relève finalement d'une culture de la formation. Une étude qu'il a réalisée pour l'Institut des hautes études en administration publique (IDHEAP) a montré des différences importantes entre Suisse romande et alémanique. Le système idéal de bourses d'études ne devrait donc être défini qu'en fonction d'un plus large contexte de politique sociale et de formation.

Pour Lea Oberholzer, en charge du dossier à l'UNES, une chose est claire: un système idéal serait l'affaire de la Confédération. Et que pense-t-elle des demandes politiques toujours plus insistantes pour qu'on accorde plutôt des prêts que des bourses? «L'expérience prouve que la perspective d'être endetté pendant des années pousse certaines personnes à renoncer à une formation plutôt que de contracter un emprunt», dit-elle. Ce qui aurait pour conséquence de désavantager précisément les moins favorisés. A ce propos, Nils Heuberger cite des relevés de l'OFS qui montrent que les prêts disponibles ne sont pas tous sollicités. L'impasse politique entre Confédération et cantons demeure donc, et une série de questions restent ouvertes. A tous les niveaux, il y a nécessité d'agir: en soi, ce serait une bonne base pour un grand projet de recherche.

Roland Fischer est journaliste scientifique libre.

L'initiative sur les bourses d'études

L'initiative sur les bourses d'études de l'Union des étudiant-e-s de Suisse (UNES) a pour objectif d'abolir les différences cantonales dans ce domaine. Cela implique de transférer de nombreuses compétences à la Confédération. Avec la révision de la loi sur les contributions à la formation, le Conseil fédéral a présenté un contre-projet indirect à l'initiative. Celui-ci prévoit que les cantons qui soutiennent une harmonisation pour toute la Suisse par le biais d'un concordat sur les bourses d'études bénéficieraient d'avantages financiers. Jusqu'ici, seize cantons ont adhéré à ce concordat.

«Le spectacle est dommageable pour la science»

«La majeure partie de la communication scientifique est de la propagande. Elle n'a pas le droit d'évoquer l'échec, seulement les succès. Mais là où la critique et la distance font défaut, la confiance s'effrite.» C'est ce qu'a affirmé Pius Knüsel, ancien directeur de la fondation Pro Helvetia, dans un discours remarqué, lors du congrès de la communication scientifique ScienceComm. Il y a abordé le financement de la culture par la Confédération, le sponsoring des chaires et les magazines de recherche. Pour lui, la domination de l'utilité et l'essor des relations publiques finissent par prêter la capacité du citoyen à s'identifier avec le milieu scientifique. Pour Horizons, Pius Knüsel a raccourci et retravaillé son texte.



Pius Knüsel est directeur de l'Université populaire du canton de Zurich et ancien directeur de Pro Helvetia.

Photo: Caroline Minjolle/Pixsil

Depuis la Renaissance, l'art et la science sont des formes de connaissance très différentes. La science met à disposition du savoir documenté, l'art une expérience subjective et floue. Ils ont pourtant des points communs, notamment la communication dans l'espace public et politique. L'art et la science y opèrent avec des promesses d'utilité et de singularité, en exploitant des méthodes de l'industrie du divertissement. Ce qui détourne le regard de l'essentiel.

Le message du Conseil fédéral sur le financement des activités culturelles pour les années 2016 à 2019 propose ainsi d'augmenter de 15% les budgets de l'Office fédéral de la culture et de Pro Helvetia, soit de 759 à 895 millions de francs. Le problème de cette proposition, c'est que le texte de 160 pages ne fournit aucun argument convaincant. On y lit que la culture - notamment la culture contemporaine du bâti - crée une cohésion sociale. C'est impossible à prouver, le contraire aussi. La culture transcenderait l'individualisme moderne. Vraiment? N'en est-elle pas justement la source? La culture apaiserait la polarisation

sociale. C'est peut-être ce que fait la culture standardisée, mais certainement pas la diversité culturelle, proclamée dans le message, qui entraîne forcément polarisation et tensions.

Le message ne réfléchit pas à ces points. Il ignore aussi les statistiques qui démontrent que, depuis quarante ans, la politique de la «haute culture» atteint les mêmes couches cultivées et fortunées de la population. Il mise surtout sur des visions du monde dogmatiques. Il exige qu'on dépense plus afin de combler de prétendus déficits. On ne peut s'empêcher de soupçonner que la multiplication de tels messages est liée au caractère inatteignable des objectifs poursuivis. Ce qui ne serait toutefois pas dû à une erreur lors de la fixation de ces objectifs, mais à un manque de ressources financières.

Inversement, le politique et le système de l'art subventionné voient la diffusion d'une culture non subventionnée, et donc commerciale, comme une catastrophe, qui doit être combattue avec encore plus d'art subventionné. Car accepter la culturalisation «sauvage» ou autofinancée de la société impliquerait de se poser des questions sur l'importance et les coûts de l'intervention publique dans le domaine de la culture. Mais cela reste exclu. Etendre son domaine de compétence personnel permet de se légitimer soi-même.

Le refus de l'autocritique, la résistance aux faits et la malhonnêteté de l'argumentation m'ont poussé, il y a deux ans, à démissionner de mon poste de directeur de Pro Helvetia. Je suis devenu directeur de l'Université populaire du canton de Zurich. Les universités populaires peuvent être considérées comme le premier grand projet de politique culturelle du début du XXe siècle: la réduction des tensions sociales par la démocratisation de l'éducation. En tant qu'institutions de vulgarisation de la formation académique, elles ont eu beaucoup de succès. On y communique la science telle quelle. La Suisse en compte encore 70, mais, en termes de politique de la formation, elles restent à l'écart. J'y vois deux raisons: la domination de la pensée utilitariste et la manie de l'autopromotion des hautes écoles.

Accélérateur de carrière

Entre 2009 et 2011, la direction zurichoise de l'instruction publique a fait passer sa subvention à l'Université populaire de 1,5 million de francs à zéro franc. Son principal argument: seule la formation continue professionnelle est politiquement importante. Le canton ne veut soutenir et ne soutiendra qu'une formation qui accélère

la carrière, promet un meilleur revenu et finit par produire plus de substrat fiscal. A cet effet, il a mis en place une institution intégralement étatique qui pèse 10 millions de francs, baptisée «formation pour adultes Zurich». J'appelle utilitarisme étatique ce genre de politique axée sur la capacité de travail. Elle considère la formation comme une accumulation de compétences techniques et non comme l'exploration critique d'un univers.

La domination de l'utilité a aussi gagné depuis longtemps les universités et les hautes écoles, sous la forme du besoin de s'autopromouvoir. Au cours de l'hiver 2013-2014, l'Université populaire de Zurich a proposé un cycle de conférences sous le titre «Utopies pour Zurich». Lors de six soirées, on y a débattu des perspectives de développement de l'espace métropolitain zurichois. La maire était là et elle a parlé du caractère social de sa ville. Alors que nous étions encore en train de peaufiner les détails, la municipalité a annoncé une série de conférences, en collaboration avec l'Université de Zurich, intitulée «Douleurs de croissance». Le même sujet, avec la maire également. Les deux cycles ont bien marché. La différence: l'auditeur devait payer 30 francs pour assister aux soirées de l'Université populaire, alors que la coproduction municipalo-universitaire était gratuite. Et à l'Université populaire, il y avait

une troisième position critique, ce qui n'était pas le cas lors des autres manifestations. Peu après, la présidente de la Ville de Zurich a rendu visite au recteur. Le gros titre: «Nous continuons! Et nous le faisons nous-mêmes!» C'est tendance. L'université et l'administration municipale veulent contrôler directement leur image publique. Science, recherche, politique et planification, main dans la main. La science est utile, le politique se donne des airs scientifiques. Personne ne remarque que la transmission de la science se mue en entreprise de relations publiques. La valeur ajoutée critique d'une instance de la société civile comme l'Université populaire ne compte pas.

Presque comme un divertissement

L'anecdote illustre la culture des relations publiques qui s'abat sur nous depuis une vingtaine d'années. Quand il est question de politique, de culture, d'éducation et de santé, on parle de «communication», parce que cela fait plus classe. Depuis que je travaille dans la formation pour adultes, les magazines universitaires s'empilent sur mon bureau. Ils décrivent une pléthore de projets de recherche exceptionnellement utiles. A cela s'ajoutent les invitations aux «science days», «science slams», nuits de la recherche, journées portes ouvertes, après-midis pour enfants, festivals de formation. Une palette d'offres s'est créée

autour de la science. On veut prouver au public à quel point on est utile. On souhaite générer de l'attention, suggérer de l'importance, présenter la science comme une expérience séduisante, presque comme un divertissement qui produit de la connaissance en passant.

Cette culture florissante des relations publiques déforme l'image de ce dont elle parle. Elle gonfle l'importance des hautes écoles. Elle réduit la science à quelques amabilités. Elle esthétise la recherche. Et elle transforme les universités en marques concurrentes. Elle en fait des entreprises qui jouent des coudes pour gagner sur le marché du financement. Ce genre de communication scientifique remet en cause le préjugé positif selon lequel l'éducation et la science sont utiles et nécessaires. Elle le remet en cause en avançant le doute qu'inspire l'évolution actuelle.

Personne ne nie la valeur de la science en tant que telle. Sinon, nous n'aurions pas notre système universitaire. Il a été instauré bien avant l'invention de la communication scientifique. Christoph Pappa, secrétaire général de l'Université de Berne, déclarait en mars 2014 dans *Horizons*: «A l'ère de la compétition entre institutions de formation, de la concurrence croissante et de la réduction des moyens financiers, vous devez pouvoir mettre en évidence ce qui fait la force de l'Université. Sans quoi,

«La culture florissante des relations publiques réduit la science à quelques amabilités et esthétise la recherche.»

«J'interdirais les superlatifs et je stopperais les relations publiques. Ce qui est important se diffuse de toute façon dans la société.»

tôt ou tard, vous irez au-devant de difficultés.» Soit il formule une banalité - tout le monde sait à quoi sert une université - soit il redoute le discours critique sur le milieu scientifique.

Or, les motifs de critique existent. Les hautes écoles (tout comme les institutions culturelles) doivent se distinguer au niveau régional, national et international. Elles se développent pour devenir des facteurs d'image, des moteurs d'économie régionale. Le politique encourage les partenariats avec l'économie, les chaires financées par des tiers, la rentabilité, des faits politiquement exploitables, des utopies scientifiquement étayées. Les hautes écoles, notamment les HES, suivent joyeusement. On est prêt à accepter la privatisation silencieuse de cette ressource sociale qu'est l'université. Les discussions autour du sponsoring de l'UBS International Center of Economics à l'Université de Zurich, sur la chaire Swisscom à l'EPFZ ou sur le sens ou le non-sens du Human Brain Project, bâti sur des promesses gigantesques et politiques, témoignent de l'orientation politique du milieu scientifique.

Quand elle est plus modeste, la science s'affiche volontiers en partenaire local du politique. «La recherche, en toute situation», tel est le dogme de la communication scientifique. Elle a beau se la jouer sobre, elle est partie prenante de cette transformation de la culture interne des universités et des hautes écoles. Elle rend la science triviale et en fait un concept utilitariste. Elle sape l'idée que la science et la recherche constituent un univers propre, et qu'elles peuvent prétendre à l'incompréhension, aux fausses pistes et à l'absurde;

que la science est un système qui ne peut être productif qu'en tant que ressource collective, et qu'elle n'est pas soluble dans des marques compétitives.

Je crains que l'identification des citoyens avec le milieu scientifique ne faiblisse, au fur et à mesure que celui-ci évolue vers la culture du spectacle. Cette apparente proximité suscite du scepticisme, la transmission ininterrompue d'informations produit du stress. Les adultes sont capables de saisir l'importance des institutions scientifiques et culturelles pour la société. Qu'on leur prémâche cette importance les contrarie. Que la transmission du message se fasse en usant du niveau d'un journal illustré les irrite.

Le doute du public

Car rien ne rend le citoyen plus sceptique que la propagande. Or, la majeure partie de la communication scientifique est de la propagande. Elle n'a pas le droit d'évoquer l'échec, seulement les succès. Mais là où la critique et la distance font défaut, la confiance s'effrite. Elle aggrave donc le problème qu'elle entend résoudre en dissimulant une source de connaissance significative: le doute du public.

Dans le magazine *Oec.* de juin 2014, Josef Falkinger, professeur d'économie financière et de macroéconomie à l'Université de Zurich, cite trois facteurs sur lesquels repose la confiance dans le milieu scientifique: la compétence, l'honnêteté intellectuelle et la conviction qu'il vaut la peine de «se servir de sa raison» et d'«en faire publiquement usage» (Emmanuel Kant). «Il ne s'agit pas, écrit-il, de savoir qui est le meilleur et qui gagne, mais ce que cela

finira par donner, en termes de connaissance ou de technique. La confiance baisse avec la multiplication des superlatifs.»

C'est pourquoi j'interdirais les superlatifs et je stopperais les relations publiques. Ce qui est important se diffuse de toute façon dans la société, grâce à ceux qui appliquent la connaissance, grâce à l'enseignement, à l'intérêt critique des médias pour le milieu universitaire, à l'économie. La communication interuniversitaire est assurée par l'échange au sein de la communauté scientifique. La science n'a pas besoin de l'autocontemplation qui agite le show-biz. Le discours sur la politique de l'éducation existe sans les relations publiques. Pour cela, nous avons des médias indépendants. Que ce discours puisse aussi exprimer des doutes est une question d'honnêteté. Et la critique un signe de scientificité. Ce n'est que comme cela que la science avance, en particulier et en tant que système.

Le texte (en allemand) dans son entier est disponible sous www.sciencecomm.ch.

La technique, une affaire d'hommes

Malgré de nombreux encouragements, on continue à manquer d'ingénieurs, de chimistes, de physiciens et d'informaticiens. Des données détaillées et des analyses plus précises devraient servir de base pour amorcer un vrai changement de tendance. *Par Marcel Falk*

C'est un sujet de conversation que les parents affectionnent: les jeunes, les enfants, voire les bébés, ont un mal fou à se séparer de leur smartphone ou de leur tablette. Ces appareils fascinent, la technique, apparemment, enthousiasme. Et pourtant, toutes les nations industrialisées occidentales éprouvent le même problème. Depuis des années, trop peu de garçons, et surtout trop peu de filles, veulent devenir ingénieurs et scientifiques. Malgré de nombreuses initiatives menées dans les écoles et en dehors, ce personnel qualifié manque à l'économie.

Manifestement, les problèmes sont plus compliqués qu'on ne le pensait. Des spécialistes du domaine de la formation cherchent à présent à fonder l'encouragement des sciences naturelles et techniques sur des données solides. L'équipe de Peter Labudde, de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW), a interrogé à cet effet plus de 3500 élèves et comparé leurs réponses avec celles de personnes ayant choisi des études ou une profession dans le secteur des sciences naturelles ou techniques. Certains résultats donnent à réfléchir.

La popularité des matières scientifiques et des mathématiques varie ainsi beaucoup. La discipline préférée des gymnasiens est la biologie, et la physique celle qu'ils aiment le moins. Dans l'ensemble, les mathématiques ne sont guère appréciées. Les écarts entre les notes et la part de résultats insuffisants y sont beaucoup plus importants que dans les autres disciplines. Est-ce que ce sont ces mauvaises notes qui dissuadent les jeunes de choisir des études en informatique, en sciences de l'ingénieur ou en physique?



Selon un sondage effectué auprès de 3500 écolières et écoliers, les professions techniques sont perçues comme utiles mais aussi comme peu créatives. Photo: Shutterstock/Hurst Photo

Mais le cadre scolaire n'est pas le seul susceptible de susciter de l'enthousiasme pour une thématique. La famille joue aussi un rôle essentiel. Les différences entre filles et garçons sur ce point sont énormes: seules 40% des filles ont l'impression que leur famille éveille leur intérêt pour la technique. Alors que c'est le cas de 64% des garçons. Fait intéressant: cette disparité entre les genres n'existe pas en sciences naturelles.

Stéréotypes tenaces

Dans le domaine technique, les garçons s'estiment par ailleurs compétents, alors que c'est rarement le cas des filles. Ce manque de confiance en soi est apparu même chez celles qui avaient bénéficié d'encouragements semblables et présentaient le même intérêt pour la technique que les garçons. Pour les chercheurs, ce résultat est lié à des stéréotypes tenaces: les deux sexes considèrent la technique comme une affaire d'hommes.

Dans le choix de leur future profession, l'idée que les enfants et les jeunes se font du métier est déterminante. L'image des professions scientifiques et techniques n'est que partiellement positive. Elles sont perçues comme modernes et utiles mais aussi comme peu créatives, voire monotones. Les métiers de l'ingénieur sont de plus jugés risqués, et on leur reproche d'être à l'origine de «nouveaux produits inutiles».

Pour Rudolf Künzli, ancien directeur de la Haute école pédagogique FHNW, les initiatives qui visent à encourager uniquement les sciences naturelles et techniques seraient même préjudiciables à l'image de ces professions. «Pendant la puberté, il est naturel que l'intérêt pour le social prédomine, rappelait-il récemment dans l'hebdomadaire *Schweiz am Sonntag*. En dépréciant ces thématiques, on ne peut qu'être perdant. Il serait plus utile de souligner les points communs entre sciences naturelles et sciences humaines.»

Le champ reste donc très ouvert. Un point de vue partagé par les chercheurs spécialistes de la formation. Leur proposition de mettre sur pied un Programme national de recherche sur la formation et l'encouragement de la relève dans le domaine des sciences naturelles et techniques est en cours d'évaluation.

Marcel Falk dirige le Service de communication de l'Académie suisse des sciences naturelles.

Source:

Académies suisses des sciences (2014): Baromètre de la relève MINT en Suisse – L'intérêt des enfants et des adolescents pour les formations en sciences naturelles et techniques. Swiss Academies Reports 9 (6).

Une diversité perdue à jamais

Dans les années 1970, l'agriculture et les détergents textiles phosphatés ont entraîné l'eutrophisation de nombreux lacs de Suisse. Depuis, la qualité de l'eau s'est nettement améliorée. Mais les puces d'eau, ou daphnies, n'ont pas recouvert leur diversité d'origine. *Par Atlant Bieri*



Les puces d'eau (ici *Daphnia longispina*) se reproduisent généralement de façon asexuée. Les œufs ne donnent naissance qu'à des femelles identiques aux mères. Lorsque l'environnement se détériore, des mâles capables de féconder les œufs naissent aussi. L'image présente une femelle avec deux œufs fécondés. Protégés par une enveloppe, ceux-ci peuvent être conservés pendant des décennies au fond des lacs.

Photo: Christian Rellstab, Eawag



Carotte de sédiments du fond du lac de Greifen. Les différentes couches permettent de lire le passé. Photo: Piet Spaak, Eawag

Les puces d'eau, ou daphnies, mesurent un à deux millimètres. Elles comptent parmi les plus petites espèces de nos lacs, mais leur importance est majeure. Présentes par milliards dans les plans d'eau, elles constituent la principale source de nourriture des poissons juvéniles. Des chercheurs ont fait à présent une découverte inquiétante: leur diversité génétique s'est fondamentalement modifiée au cours des cent dernières années. La faute à l'être humain.

Piet Spaak, directeur du département d'écologie aquatique à l'Institut de recherche dans le domaine de l'eau Eawag, étudie le destin des daphnies depuis vingt-cinq ans. Pour ses études, il recourt à une archive biologique unique en son genre: le fond des lacs où, chaque année, une nouvelle couche de sédiment se dépose. Les couches des carottes de sédiments permettent donc de lire le passé, comme les cernes d'arbre.

Ces couches renferment des œufs dits de durée qui peuvent supporter sans dommage de longues périodes de sécheresse ou le froid, et donner naissance à des larves de daphnie, même au bout de plusieurs décennies. «Mais au fond des lacs, la température ne dépasse pas 4°C et l'oxygène est rare, souligne Piet Spaak. Dans ces conditions, les œufs ne se développent pas.» Au bout de cinquante ans, la plupart d'entre eux sont morts. Mais même un siècle après leur ponte, les chercheurs peuvent toujours les soumettre à des analyses génétiques pour déterminer l'espèce en question.

Piet Spaak et ses doctorants, Nora Brede, Cristian Rellstab et Markus Möst, ont

prélevé tellement d'échantillons à des profondeurs différentes dans de nombreux lacs de Suisse et d'Italie qu'aujourd'hui ils peuvent documenter entièrement le développement des daphnies au cours des cent dernières années.

D'après la reconstitution qu'ils ont pu effectuer, les lacs des Préalpes abritaient surtout l'espèce *Daphnia longispina* pendant la première moitié du XXe siècle. Spécialisée dans les plans d'eau pauvres en substances nutritives, elle se reproduisait lentement dans les lacs jadis relativement propres. Sa particularité: elle s'efforce d'éviter les poisons en ne venant se nourrir d'algues à la surface de l'eau que durant la nuit. Le jour, elle se cache dans les profondeurs.

Dans les années 1930, la situation a commencé à se dégrader, car l'agriculture a déversé toujours plus de purin dans les ruisseaux et les rivières. L'industrie et l'augmentation du nombre de ménages ont aussi contribué à accroître les eaux usées non épurées. Ces deux conditions ont rendu la vie dure à *Daphnia longispina*. Les eaux usées agissant comme un fertilisant végétal, les algues ont commencé à se reproduire à toute vitesse dans les lacs. Des proliférations d'algues se sont ensuivies, lesquelles, une fois leur cycle de vie terminé, se déposaient au fond des lacs où elles étaient dégradées par des bactéries. Celles-ci ont consommé l'oxygène présent dans l'eau, ce qui a entraîné l'asphyxie de la plupart des autres espèces. Un processus que les biologistes appellent eutrophisation.

Une autre espèce prolifère

Cette phase a atteint son point culminant dans les années 1970. L'agriculture s'est intensifiée, et les détergents textiles phosphatés étaient populaires. Le phosphore agissait comme une charge concentrée de fertilisant artificiel et stimulait encore davantage la croissance des algues. Pendant cette phase, une autre espèce de daphnies est entrée en scène: *Daphnia galeata*. Jusque-là, elle menait une existence discrète dans les régions alpines et, à la différence de *Daphnia longispina*, elle était spécialisée dans les cours d'eau riches en substances nutritives. Elle s'est mise à proliférer dans les lacs eutrophes.

Les deux espèces sont apparentées. Or, comme les daphnies mâles ne font pas les difficiles lorsqu'il s'agit de choisir un partenaire, ils se contentent sans autre d'une femelle d'une autre espèce. «Les daphnies mâles ont tendance à copuler avec tout et n'importe quoi, explique Piet Spaak. Quand on plonge une pipette dans un verre, ils s'y accrochent.»

C'est ainsi que *Daphnia galeata* et *Daphnia longispina* ont donné naissance à des hybrides, parfaitement adaptés aux conditions des lacs suisses eutrophes. «Les hybrides combinaient les avantages des deux espèces», poursuit le scientifique, qui suppose qu'il a fallu dix à vingt ans pour que se fasse l'adaptation à la nouvelle nature

de l'eau. «Normalement, l'évolution avance à coup de modifications du patrimoine génétique, qui se produisent par hasard, rappelle-t-il. Cela peut prendre des milliers d'années. L'hybridation accélère ce processus.»

Lacs eutrophes

A partir de là, les hybrides se sont reproduits et ont dominé les lacs eutrophes. *Daphnia galeata* a pu, elle aussi, se maintenir en fortes concentrations. *Daphnia longispina*, en revanche, est devenue une espèce marginale. Dans les lacs qui sont encore marqués aujourd'hui par un apport important de fertilisants, la composition des espèces se présente toujours ainsi. C'est le cas du lac de Greifen (Greifensee en allemand), dans le canton de Zurich. Au cours des cinquante dernières années, la concentration de phosphore y est passée de 500 microgrammes à 70 microgrammes par litre d'eau, mais ce taux reste aussi élevé que celui qu'on observait dans le lac de Constance à l'époque de la plus forte pollution. Le lac de Greifen est donc toujours eutrophe. Des poissons comme les feras ne peuvent pas s'y reproduire d'eux-mêmes, car leurs œufs sont asphyxiés.

Avec l'interdiction des détergents textiles phosphatés dans les années 1980 et la construction de stations d'épuration, la qualité de l'eau de nombreux lacs s'est améliorée. Les hybrides et *Daphnia galeata* se sont alors raréfiés. Comme dans le lac de Constance, le lac des Quatre-Cantons ou le lac de Walenstadt, où *Daphnia longispina* a repris le dessus.

Cependant, en analysant les gènes de cette dernière, les chercheurs ont constaté que cette espèce n'est plus la même qu'il y a cent ans. Le fait qu'elle se soit reproduite avec *Daphnia galeata* a irréversiblement modifié son patrimoine génétique: les nouvelles *Daphnia longispina* sont un croisement des deux espèces. Autrement dit, l'ancienne espèce de daphnies a disparu, la diversité génétique s'est appauvri et, avec elle, la biodiversité. «Lorsque l'être humain intervient dans l'environnement, les conséquences sont souvent imprévisibles, conclut Piet Spaak. Même lorsque nous supprimons les influences perturbatrices, cela ne veut pas dire qu'ensuite, nous retrouvons la situation d'origine.»

Atlant Bieri est journaliste scientifique libre.

**«Leurs seins
sont menaçants»**

Devenir une patiente permanente sans être malade, voilà le défi auquel sont confrontées les femmes porteuses d'un risque génétique, affirme Maria Caiata Zufferey, sociologue.
Par Fleur Daugey

Maria Caiata Zufferey, depuis une quinzaine d'années, il est possible de tester la présence d'une mutation génétique qui prédispose au cancer du sein et des ovaires. A quoi font face les femmes qui en sont porteuses?

Dans la population générale, le risque de développer un cancer du sein avant 70 ans est de 10%. Il grimpe à des taux de 45 à 85% chez les porteuses de la mutation des gènes BRCA1/BRCA2. Quand ces femmes reçoivent la nouvelle de leur statut de personne à risque génétique, on leur transmet également des recommandations: des contrôles tous les six mois dès l'âge de 25 ans, l'extraction des ovaires idéalement avant 40 ans et l'ablation des seins, la mastectomie, qui est une option à évaluer au cas par cas. La décision finale revient toutefois à la femme. L'auto-détermination est un principe central dans ce domaine.

Ces personnes en bonne santé se retrouvent avec une épée de Damoclès au-dessus de la tête et l'obligation de faire des choix qui impliquent des interventions chirurgicales lourdes.

Oui, c'est pourquoi j'ai choisi d'étudier comment ces femmes agissent face à l'incertitude. Comment s'y prennent-elles pour gérer ce risque de maladie au quotidien et au cours du temps? J'ai recueilli les récits de vie de 32 femmes de 26 à 60 ans, en Suisse romande et au Tessin, qui étaient informées de leur état depuis au moins trois ans. Les personnes que j'ai reçues en entretien ont envisagé d'effectuer le test à la suite de la maladie ou du décès d'une proche, une mère ou une grand-mère par exemple.

Comment vivent-elles cette nouvelle?

Elles ressentent une grande responsabilité vis-à-vis de leurs ancêtres. Ces femmes s'estiment privilégiées d'avoir accès à cette information. Elles sont redevables envers les femmes de leur famille qui ont subi un cancer et n'ont pas eu la chance de pouvoir le prévenir. Elles souhaitent toutes utiliser cette information à bon escient et éprouvent aussi un sentiment de responsabilité vis-à-vis de leur conjoint et de leurs enfants. Celles qui ont des filles mettent également l'accent sur le fait de donner de l'espoir à leurs enfants et d'être pour elles un bon exemple.

Vos résultats indiquent que, malgré une trajectoire médicale relativement balisée, les patientes se trouvent souvent démunies dans leurs rapports avec les médecins.

En effet, le milieu médical suisse n'est pas toujours adapté au statut particulier des personnes à risque génétique. La médecine préventive est une nouveauté qui ne fait pas encore consensus. Les femmes se

retrouvent face à plusieurs intervenants qui peinent à communiquer entre eux et ont parfois des avis contradictoires: le médecin traitant, le gynécologue, le radiologue. Parfois aussi le chirurgien lorsqu'une opération se profile. Une sensibilisation accrue du monde médical à cette nouvelle catégorie de patient paraît importante et se fera au fil du temps. Il ne faut pas oublier que ce type de test est récent.

A quels discours médicaux ces patientes se trouvent-elles confrontées?

On peut distinguer trois manières d'accompagner le choix de la patiente. Une des femmes que j'ai reçues m'a confié qu'elle estimait que son gynécologue ne «se mouillait pas assez». Elle souhaitait obtenir son avis d'expert pour réussir à

«Les femmes se retrouvent face à plusieurs intervenants qui peinent à communiquer entre eux et ont parfois des avis contradictoires.»

prendre une décision, mais il s'y refusait: «Je présente les informations, vous en disposez», lui a-t-il rétorqué. D'autres médecins expriment l'attitude inverse et dépossèdent la patiente de sa liberté de choix. Je pense notamment au cas d'une femme de 60 ans qui n'avait toujours pas subi l'ablation des ovaires, car son gynécologue pensait qu'une surveillance régulière suffisait. Ce qui est contraire à toutes les recommandations. Enfin, l'attitude qui me semble la plus intéressante est celle d'un véritable travail de construction de la décision entre la patiente et son médecin. Ce dernier donne un avis argumenté après avoir échangé avec sa patiente en fonction de son cas, toujours unique. Il pourra lui livrer ensuite le discours suivant: «Au vu des données médicales dont nous disposons et de votre situation personnelle, voici la démarche qui me semble la plus appropriée.» Cette aide à la décision est indispensable.

Ce type de relation avec les médecins donnera-t-il de meilleures chances de faire un bon choix?

Je le crois. On réalise le bon choix lorsque de bonnes raisons de le faire s'imposent. Afin de s'approprier l'action entreprise

et ne pas la regretter ensuite. Il faut donc élaborer des arguments autour de ce choix, le rendre sensé à ses propres yeux et à ceux d'autrui. Ce travail, la femme ne peut pas le réaliser toute seule. Elle a besoin de soutiens adéquats. L'expertise médicale est indispensable pour qu'elle prenne la mesure des risques encourus et des possibilités qui lui sont offertes. La relation au conjoint et aux proches entre également en jeu. Actuellement, il manque à ces patientes la possibilité de partager leur expérience avec des femmes se trouvant dans des situations similaires. La création de groupes de paroles et de communautés virtuelles paraît importante pour réduire le sentiment d'isolement. Elles sont en demande de ce type de soutien.

«Les femmes qui ont eu recours à la mastectomie sont satisfaites, malgré les difficultés physiques et psychologiques qu'engendre cette opération.»

A quels dilemmes ces femmes doivent-elles trouver une réponse?

Les personnes entre 35 et 45 ans font face aux décisions les plus difficiles parce que leur projet de maternité n'est parfois pas encore accompli ou qu'elles ne vivent pas une relation stable. Je pense à une femme de 40 ans, divorcée avec deux enfants. Elle souhaitait effectuer une mastectomie, mais cette décision se heurtait à son désir d'accueillir un nouvel homme dans sa vie. Pour elle, il était impossible de se lancer dans une nouvelle relation après avoir subi ce qu'elle vivait comme une mutilation. Ce type de conflit intérieur peut pousser certaines femmes à se distancier des recommandations médicales. Environ la moitié de celles que j'ai interrogées les suivaient. Mais certaines laissent passer les délais prescrits tandis que d'autres les devancent. Deux femmes de 33 ans qui avaient déjà des enfants ont insisté auprès du corps médical pour se faire retirer les ovaires. Elles vivaient très mal leur situation et préféraient subir les conséquences d'une ménopause précoce.

Certaines en viennent-elles à considérer leurs organes comme des ennemis?

Tout à fait. Mon échantillon n'est pas représentatif de la population générale, mais j'ai tout de même été surprise de constater que plus de la moitié des femmes avaient procédé à une mastectomie ou l'envisageait à court terme. Celles qui y ont eu recours en sont satisfaites, malgré les difficultés physiques et psychologiques qu'engendre cette opération. L'une d'elles disait avoir «mis son corps en chantier pendant plusieurs mois». Souvent, elles n'envisagent pas la chirurgie dès le départ, mais changent d'avis au cours du temps. Quand elles passent une mammographie, le radiologue peut voir quelque chose d'étrange sans pouvoir l'identifier avec certitude. Elles subissent alors une biopsie et l'attente des résultats est anxiogène. Leurs seins deviennent de plus en

plus menaçants. Petit à petit, elles se séparent symboliquement de cette partie de leur corps jusqu'à exiger l'opération et dire «enlevez-moi ça!»

Comment vit-on ce statut de personne non malade mais à risque?

C'est un statut complexe. Il présente l'avantage d'offrir une prise en charge mais peut se révéler inconfortable. Là encore, le milieu médical n'a pas toujours une réponse appropriée. Par exemple, une femme avait interrompu les mammographies durant sa grossesse et son allaitement. Elle n'a donc pas fait l'objet de surveillance pendant deux ans. Quand elle a souhaité obtenir un rendez-vous chez le radiologue, la secrétaire de ce dernier lui a opposé un délai de six mois, arguant qu'elle était jeune et qu'elle n'avait pas de cancer. Ces patientes passent souvent après les malades. En même temps, le monde médical et leurs proches leur demandent de tout faire pour ne pas développer de maladie. D'où l'inconfort de leur situation.

Qu'envisagez-vous pour la suite de vos recherches?

Je serais intéressée à recueillir l'expérience des médecins, dont la position n'est pas aisée. Leurs patientes les confrontent à de nombreux questionnements qui ont trait à la mort, à la sexualité, à l'identité féminine et maternelle. Des sujets complexes qui dépassent le champ du corps. J'aimerais aussi écouter la parole des conjoints. Comment accompagnent-ils leur partenaire face à l'incertitude?

Fleur Daugey est journaliste scientifique libre.

Maria Caiata Zufferey

Maria Caiata Zufferey est née et a grandi à Lugano, au Tessin. Elle a étudié les sciences sociales à l'Université de Fribourg où elle a décroché en 2004 sa thèse sur le thème des sorties de la toxicomanie. Après quelques séjours au CNRS à Paris et à l'Imperial College de Londres, elle a intégré la Faculté des sciences de la communication de Lugano de 2005 à 2011. Depuis trois ans, elle poursuit ses recherches au Département de sociologie de l'Université de Genève, grâce à un subside Ambizione du FNS.

Comment évolue le virus du sida

Capable de se recombiner, le VIH demeure un casse-tête pour la recherche thérapeutique. De précieux renseignements sur ce phénomène viennent d'être découverts grâce à l'analyse de génomes viraux détectés dans de larges populations. *Par Fabien Goubet*

Le VIH est un virus aux multiples visages. Il en existe plusieurs sous-types, chacun avec sa propre séquence génétique. Ces sous-types sont souvent, mais pas systématiquement, associés à des zones géographiques, notamment en Asie et en Amérique du Sud, ou à des groupes à risque, par exemple les consommateurs de drogues injectables ou les professionnels du sexe. Pour compliquer le tout, deux sous-types différents sont capables d'en engendrer un nouveau jamais observé jusqu'alors, comme le fait le virus de la grippe. On parle de recombinaison, un phénomène constaté pour la première fois pour le VIH en 1996. Depuis, les virologues détectent plusieurs nouveaux recombinaisons chaque année.

Aujourd'hui, on ne sait pas exactement dans quelle mesure la recombinaison affecte l'évolution globale du virus. Est-ce qu'elle contribue à diversifier le génome du VIH ou bien, au contraire, à l'homogénéiser? Difficile à dire sans une analyse à grande échelle. Le groupe de recherche de Séverine Vuilleumier, de l'Université de Lausanne et du CHUV, a développé un outil mathématique «destiné à mieux décrire l'histoire démographique des sous-types de virus pour dégager des tendances sur son évolution future».

Consommateurs de drogue

Dans un premier temps, les chercheurs ont analysé les séquences génétiques des sous-types de virus VIH détectés en Chine. Grâce à leur méthode, ils ont retracé l'historique des vagues successives d'infections virales dans ce pays. Ainsi, les auteurs ont mis en évidence qu'en Chine, les sous-types B puis C (respectivement d'origine thaïlandaise et indienne) ont initialement généré une épidémie parmi les consommateurs de drogue dans les années 1980, «ce qui est concomitant avec l'explosion du trafic dans cette partie du globe à cette époque», note Séverine Vuilleumier.



Agée de 7 ans, la petite Chinoise Ma Ru est née avec le virus du sida.

Photo: Keystone/EPA/Michael Reynolds

A mesure que l'épidémie s'est étendue, un nombre croissant de recombinaisons sont apparus. Puis, dans les années 1990, une seconde épidémie due au sous-type CRF01-AE s'est répandue au sein de la population homosexuelle masculine. Ce dernier a par la suite été responsable de la plus forte augmentation des infections en Chine. Actuellement, l'épidémie demeure composée de ces trois sous-types, ainsi que d'un grand nombre de recombinaisons.

«En Chine, les sous-types dominants semblent donc liés aux groupes à risques et à leurs interactions, estime-t-elle. Mais ce n'est pas une règle d'or. En Amérique du Sud, ce sont les vagues de migration successives, comme nous l'avons ensuite démontré.»

Poursuivant l'analyse, les chercheurs ont étudié les génomes viraux au niveau mondial. Résultat, «le génome du VIH tend vers une homogénéisation des recombinaisons», relève Séverine Vuilleumier. Avant d'avertir: «Il ne faut pas pour autant en

déduire qu'il n'y aura plus qu'un seul type de VIH. Un nouveau recombinaison peut surgir n'importe quand et bouleverser la donne.» Son équipe collabore actuellement avec le virologue du CHUV Amalio Telenti et avec Jeffrey Jensen, généticien des populations à l'EPFL. «La plupart des recherches ne se font pas sur les recombinaisons. Grâce à nos travaux, nous sommes parvenus à créer des passerelles avec ces scientifiques. Peut-être que nos résultats seront de nature à contribuer à mieux cibler les sous-types et recombinaisons les plus importants et adapter les thérapies en conséquence», conclut-elle.

Fabien Goubet est rédacteur scientifique au quotidien *Le Temps*.

La chimie doit jouer

Dans le monde animal, la vie de famille est marquée par des conflits. Quel degré d'attention les parents doivent-ils accorder à leur progéniture? Vaut-il la peine pour un jeune d'aider ses frères et sœurs ou a-t-il intérêt à leur voler la nourriture? Ce sont là des questions qu'étudie le biologiste de l'évolution Mathias Kölliker, de l'Université de Bâle. L'animal qui lui sert de modèle est le perce-oreille, un des rares insectes dont les femelles s'occupent de leurs rejetons. Elles surveillent les œufs, nourrissent les jeunes et les protègent contre leurs ennemis. Il s'agit d'une forme primitive de soins apportés aux petits. Les jeunes perce-oreilles ne dépendent pas autant de leurs parents que les petits mammifères ou les oisillons. Ils peuvent déjà chercher eux-mêmes leur nourriture, mais en quémangent aussi. Ils le font au moyen de substances chimiques présentes sur leur carapace.

Mathias Kölliker et ses collaborateurs ont maintenant découvert que les femelles utilisaient les mêmes signaux chimiques pour transmettre des informations à leurs petits. A la manière des femelles qui réagissent aux demandes des jeunes, ceux-ci comprennent les signaux envoyés par leur génitrice. Ils adaptent leur comportement et partagent, suivant les cas, plus ou moins d'aliments avec leur fratrie. Si la femelle est, par exemple, en mauvais état et qu'elle risque de devoir abandonner ses petits, il vaut la peine pour un jeune perce-oreille de se préoccuper de ses frères et sœurs, note le chercheur. En groupe, les insectes peuvent en effet mieux se défendre contre des ennemis et plus facilement trouver à se nourrir. *Simon Koechlin*

J.W.Y. Wong, C. Lucas & M. Kölliker (2014): *Cues of Maternal Condition Influence Offspring Selfishness. PLoS ONE 9: e87214.*



La femelle perce-oreille maternelle s'occupe de ses petits.



Illustration numérique de l'ADN.

L'importance de l'«ADN poubelle»

Pourquoi certains individus sont-ils plus exposés aux maladies que d'autres? La responsabilité n'en incombe pas toujours aux gènes, c'est-à-dire aux segments codants de l'ADN, du moins lorsqu'il s'agit d'affections complexes comme le diabète de type 2. En effet, les différences entre le génome des personnes saines et celui des gens malades se situent notamment au niveau des parties non codantes, des zones qui se trouvent entre les différents gènes et que l'on désignait il y a encore quelques années sous le nom d'«ADN poubelle».

Depuis, il a été établi que ces portions variables déterminent quand, dans quelle cellule et dans quelle mesure les gènes sont actifs. Elles jouent un rôle important dans ce qu'on appelle l'épigénétique. La densité de compactage du génome y occupe une place prépondérante. Complètement déroulée, la double hélice de l'ADN humain mesure environ deux mètres de long. Dans nos cellules, elle s'enroule toutefois autour de protéines et parvient à se loger dans une bille dont le rayon est un million de fois plus petit.

Avec des collègues de l'Université de Stanford (Etats-Unis), la bio-informatique suisse Judith Zaugg a cherché à savoir quelles étaient les zones les plus densément compactées et donc inactives du génome de dix-neuf sujets originaires d'Europe, d'Asie et d'Afrique. Ses recherches ont mis en évidence d'importantes différences entre les individus étudiés. Selon Judith Zaugg, ces disparités s'expliquent par le fait que, selon la séquence d'ADN, des protéines supplémentaires peuvent se fixer sur les parties variables entre les gènes et ainsi influencer non seulement la densité de compactage, mais également l'activité des gènes et finalement le risque de diabète. *ori*

M. Kasowski et al. (2013): *Extensive variation in chromatin states across humans. Science 342: 750-752.*

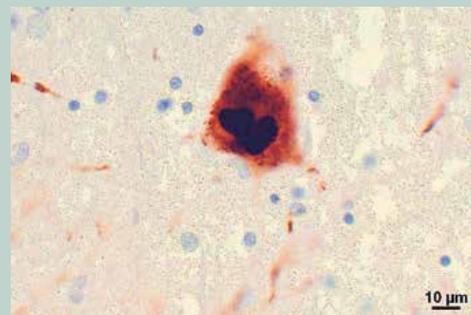
La génétique contre Parkinson

La maladie de Parkinson est caractérisée par une dégénérescence des neurones dans le cerveau moyen. Elle provoque une rigidité, des tremblements et d'autres problèmes moteurs qui rendent la vie des patients touchés difficile. Il n'existe actuellement pas de médicaments susceptibles de bloquer ou de ralentir son évolution. Roger Nitsch, professeur de psychiatrie moléculaire à l'Université de Zurich, place toutefois ses espoirs dans un anticorps humain modifié génétiquement. Lors d'essais sur des souris, cette substance active a permis d'atténuer les symptômes de la maladie. Elle doit maintenant être testée sur des humains.

Les raisons de la dégénérescence neuronale induite par le Parkinson n'ont pas encore pu être éclaircies. Les chercheurs supposent que des protéines mal pliées - des variantes anormales de protéines - sont impliquées dans le phénomène. Elles sont en effet présentes dans les corps de Lewy, des agrégats fibreux qui se forment au sein des cellules nerveuses des malades. L'anticorps développé par l'équipe de Roger Nitsch se fixe de façon ciblée sur les protéines mal pliées et les neutralise. Lors d'essais sur des animaux, le nombre des corps de Lewy a diminué après l'administration de l'anticorps. L'objectif des scientifiques zurichois est de ralentir la progression de la maladie.

Les protéines mal pliées ne sont pas seulement associées à Parkinson, mais aussi à Alzheimer ainsi qu'à la sclérose latérale amyotrophique (SLA), mieux connue aujourd'hui grâce à la campagne de dons «Ice Bucket Challenge» organisée récemment sur Internet. Le groupe du professeur Nitsch cherche aussi à mettre au point des traitements pour ces affections. *Thomas Pfluger*

M. Hanenberg et al. (2014): *Amyloid-β Peptide-specific DARPins as a Novel Class of Potential Therapeutics for Alzheimer Disease. Journal of Biological Chemistry 289: 27080-9.*



Corps de Lewy colorés en brun dans le tissu cérébral d'un patient atteint de Parkinson.

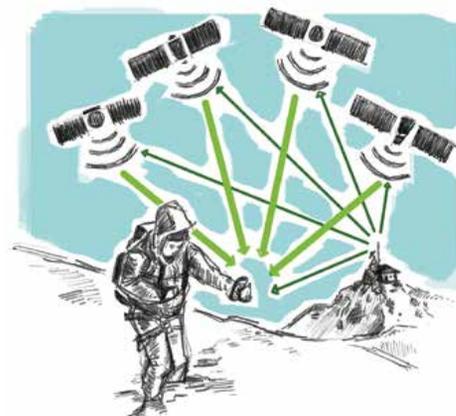
Mesurer le relief

Par Philippe Morel. Illustrations Dominik Richard Kurmann

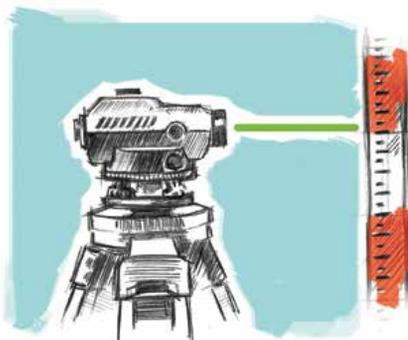
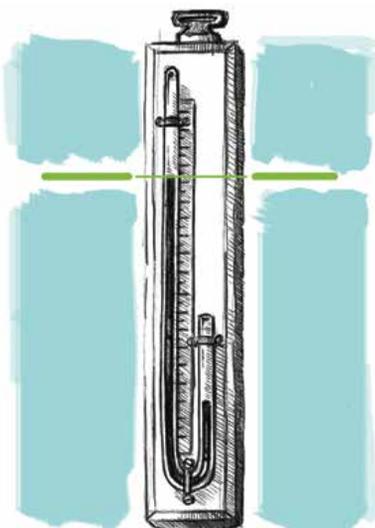
1 Avec la longitude et la latitude, l'altitude d'un point est la troisième coordonnée nécessaire permettant d'en définir la position. Mais comment la mesurer? A la fin du XVIII^e siècle, des scientifiques partent à l'assaut des cimes alpines, un baromètre sur le dos, afin de déterminer la hauteur des sommets. Le poids de la colonne d'air en un point donné diminuant avec l'altitude, la pression qu'elle exerce décroît également. En mesurant cette dernière, il est donc théoriquement possible d'en déduire l'altitude à laquelle se situe le baromètre. Mais c'est sans compter que la pression atmosphérique en un endroit donné peut connaître de fortes variations en l'espace de quelques heures: pour peu que du mauvais temps – une dépression – approche, la mesure du baromètre prend l'ascenseur alors qu'il ne bouge pas. La technique est donc pratique, mais très peu précise.



2 Une autre méthode, nettement plus compliquée à mettre en œuvre, est le nivellement. A partir d'un point défini comme l'altitude zéro, des géomètres mesurent précisément le dénivelé entre un point et un jalon gradué situé à distance à l'aide d'un niveau à bulle. En additionnant les différences de niveau, on obtient l'altitude du jalon. Une variante est le nivellement par trigonométrie où des mesures d'angles entre les points permettent de calculer le dénivelé, mais avec une perte de précision.



3 Même s'il n'a pas été conçu pour mesurer l'altitude, le GPS est devenu un outil incontournable dans ce domaine. Il suffit qu'un appareil capte les signaux de quatre satellites pour qu'il soit possible de déterminer la hauteur d'un point donné. Mais une telle mesure directe est assez peu précise. Afin de l'améliorer, l'astuce consiste à installer une station de référence dont l'altitude est établie avec précision et de calculer la différence de niveau entre cette station et le point de mesure. Les variations du signal des satellites GPS étant quasi identiques pour deux stations proches, il est possible de les soustraire et d'obtenir ainsi l'altitude réelle.



Seule une recherche internationale peut avoir une valeur universelle

Par Thierry Courvoisier

Les scientifiques et les chercheurs sont des hommes et des femmes ancrés dans une culture locale. La science est malgré tout universelle et profondément internationale.

Le fait que cette dernière soit fortement marquée par des facteurs locaux est illustré de manière intéressante par le développement de la théorie des semi-conducteurs

SCNAT



et de la physique des plasmas. Dans les années 30 et 50, des physiciens américains et britanniques avançaient dans ce domaine avec des modèles dans lesquels les électrons étaient soit libres, soit liés aux atomes. Il était toutefois difficile d'expliquer de cette façon les propriétés de corps solides ou de plasmas (des gaz dans lesquels les particules

sont chargées électriquement). En Union soviétique, les physiciens vivaient dans une société au sein de laquelle les mouvements collectifs marquaient le paysage social. Ils ont transposé cette façon de penser dans leurs réflexions scientifiques et introduit des effets collectifs qui sont connus aujourd'hui sous le nom de phonons ou de plasmons (A.B. Kojevnikov: *Stalin's Great Science*. Imperial College Press, 2004). Cela n'est qu'un parmi une multitude d'exemples qui montrent que les chercheurs sont naturellement influencés par leur environnement social et culturel.

Le chemin qui mène d'une idée ou d'une intuition à un savoir scientifique est toutefois long. Un tel processus implique de très nombreuses interactions avec des chercheurs qui raisonnent différem-

ment, qui critiquent et enrichissent l'idée initiale et la confrontent avec leur propre manière de penser. C'est cette partie du processus de développement scientifique qui est profondément internationale. Ce n'est que grâce à semblable confrontation avec des milieux différents que la science peut passer du local à l'universel. Dans l'exemple ci-dessus, ce sont les discussions avec les Américains qui ont permis aux premiers concepts soviétiques de se développer et de s'établir.

En Europe, nous avons l'immense avantage de disposer d'une incroyable diversité de cultures dans un espace relativement petit. Cela signifie que les possibilités de confrontation avec des façons de penser différentes, nécessaires dans le processus scientifique, sont devant notre porte.

Nous séparer de l'Europe dans le domaine scientifique signifie que notre recherche ne pourrait plus bénéficier des interactions avec d'autres cultures. Qui estime que les contacts européens peuvent être remplacés par des échanges intercontinentaux fait non seulement fi de l'appauvrissement des interactions qui en résulterait, mais aussi des obstacles importants qui s'ajouteraient dans le processus déjà difficile de la communication scientifique. Au final, un isolement de la Suisse par rapport à la science européenne aurait pour conséquence, à terme, que notre recherche ne serait plus à même de prétendre avoir une valeur universelle.

Thierry Courvoisier est président des Académies suisses des sciences et professeur d'astrophysique à l'Université de Genève. Ce texte est basé sur un exposé qu'il a tenu lors de la manifestation «Es ist unsere Zukunft – Jetzt reden wir» (C'est notre avenir – Maintenant nous parlons) qui a eu lieu le 2 octobre 2014 à Berne. L'entier de sa contribution est disponible en allemand sous cap.unige.ch/courvoisier.

Courrier des lecteurs

Je suis presque toujours positivement surpris par le choix des thèmes de vos points forts. La qualité des articles et du graphisme ainsi que, souvent, la puissance d'expression des photos portraits professionnelles m'impressionnent. Selon moi, *Horizons* l'emporte nettement sur son pendant allemand, le magazine *Forschung*. Au lieu de flatter la vanité de fonctionnaires de la science, vous ne perdez pas vos lecteurs de vue et vous leur donnez matière à réflexion dans un langage compréhensible. Permettez néanmoins une remarque.

A la page 48 du numéro 102 d'*Horizons*, vous avez publié la photo d'un rongeur présenté dans la légende comme un rat musqué. Il s'agit en réalité d'un ragondin. Mon conseil: ne faites jamais confiance aux indications fournies par l'agence de photos. Ne vous fiez qu'à des biologistes expérimentés! Le rat musqué et le ragondin ne sont d'ailleurs même pas étroitement apparentés. Leur ressemblance physique est l'expression de critères de sélection liés à leur habitat aquatique. Leur morphologie reflète leur caractère

De décembre 2014 à mars 2015

Cafés scientifiques

Genève: «Prêts... pour des drogues légales?» (15 décembre); «Prêts... pour une vie sans fin?» (26 janvier); «Prêts... pour une ville intelligente?» (23 février)

Musée d'histoire des sciences, Parc de la Perle du Lac, rue de Lausanne 128, 1202 Genève, à 18h30
 > www.bancspublics.ch

Fribourg: «L'autre côté des mathématiques» (4 décembre); «Et la lumière fut!» (15 janvier); «Homéopathie: impalpable et pourtant réelle» (12 février)

Café «La Cavatine» – Théâtre Equilibre, place Jean-Tinguely 1, 1701 Fribourg, de 18h00 à 19h30
 > www.unifr.ch/cafes-scientifiques/fr

Neuchâtel: «Spécial dix ans: la réalité du rêve américain» (14 janvier); «9 février, quoi de neuf?» (11 février)

Cafétéria du bâtiment principal, Université de Neuchâtel, av. du 1er-Mars 26, 2000 Neuchâtel, de 18h00 à 19h30
 > www.unine.ch/cafescientifique

Jusqu'au 1er février 2015

«Crimes et châtiments»

Musée historique de Lausanne
 Place de la Cathédrale 4
 1005 Lausanne
 > www.lausanne.ch/mhl

Jusqu'au 22 février 2015

«LAB/LIFE»

Musée de la main
 Rue du Bugnon 21
 1011 Lausanne
 > www.museedelamain.ch

Jusqu'au 1er mars 2015

«Oiseaux migrateurs – Au sud sans perdre le nord»

Musée d'histoire naturelle de Fribourg
 Chemin du Musée 6
 1700 Fribourg
 > www.fr.ch/mhn

amphibie, et tous deux sont également des espèces invasives.

Günter Matzke-Hajek, Alfter, Allemagne.

Je vous remercie pour l'excellent article intitulé «Les forces de travail invisibles» paru dans le numéro 102 d'*Horizons*. Je partage entièrement votre point de vue. Il est grand temps d'attirer l'attention sur la situation et notamment les perspectives d'avenir des membres du corps intermédiaire des universités suisses.

André Horak, Université de Berne.

«L'ouverture au monde est déterminante pour la Suisse»

A l'occasion de sa réunion annuelle (Séance de réflexion), le Conseil national de la recherche du FNS a donné la parole à Felix Gutzwiller, conseiller aux Etats et spécialiste réputé en prévention et santé publique. Celui-ci s'est exprimé sur les défis posés à la politique scientifique suisse. Selon lui, notre place scientifique a pu profiter jusqu'ici de bonnes conditions générales: sécurité juridique, financement fiable, accès aux meilleurs cerveaux, collaboration internationale. «Grâce à ces facteurs, la Suisse fait partie des pays les plus innovants et concurrentiels de la planète», a souligné l'ancien membre du Conseil de la recherche du FNS, en précisant que l'ouverture au monde avait toujours été déterminante pour le succès de l'innovation et de la recherche en Suisse. «Elle est aujourd'hui menacée, et il convient de la protéger», a-t-il martelé. Le politicien a



Marco Finsterwald

aussi expliqué que l'acceptation de l'initiative «contre l'immigration de masse» mettait notre pays dans une situation très problématique, le recrutement des meilleurs cerveaux risquant d'être compromis. Pour Felix Gutzwiller, la voix de la science et de la recherche doit se faire davantage entendre au sein de la société. L'engagement accru des institutions en charge de la formation, de la recherche et de l'innovation ainsi que des chercheurs est primordial. Il faut qu'elles soutiennent activement, à moyen et long terme, ce combat pour un espace de la connaissance et de la recherche ouvert en Suisse.

Ambizione: 60 jeunes chercheurs soutenus

Cette année, le FNS a alloué 60 subsides à la relève scientifique dans le cadre d'«Ambizione». Grâce à cet instrument d'encouragement, le FNS permet à de jeunes scientifiques de faire leurs premiers pas dans la recherche indépendante. Près de 32% des bénéficiaires sont des femmes. Les subsides couvrent le salaire et les moyens au service du projet pour une période maximale de trois ans.

Les articles scientifiques de l'année

Le Prix Média 2014 des Académies suisses des sciences a été décerné aux journalistes suivants pour leur remarquable travail de transmission d'informations scientifiques: Julie Zaugg et Clément Bürge, auteurs d'un article sur le thème du «fracking» dans *L'Hebdo*, Catherine Riva, pour son texte sur



Keystone/Anthony Anex

le dépistage par mammographie publié dans *SEPT:info*, ainsi que Mathias Plüss, pour son papier intitulé «Treize erreurs populaires concernant l'intelligence» paru dans *Das Magazin*, et, enfin, Nik Walter, pour sa contribution sur l'expérimentation animale dans la *SonntagsZeitung*.

Energie propre, air propre

La mise en œuvre de la stratégie énergétique doit être compatible avec les objectifs de maintien de la qualité de l'air, affirment les Académies suisses des sciences dans une nouvelle publication.

La combustion du bois, par exemple, est une technique certes favorable à la protection du climat mais dont les émissions ont une teneur très élevée en particules fines. La protection de l'air est néanmoins généralement conciliable avec la protection du climat et la stratégie énergétique,



car les émissions de gaz à effet de serre et les polluants atmosphériques proviennent des mêmes sources. Les Académies recommandent en conséquence de ne soutenir que des mesures de politique énergétique et climatique qui tiennent aussi compte du maintien de la qualité de l'air (www.akademien-schweiz.ch/fr/index/Publikationen/Swiss-Academies-Factsheets).

Horizons

Le magazine suisse de la recherche scientifique paraît quatre fois par an en français et en allemand.

26e année, n° 103, décembre 2014.
www.snf.ch/horizons

Editeur

Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS)
Jürg Dinner, Département Communication
Wildhainweg 3
Case postale 8232
CH-3001 Berne
Tél. 031 308 22 22
abo@snf.ch

Académies suisses des sciences
Secrétariat général
Hirschengraben 11
CH-3001 Berne
Tél. 031 313 14 40
info@akademien-schweiz.ch

Rédaction

Valentin Amrhein (va), responsable
Marcel Falk (mf)
Philippe Morel (pm)
Ori Schipper (ori)
Marie-Jeanne Krill (mjk)
Mirko Bischofberger (mb)

Graphisme, rédaction photos

2. stock süd netthoevel & gaberthüel,
Valérie Chételat
Photo de couverture: Interfoto/SuperStock.
Illustration éditorial: Eliane Häfliger, HEAB

Correction

Jean-Pierre Grenon

Traduction

Catherine Riva

Impression et lithographie

Stämpfli SA, Berne et Zurich
Climatiquement neutre, myclimate.org
Papier: Refutura FSC, Recycling, matt
Typographie: FF Meta, Greta Text Std

Tirage

36 839 exemplaires en allemand,
15 418 exemplaires en français

© Tous droits réservés.

Reproduction avec l'autorisation
souhaitée de l'éditeur.
ISSN 1663 2710

L'abonnement est gratuit. La version papier n'est habituellement distribuée qu'en Suisse et à des organisations à l'étranger.

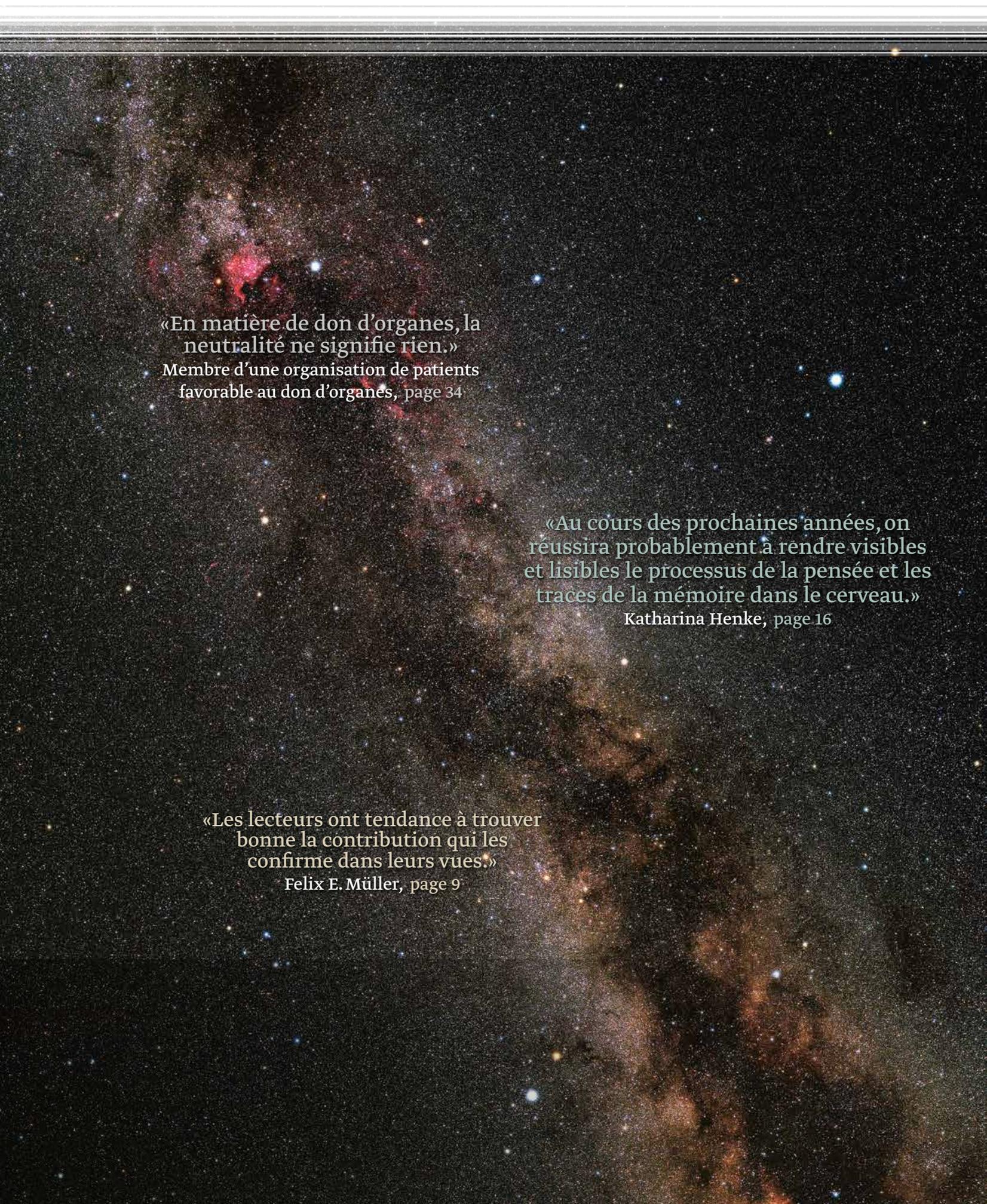
Les articles publiés n'engagent pas les éditeurs (FNS et Académies). Les projets de recherche présentés sont soutenus en règle générale par le FNS.

Le FNS

Sur mandat de la Confédération, le FNS encourage la recherche fondamentale et soutient chaque année, grâce à quelque 800 millions de francs, plus de 3400 projets auxquels participent environ 14 000 scientifiques. Il constitue ainsi la principale institution d'encouragement de la recherche scientifique en Suisse.

Les Académies

Sur mandat de la Confédération, les Académies suisses des sciences s'engagent en faveur d'un dialogue équitable entre la science et la société. Elles représentent la science, chacune dans son domaine respectif, mais aussi de façon interdisciplinaire. Leur ancrage dans la communauté scientifique leur permet d'avoir accès aux expertises de quelque 100 000 chercheurs.



«En matière de don d'organes, la
neutralité ne signifie rien.»

Membre d'une organisation de patients
favorable au don d'organes, page 34

«Au cours des prochaines années, on
réussira probablement à rendre visibles
et lisibles le processus de la pensée et les
traces de la mémoire dans le cerveau.»

Katharina Henke, page 16

«Les lecteurs ont tendance à trouver
bonne la contribution qui les
confirme dans leurs vues.»

Felix E. Müller, page 9