



La métamorphose de la Big Science

Comment les mégaprojets
de recherche se sont ouverts
à d'autres disciplines.

Sujets d'étude:
les digital natives
38

De nouvelles armes
contre la douleur
44

Des vaches malades
dans nos montagnes
47

Que faire après la recherche?
Cinq témoignages
page 25

Big Science: savoir résister aux attentes

Que faire avec 10 milliards? Financer des Jeux olympiques ou un aéroport? Un barrage ou un porte-avions? Ou plutôt un télescope spatial dernier cri? Depuis la Seconde Guerre mondiale, la société accepte régulièrement de soutenir des projets scientifiques pharaoniques, malgré leur coût exorbitant. Car la Big Science fait rêver. Elle flatte notre désir de connaissance et démontre de manière spectaculaire notre capacité à interroger la nature dans tous ses extrêmes.

Mais le plus intéressant est ailleurs: dans les succès étonnants de la «diplomatie scientifique». Elle réussit à rassembler autour de projets scientifiques communs l'engagement non seulement politique mais également financier de nombreux pays. La mégascience devient d'ailleurs encore plus collaborative; les grandes infrastructures de recherche constituent désormais des outils ouverts à toutes les disciplines. Une bonne stratégie: ce nombre croissant d'acteurs et de retombées potentielles - il ne s'agit plus d'observer un trou noir mais de faire progresser la santé ou de protéger l'environnement - améliorent les chances de financement.

Dans ces projets hautement technologiques, le risque est de confondre l'outil et l'objectif. Car les investissements massifs qu'ils nécessitent, étalés sur des décennies, créent leur propre dynamique: bureaucratie géante, promesses démesurées et pression à obtenir des résultats. Le danger serait de voir les scientifiques se transformer en des gestionnaires et des communicants ayant perdu le goût du risque et de la pensée qui dérange.

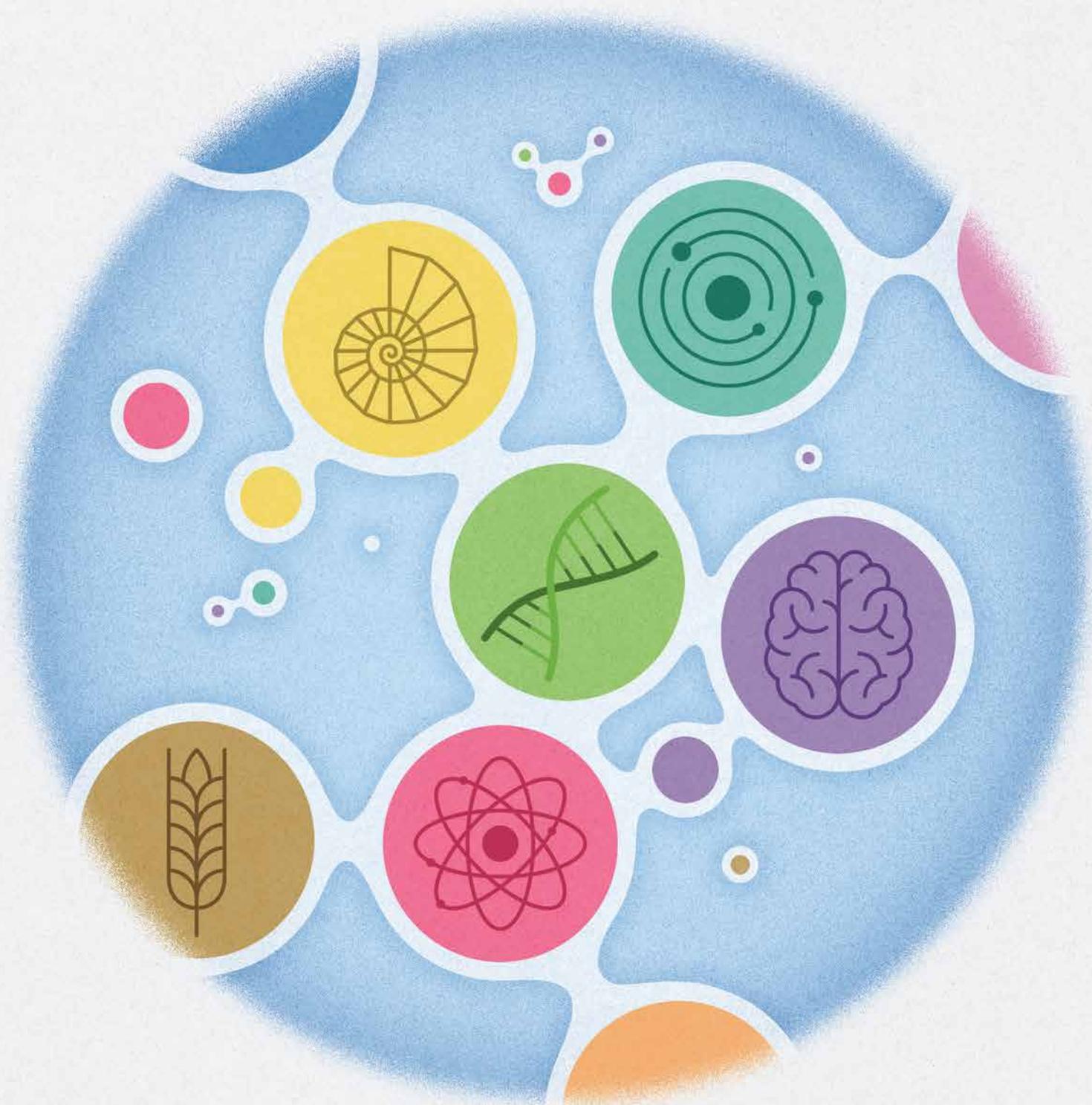
L'exemple de John Ellis du CERN donne espoir. En 2007, soit une année avant le démarrage du nouvel accélérateur LHC, il confiait dans Nature que la non-observation du boson de Higgs serait en réalité plus intéressante que sa découverte, faisant fi des attentes des politiciens ayant financé le LHC. Pour que les mégaprojets de recherche remplissent leur vraie mission - faire progresser la connaissance -, ils doivent protéger ce qui constitue le cœur de la science: une honnêteté sans concession. Même, ou surtout, lorsqu'elle risque de fâcher ceux qui les ont rendus possibles.

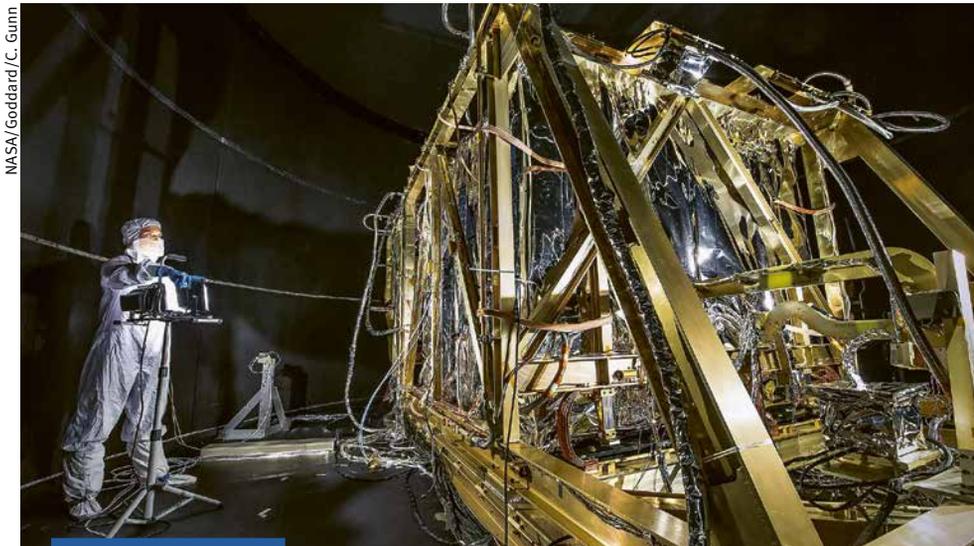


Daniel Saraga, rédacteur en chef

horizons

Lisez-
nous
en ligne!
revue-
horizons.ch





NASA/Goddard/C. Gunn

Point fort Big Science



Valérie Chérelat

Science et politique

10

La Big Science sous la loupe

Ils coûtent des milliards et consomment autant que des villes: les temples de la science moderne bénéficient encore du soutien de la société. Jusqu'à quand?

12 **La mégascience pour tous**

Les grands projets scientifiques se sont démocratisés et accueillent désormais autant les archéologues que les physiciens.

18 **Les projets les plus coûteux de l'histoire**

Du fin fond de l'Univers aux secrets de notre ADN: un survol des recherches les plus ambitieuses.

21 **Bâtir c'est bien, entretenir c'est mieux**

Les infrastructures doivent être pensées à long terme. Mais les politiques s'intéressent davantage au neuf.

24 **Thyristors, blockchain et océans**

Les confidences de Johann Schneider-Ammann à l'heure de son départ.

25 **Changement de cap**

Comment se réorienter après la recherche? Cinq anciens scientifiques, cinq histoires.

29 **«L'éducation supprime les obstacles»**

Malvoyant à l'université? Cela fonctionne, prouve Alireza Darvishy de la ZHAW.

30 **Ses propres intérêts avant tout**

L'impartialité des experts est influencée par l'argent - mais pas seulement.

32

Keystone/imagebroker/Hans Zaglitsch



Environnement et technique

32 **Le poison dans les rizières**

Une jeune géologue analyse l'antimoine présent dans la campagne chinoise.

34 **Mystères magnétiques**

Un nouveau modèle s'attaque à l'énigme de l'origine du champ magnétique terrestre.

36 **Données à vendre**

Un marché pourrait convaincre les entreprises à mettre en ligne leurs données.

37 **Comment duper un algorithme** **Ce qui fait brûler les boues d'épuration** **Des trous qui renforcent le métal**

En image

6
Le visage d'une retraitée

Débat

8
Les neurosciences profitent-elles à la psychiatrie?

38

Valérie Chételat



Culture et société

38 **L'art de faire parler les jeunes**

Pour comprendre la nouvelle génération, Sandra Cortesi l'écoute sans la juger.

40 **Qui sont les laïcs?**

Un spécialiste des religions s'intéresse à ceux qui n'en ont pas.

42 **Asile: ce que veulent les Européens**

Une répartition équitable des réfugiés est souhaitée, indique un vaste sondage.

43 **Le danger des sous-traitants** **Les barbares en politique** **Des valeurs morales pour tous**

Comment ça marche?

49
Des bactéries pour stabiliser le sol

Verbatim

50
Fraude: les leçons du cas Macchiarini

44

Affolter/Ruef&nacht



Biologie et médecine

44 **Souffrance en continu**

De nouvelles approches combattent la douleur par là où elle passe: dans les nerfs.

47 **La bactérie qui infecte les pis**

Un test lutte contre la propagation d'un microbe dans les troupeaux de vaches.

48 **Une nouvelle approche contre la méningite** **Où se cachent nos souvenirs** **Des biosenseurs dans nos rivières**

En direct du FNS et des Académies

51
Prix décerné à une épigénéticienne





Le visage d'une génération

Les années ont profondément marqué les traits de cette femme de l'ethnie Gurung au Népal. «J'ai été étonnée lorsque j'ai appris qu'elle n'avait que 68 ans», raconte Sarah Speck. Dans les campagnes népalaises, les personnes âgées ont travaillé toute leur vie au grand air et au soleil.» La doctorante en géographie humaine à l'Université de Zurich a rencontré cette femme dans le village de montagne isolé de Mirsa, qui compte 44 foyers. Lors de deux séjours en 2016 et 2017, elle a mené des entretiens qualitatifs avec des seniors qui ne peuvent pour la plupart compter que sur eux-mêmes.

Dans le modèle familial traditionnel du pays, les enfants s'occupent de leurs parents. Mais cela ne fonctionne plus. Des agences recrutent les jeunes adultes pour partir travailler dans les pays du Golfe, et l'Etat social n'en est qu'à ses balbutiements au Népal. Il n'existe pratiquement aucune prévoyance vieillesse ou de homes pour personnes âgées. Dans ce contexte, Sarah Speck se concentre sur les perspectives des aînés et cherche à comprendre comment ces derniers évoluent dans leur cadre de vie à une époque de transition.

La prise de cette photo illustre les difficultés d'une telle recherche. «Elle s'est spontanément jointe à nous alors que j'interviewais sa voisine, mais elle a dit ne pas vouloir participer personnellement aux entretiens», raconte la chercheuse. Elle s'intéressait alors notamment à l'accessibilité à la rente de vieillesse gratuite et à son efficacité. La vieille dame ne recevait pas cet argent, car elle était jugée trop jeune. Croyant que la géographe était une employée du gouvernement népalais, elle a demandé à recevoir d'abord cette rente avant de lui parler.

Sarah Speck dit aimer ce portrait: «Ce visage ridé reflète les épreuves traversées. Je vois encore comment elle tenait sans cesse sa cigarette dans la main, la fumait, l'éteignait et la posait quelque part afin de pouvoir la rallumer plus tard. Elle avait même un petit tube de bambou en guise d'embout. Elle était ainsi en mesure de la fumer vraiment jusqu'au bout.»
Judith Hochstrasser

Photo: Sarah Speck, Université de Zurich



«Confondre maladie du cerveau avec maladie psychiatrique revient à commettre une erreur de catégorie.»

Les neurosciences sont-elles utiles à la pratique psychiatrique?

Imagerie cérébrale, génétique et expériences animales font continuellement avancer notre compréhension du cerveau. Mais ce savoir est-il pertinent pour traiter des patients souffrant de troubles psychiatriques?



Photos: Valérie Chételat

«Les connaissances des mécanismes neurobiologiques permettront de développer des médicaments agissant sur la cause des maladies plutôt que sur leurs conséquences.»

Commençons par dire que sans cerveau il n'y a pas d'expérience psychique et, ainsi, pas de maladie psychiatrique. Mais de là à affirmer que «la maladie psychiatrique est une maladie du cerveau», de prétendre que les connaissances neurobiologiques du cerveau nous permettraient de comprendre le psychisme et de mieux traiter les troubles psychiatriques, c'est tirer une conclusion hâtive.

Le psychisme est un phénomène émergent et, bien qu'issu des processus neurobiologiques, irréductible à ceux-ci. Les propriétés du psychisme et surtout ce qu'on appelle dans le sens plus large la conscience n'existent pas préalablement dans les éléments qui composent le cerveau, mais résultent de leur interaction. Et la complexité de ces interactions dépasse encore aujourd'hui clairement les moyens de recherche disponibles.

Chercher les causes des maladies psychiatriques dans la biologie, c'est prendre ce qu'on appelle une posture essentialiste. Pour cette dernière, un diagnostic sert à étiqueter une maladie en la considérant comme une chose naturelle, qui existait a priori avant même que l'on ne se pose la question de son existence, et qu'il s'agirait

ainsi de découvrir. En revanche, pour le nominaliste que je suis, une maladie est à définir uniquement en fonction de son éventuelle utilité; elle n'est donc pas à «découvrir» mais à construire. Le diagnostic est alors une affaire politique: le résultat d'un consensus social qui peut à tout moment changer en fonction des contextes et des intérêts en jeu.

Non

dit le psychiatre Daniele Zullino.

Confondre maladie du cerveau avec maladie psychiatrique revient à commettre une erreur dite de catégorie: on présente des choses faisant partie d'une catégorie particulière (ici, le cerveau qui relève de la biologie) comme si elles appartenaient à une catégorie différente (la psychologie). Or, il s'agit de deux domaines complètement distincts et irréductibles l'un à l'autre. Ce serait le même type d'erreur que de prétendre qu'il est possible de révéler le génie

artistique d'un Picasso en nous basant sur la structure chimique de la toile et des couleurs d'un de ses tableaux. Il est non seulement fallacieux de dire que les synapses pensent, mais également que le cerveau pense. La neuroimagerie ne nous laisse pas voir des pensées, des motivations ou des émotions, mais peut montrer des corrélats d'événements neurobiologiques qui eux - dans le cas idéal - sont corrélés aux phénomènes psychiques.

Il ne s'agit ici aucunement d'un plaidoyer contre la méthode scientifique, basée sur la formulation d'hypothèses et sur leur falsification. Il est en revanche crucial de formuler celles-ci correctement. De la même manière qu'il ne faut confondre hypothèses géologiques et sociologiques, il faut pas confondre hypothèses biologiques et psychologiques.

Daniele Zullino est professeur au Département de psychiatrie de l'Université de Genève et chef du Service d'addictologie aux Hôpitaux universitaires de Genève (HUG).

Il est indéniable que la pratique contemporaine de la psychiatrie est à des lieues de l'approche asilaire des années 1950. Le développement des neuroleptiques a permis un changement radical dans le traitement de la psychose. Les approches psychothérapeutiques se sont diversifiées de manière considérable et leur efficacité est maintenant scientifiquement établie. Enfin, le mouvement de désinstitutionnalisation a conduit au développement de soins dans la communauté et à un changement d'attitude à l'égard des patients; ces derniers jouent désormais un rôle central dans la définition de leur traitement.

Les développements survenus au cours des quarante dernières années se limitent pourtant à l'amélioration de concepts existants. Le progrès continue de buter sur les mêmes obstacles: définitions imprécises de diagnostics réunissant sous une même bannière des patients souffrant de maladies vraisemblablement différentes, variations énormes dans la réponse à des traitements qui restent sans effet sur de nombreux aspects de la symptomatologie, taux élevé d'effets secondaires et absence d'effets sur le fonctionnement social.

Notre absence de connaissances des mécanismes neurobiologiques à l'origine des troubles psychiatriques joue un rôle central dans cette situation, et c'est là que les neurosciences doivent contribuer à améliorer les pratiques cliniques. Un tel savoir permettrait d'augmenter la validité des diagnostics et de développer des médicaments agissant sur la cause des maladies plutôt que sur leurs conséquences. Identifier des biomarqueurs renforcerait les stratégies d'intervention précoce, l'un des espoirs majeurs de progrès en psychiatrie.

Oui

dit le psychiatre Philippe Conus.

Vision utopiste d'un futur inaccessible? Pas vraiment... Le Pôle de recherche national Synapsy met en synergie cliniciens et neuroscientifiques pour travailler à la résolution de ces questions. Par exemple l'étude du rôle d'une carence en antioxydants cérébraux dans la psychose s'est

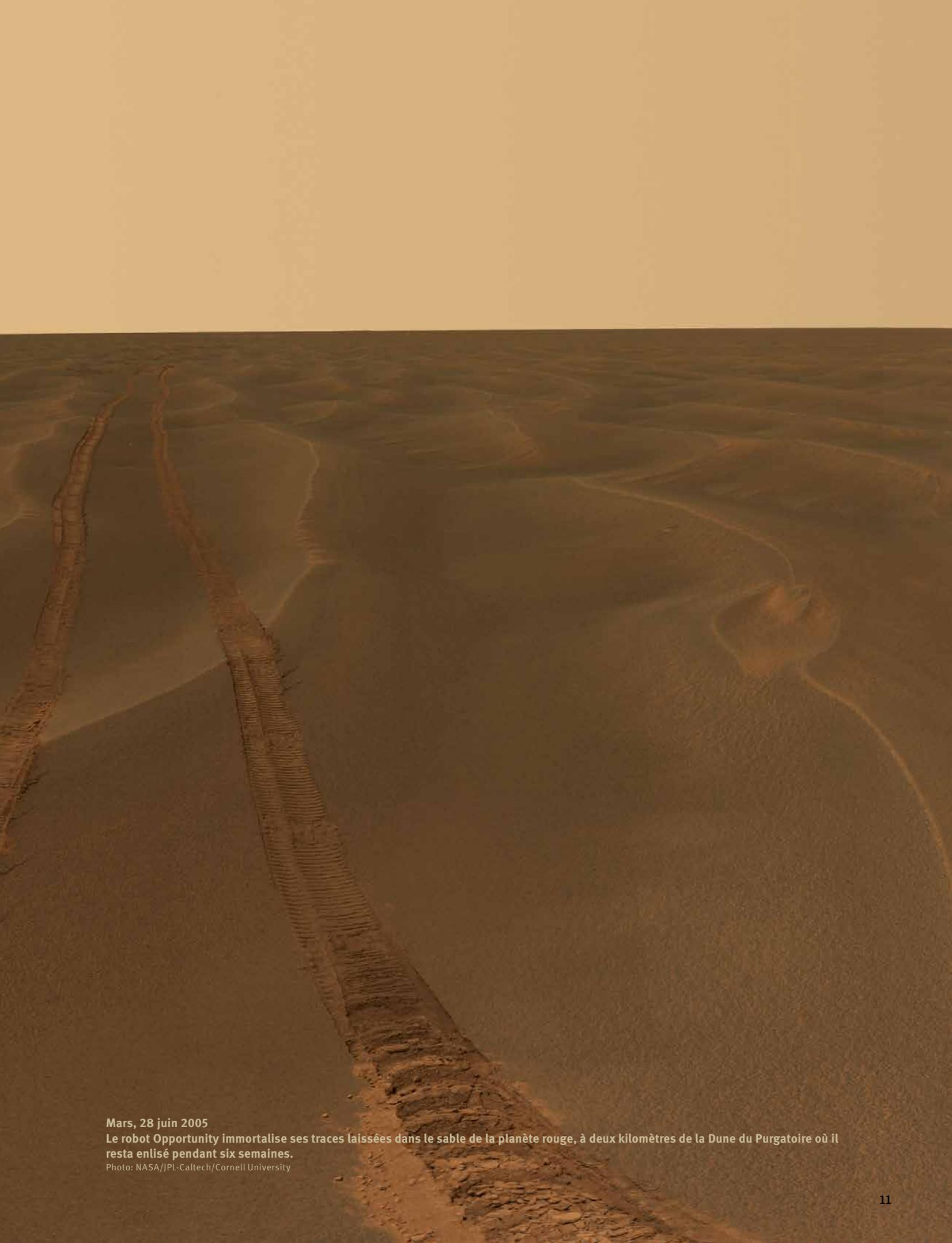
avérée particulièrement encourageante. Un essai randomisé chez des jeunes patients souffrant de psychose a démontré que la supplémentation en précurseur du glutathion - principal antioxydant cérébral - conduit à l'amélioration clinique dans un sous-groupe identifiable par une mesure du déséquilibre redox dans le sang. L'action biologique de traitement est confirmée par l'augmentation observée du taux de glutathion intracérébral ainsi que par la restauration de la substance blanche du cerveau.

Si les domaines de la psychiatrie dans lesquels ce type d'approche est utile sont encore rares, il est urgent d'y investir de l'énergie. Ne pas le faire serait tourner le dos à des progrès dont les patients ont grandement besoin. Il ne doit naturellement pas s'agir d'un choix aux dépens des approches actuelles, mais d'une ouverture à un nouveau regard qui permettra de les améliorer.

Professeur à l'Université de Lausanne et codirecteur du Pôle de recherche national Synapsy, Philippe Conus dirige le Service de psychiatrie générale du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) à Lausanne.

Au-delà des limites

Sur Mars et dans l'espace, dans les déserts et sous les mers, en Antarctique et dans nos campagnes: les projets grandioses de la science font avancer l'humanité sur le chemin sans fin de la connaissance. Mais à quel prix?



Mars, 28 juin 2005

Le robot Opportunity immortalise ses traces laissées dans le sable de la planète rouge, à deux kilomètres de la Dune du Purgatoire où il resta enlisé pendant six semaines.

Photo: NASA/JPL-Caltech/Cornell University



Regarder la Terre, écouter un concert

Entre 2002 et 2012, Envisat a fait le tour de la Terre toutes les cent minutes pour analyser la couche d'ozone, documenter la fonte des pôles, quantifier les gaz à effet de serre, surveiller les catastrophes naturelles, cartographier les forêts. Bref: prendre soin de notre planète. Sa construction aura demandé une décennie – tout comme celle de la Philharmonie de l'Elbe à Hambourg.

10 ans



Le nouveau visage de la Big science

Les mégaprojets de recherche devaient auparavant gagner des guerres et questionner l'univers. Ils s'ouvrent désormais à des acteurs bien plus variés, augmentant autant leur impact que leur attrait.

Par Nic Ulmi

«Big Science, hallelujah!» En 1982, la chanteuse Laurie Anderson lance l'expression dans la culture pop américaine. «Hallelujah!» en effet: cette manière de faire de la recherche en équipe autour d'infrastructures titanesques jouit d'une aura qui s'apparente au sacré. Née durant la Seconde Guerre mondiale avec le développement du radar et de la bombe atomique, la «mégascience» a évolué depuis lors: elle s'incarne en accélérateurs de particules sous nos pieds, réseaux de télescopes dans le désert et autres observatoires en orbite au-dessus de nos têtes. Avec leurs instruments colossaux, ces laboratoires géants se trouvant sous la tutelle de groupes d'Etats interrogent les origines de l'univers - et stimulent ainsi la recherche fondamentale, notamment en physique et en astronomie.

«La recherche biomédicale est aujourd'hui le domaine qui attire le plus de monde vers ces infrastructures.»

Catherine Westfall

Incontestablement, l'effort a porté. C'est notamment au CERN et au Fermilab américain que l'on doit le développement du Modèle standard, cette «théorie du presque tout» qui décrit la matière et les forces de l'univers à l'aide de douzaines de particules élémentaires. Et c'est le télescope spatial Hubble qui nous a offert des images renversantes de l'expansion du cosmos, des effets gravitationnels des trous noirs et des pouponnières où se forment les étoiles. La puissance militaire s'est ainsi prolongée en

prestige culturel, traduisant un élan vers le grandiose. En 1961, le physicien Alvin Weinberg voit ces infrastructures comme l'équivalent contemporain des cathédrales.

Mais vers le tournant du millénaire, cette approche a commencé à se diversifier. Le cercle des parties prenantes s'est fortement ouvert à d'autres disciplines ainsi qu'à l'industrie, et la gouvernance de la mégascience s'est démocratisée. Les attentes et les promesses rattachées aux grands projets sont devenues plus concrètes: on parle désormais de retour sur investissement, de développement économique régional, de solutions apportées à des problèmes de société dans le domaine de l'énergie, de l'alimentation ou de la santé. Enfin, les notions de taille se sont brouillées: on fait aujourd'hui de la mégascience avec de modestes moyens, et de la petite science avec des synchrotrons géants.

Place aux archéologues et agronomes

«Ce qui frappe aujourd'hui en observant un centre tel que le Laboratoire national d'Argonne en Illinois, où se trouve l'un des trois plus grands synchrotrons au monde, c'est la diversité de ses utilisateurs», note Catherine Westfall, historienne des sciences à la Michigan State University et auteure de plusieurs études sur le devenir de la mégascience. Autrefois au service exclusif de la physique des particules, les grands accélérateurs ont en effet considérablement élargi leur palette. «J'y ai rencontré des agronomes qui développaient des semences, des archéologues en quête de nouvelles techniques pour leurs fouilles, quelqu'un qui voulait construire un turboréacteur d'avion moins sensible aux collisions avec les oiseaux...» Les faisceaux de particules

servent de plus en plus à explorer les applications pratiques de la matière, qu'il s'agisse de métaux ou de protéines. «La recherche biomédicale est aujourd'hui le domaine qui attire le plus de monde vers ces infrastructures, celui qui est mis en avant et dans lequel il est le plus facile de lever des fonds.»

Dans ce processus, le lien entre les mégainfrastructures et les projets de recherche se brouille. Olof Hallonsten, sociologue et historien des sciences à l'université suédoise de Lund, auteur d'une somme savante sur les métamorphoses de la Big Science, compare deux moments pour évoquer ce virage. «En 1984, Carlo Rubbia et Simon van der Meer reçoivent le prix Nobel de physique pour la découverte des bosons W et Z. Le Nobel est toujours attribué à des personnes, mais à travers elles, il récompense le centre de recherche où la découverte a eu lieu: le CERN, dont Rubbia est alors le directeur.» La situation est différente vingt-cinq ans plus tard: «En 2009, la biologiste moléculaire Ada Yonath et ses confrères reçoivent le prix Nobel de chimie pour leur travail sur le ribosome des cellules. Une demi-douzaine de centres de recherche à travers le monde s'empressent de diffuser des communiqués de presse pour expliquer que ce sont leurs grands appareils qui ont permis ces travaux.»

De plus en plus souvent, on fait «de la petite science avec de gros outils», résume Olof Hallonsten. Les centres de recherche créés autrefois autour d'un mégaprojet font place à des plateformes de grande taille mais sans but précis, orientées vers les besoins des utilisateurs. «La plupart des scientifiques qui utilisent ces centres possèdent un emploi et une source

de financement ailleurs. Ils travaillent habituellement sur des équipements de petite taille, mais ont besoin ponctuellement d'une très grosse machine. Ils font une demande, il y a une certaine compétition et si tout va bien, ils obtiennent un accès. Ils mènent leur expérience et repartent avec les résultats. Dans ce modèle, les grands accélérateurs ou réacteurs ne sont plus l'apanage d'équipes qui ont pour mission de gagner une guerre ou d'enquêter sur l'origine de l'univers. Ils deviennent une ressource tendanciellement ouverte à tout le monde. C'est donc un modèle plus démocratique, moins surdéterminé par des décisions politiques ou militaires.»

Le temps des consortiums

La déconnexion entre la taille des projets et celle des infrastructures s'observe également en sens inverse: on peut faire de la mégascience, mobilisant des méga-budgets et poursuivant des méga-objectifs, sans passer par des outils géants. C'est le cas du Human Genome Project, et plus généralement de la biologie. Pendant un temps, celle-ci a pourtant tenté d'imiter la physique dans sa course au gigantisme, analyse Bruno Strasser, professeur d'histoire des sciences à l'Université de Genève et auteur de plusieurs études sur l'histoire des sciences biomédicales, du Big Data et de la recherche participative. «Lorsque le Laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL) a été créé à Heidelberg en 1974, on espérait y faire un travail analogue à celui des physiciens au CERN, autour d'une question centrale et grâce à un

instrument scientifique trop onéreux pour un laboratoire universitaire. En réalité, ce centralisme n'était pas nécessaire, car cette discipline n'utilisait pas de grands instruments. En biologie, la bonne science est de la petite science, selon la formule du biochimiste américain Bruce Albert. Les chercheurs de l'EMBL ont donc passé leur temps à essayer de justifier le bien-fondé de l'infrastructure.» Lorsque le séquençage de l'ADN se répand, dans la deuxième moitié des années 1970, «l'EMBL saute sur l'occasion, qui lui apparaît enfin comme un moyen de se légitimer: c'est ainsi qu'il établit en 1982 la première banque de données publique de séquences génomiques, la Nucleotide Sequence Database». Si le séquençage ne nécessite pas de gros outils, il produit du Big Data qui, lui, nécessite une infrastructure de taille.

«Quand on reçoit de l'argent de la même source, on a tendance à se parler davantage.»

Bruno Strasser

En 1990, le Human Genome Project (HGP) entreprend le séquençage complet de l'ADN humain. L'importance de l'objectif et de son potentiel médical est mise en avant dans des proclamations publiques. En 2000, le président américain Bill Clinton déclare qu'il est «tout à fait possible que, pour les enfants de nos enfants, le cancer ne soit

plus qu'une constellation du zodiaque». Le projet, présenté comme relevant de la Big Science, prend en réalité une forme adaptée à l'échelle modeste des laboratoires de biologie. «Il s'écarte du modèle CERN, qui concentre les ressources en un lieu unique, fermé comme un microcosme et aussi peuplé qu'une petite ville, note Bruno Strasser. Le HGP, au contraire, fonctionne de manière éclatée dans l'espace, avec des recherches menées dans un grand nombre d'institutions qui se rassemblent pour l'occasion en un consortium international.»

Cette logique est poussée aujourd'hui encore plus loin. C'est le cas, selon l'historien, avec SystemsX, une initiative helvétique en biologie des systèmes menée par un consortium de recherche sur plusieurs sites et représentant le plus vaste projet scientifique à ce jour dans le pays. Lancée en 2008 et clôturée en 2018, elle ne s'appuie pas sur une infrastructure géante et ne tend pas vers un grand but unique. Il s'agit plutôt d'un faisceau de projets qui partagent une devanture commune, comme le montre la thèse soutenue à l'ETH en 2017 par Alban Frei. «Mais la coordination de SystemsX et sa manière de se présenter empruntent à la mégascience, poursuit Bruno Strasser. L'initiative dispose de chargés de communication à plein temps qui s'occupent de son image. Elle permet aux chercheurs de donner à voir leurs travaux sous une lumière nouvelle, en mesure de toucher le public et les politiques. C'est très habile du point de vue du dialogue avec le reste de la société et des levées de fonds.»

LA MÉGASCIENCE EN SIX PROJETS

1 ÉNERGIE

ALLUMER UN SOLEIL SANS SE BRÛLER

International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) 2006–2025, Cadarache (F)

OBJECTIF: vérifier la faisabilité scientifique et technique de la fusion nucléaire comme nouvelle source d'énergie. **SUPERLATIFS:** l'effort scientifique le plus complexe de tous les temps; un projet qui

revient à «allumer un soleil sur terre».

APPLICATIONS: une énergie censément propre et illimitée. **COÛT ESTIMÉ:** EUR 20 milliards. **ACTEURS:** CN, EU, IN, JP, KR, RU, USA. **PÉRIPÉTIES:** des problèmes de gouvernance, de conception et de budget débouchent sur un changement de management en 2015. **LIMITES:** des critiques à large spectre évoquent les verrous technologiques comme la mise au point d'un matériau suffisamment résistant, les doutes sur l'innocuité effective de la technique, le risque de délaisser d'autres axes de recherche en matière d'énergies renouvelables ou encore de se faire prendre de court par des initiatives privées telles les start-up Commonwealth Fusion Systems, General Fusion of British Columbia ou encore Tri Alpha Energy.

2 NEUROSCIENCES LE CERVEAU SIMULÉ

Human Brain Project (HBP) 2013–2023, EPFL (CH)

OBJECTIF: reproduire le fonctionnement d'un cerveau humain sur super-ordinateur. **APPLICATIONS:** médecine, technologies de l'information. **COÛT ESTIMÉ:** EUR 1 milliard. **ACTEURS:** l'UE, l'EPFL et une centaine d'instituts de recherche dans une vingtaine de pays. **PÉRIPÉTIES:** en 2014, 750 scientifiques signent une lettre ouverte à la Commission européenne critiquant la gestion centraliste du projet et la marginalisation des neurosciences cognitives, ce qui conduit à une réorientation du projet, une modification de sa gouvernance et une redéfinition des objectifs – développer des

outils au service des neurosciences et de l'informatique. Une nouvelle crise a lieu en août 2018 avec la démission du directeur exécutif, Chris Ebell. **LIMITES:** «On a basculé dans une logique de projet industriel, écrit Yves Frégnac, l'ancien coordinateur du projet pour le CNRS. La Commission européenne (...) exige désormais que ces plates-formes (...) délivrent des 'produits'. Mais je ne suis pas sûr que cette approche dominée par la technologie soit de nature à nous permettre de répondre aux grandes questions scientifiques que nous pose le cerveau humain.»

Se rassembler pour atteindre une masse critique et doper la visibilité: s'agit-il là d'une pure affaire d'image? «D'un côté, on pourrait dire que l'opération SystemsX ne répond pas à une nécessité scientifique, répond le chercheur genevois. Après tout, personne ne sait vraiment ce qu'est la biologie des systèmes... Mais l'initiative stimule des recherches intéressantes. Elle encourage les échanges car, quand on reçoit de l'argent de la même source, on a tendance à se parler davantage. On s'attend à une fertilisation entre les différents projets, qui profitent d'un cadre commun dans lequel les différentes pièces peuvent se mettre ensemble en faisant apparaître un motif.»

Le retour des amateurs

En passant d'un fonctionnement centralisé à un modèle en réseau, la science des grands projets renoue avec une situation plus ancienne, observe Bruno Strasser: «Au XIXe siècle, la mégascience était celle des biologistes. Ses centres de recherche étaient les jardins botaniques et les musées d'histoire naturelle de Berlin ou de Londres. Ses grands projets passaient par l'exploration du monde. Il s'agissait alors de coordonner des centaines de personnes partant aux quatre coins de la planète sur des bateaux et de faire travailler ensemble des gens de nationalités et cultures diverses, parmi lesquels on trouvait un grand nombre d'amateurs.»

Il est frappant de remarquer que les non-spécialistes réapparaissent aujourd'hui à travers la science citoyenne. «Selon nos estimations, il y aurait quelque 10 millions

de personnes dans le monde qui s'activent dans ce cadre, poursuit le chercheur genevois. Les domaines où la participation du public croît vite et se déploie largement sont les mêmes qui ont vu historiquement une implication importante d'amateurs, à savoir les sciences naturalistes et l'astronomie.» On contribue au classement de millions de galaxies dans le cadre de Galaxy Zoo, on contribue à suivre l'évolution de la biodiversité en postant des photos en ligne, on prend part à l'étude du changement climatique en relevant le moment où les feuilles commencent à tomber... Ce mouvement représente une autre manière de faire de la recherche à très large échelle, réalisant un mégaprojet à partir d'une myriade de menues contributions individuelles. «Finalement, la participation publique à la recherche, qui était la norme aux XVIIIe et XIXe siècles, n'aura peut-être vécu qu'une éclipse au siècle dernier, au cours de laquelle le public aura été un pur consommateur d'informations scientifiques et du spectacle de la science, avant de retrouver un rôle plus actif.»

«Les bâtiments circulaires sont grandioses et majestueux. Un décor idéal pour que des politiciens serrent des mains sous l'œil des caméras.»

Olof Hallonsten

La pratique participative se greffe parfois sur des données générées massivement par la science professionnelle. C'est le cas de l'Annotathon, projet en ligne dont les participants sont invités à annoter les séquences d'ADN issues du projet Global Ocean Sampling de Craig Venter. «Il faut relever que la production de données ouvertes constitue l'un des effets secondaires de la mégascience, note Bruno Strasser. Ce principe d'ouverture est d'autant plus solide qu'il ne résulte pas d'une forme d'idéalisme, mais d'une nécessité, notamment dans le cadre des consortiums. Impossible de se coordonner s'il existe la possibilité que chaque participant retire ses données.» Adoptés dans le cadre du Human Genome Project, les Principes des Bermudes (1996) et les accords de Fort Lauderdale (2003) instaurent en effet la pratique du libre accès et de la diffusion instantanée des données dans le domaine du génome.

Un faisceau de possibilités

La Big Science paraît aujourd'hui s'engager simultanément dans de multiples directions. L'exemple du Global Ocean Sampling reflète le brouillage de frontières en cours dans ce domaine. Cette entreprise consistant à circunnaviguer le globe pour relever la diversité génétique de la population microbienne marine se déploie en réalité à partir de l'infrastructure relativement modeste d'un yacht privé. Son promoteur, Craig Venter, est à la fois un scientifique et un homme d'affaires. Le pool de financement regroupe des fondations privées, la chaîne de télé Discovery Channel pour

3 GÉNÉTIQUE PARTAGER LE GÉNOME

Human Genome Project
1990–2003, USA et GB.

RÉSULTAT: détermination des séquences d'ADN de l'espèce humaine.

SUPERLATIF: le plus gros projet collaboratif de tous les temps en biologie.

APPLICATIONS: médecine, sciences forensiques, séquençage rapide de l'ADN. **Coût:** USD 2,7 milliards (en dessous du budget annoncé de 3 milliards). **ACTEURS:** les National Institutes of Health américains, la fondation britannique Wellcome Trust, une vingtaine de centres de recherche (CN, DE, FR, JP, UK, USA). **PÉRIPÉTIES:** une compétition acharnée a lieu avec la compagnie Celera Genomics de Craig Venter qui projette de monétiser l'accès aux

résultats; le débat qui s'ensuit aboutit à imposer l'idée du libre accès aux données génomiques. **LIMITES:** les applications médicales attendues tardent à venir; et «dix-sept ans après la publication initiale du génome humain, nous n'avons toujours pas trouvé tous nos gènes. La réponse s'avère plus complexe qu'on ne l'avait imaginé», écrit le bioinformaticien Steven L. Salzberg.

4 PHYSIQUE LA DÉMESURE DE L'INFINIMENT PETIT

CERN
1954–, Genève (CH)

OBJECTIF: comprendre de quoi est faite la matière, d'où elle vient, et quelles forces fondamentales régissent l'univers. **SUPERLATIFS:** le Large Hadron Collider fait 26,6 km de circonférence pour le LHC, accélère des protons à 99.9999991% de la vitesse de la lumière, et génère 6 GB de données brutes par seconde...

APPLICATIONS: en premier lieu, la connaissance. On doit au CERN néanmoins nombre d'innovations en médecine (imagerie), environnement (senseurs) et bien entendu en informatique (gestion du Big Data et invention du World Wide Web en 1989).

Coût: budget annuel CHF 1,2 milliard. **ACTEURS:** 22 Etats européens, ainsi qu'Israël. **PÉRIPÉTIES:** le CERN excite les fantasmes de fin du monde, entre trous noirs à même d'engloutir notre planète et autres bombes à antimatière. **LIMITES:** la confirmation de l'existence du boson de Higgs en 2012 fut certes un triomphe, mais ne put vraiment débloquer l'impasse dans laquelle se trouve la physique des particules contemporaine dans son chemin vers une grande théorie universelle.

mettre l'expédition en spectacle et le Département de l'énergie américain, qui espère trouver dans les microbes des solutions innovantes aux besoins énergétiques nationaux. Et l'Annotathon relie le projet à une dimension participative.

A côté de cela, d'autres projets prolongent des trajectoires plus classiques de course à la grandeur (voir «La mégascience en six projets», p. 14). Mais d'une manière ou d'une autre, la plupart d'entre eux sont confrontés à des exigences d'ouverture et de diversification. Le Human Brain Project a mis en sourdine ses vertigineuses proclamations initiales - reproduire le fonctionnement du cerveau humain, voire la conscience, sur un superordinateur - pour se recentrer davantage sur le développement d'une plateforme technologique dans le domaine de la neuro-informatique.

L'Extreme Light Infrastructure européenne a mis en chantier la construction des lasers les plus puissants du monde sans définir des objectifs de recherche précis, laissés de fait à ses futurs utilisateurs. Il en va de même pour la European Spallation Source (ESS), qui se bâtit actuellement en Suède autour d'une source de neutrons pulsés annoncée comme trente fois plus puissante que ses homologues actuels. L'ESS s'inscrit dans le nouveau paradigme de la «petite science avec de gros outils», au service d'une quête ouverte d'applications pratiques. Mais si le frisson de la grandeur n'est pas provoqué par un objectif de recherche herculéen, il est déclenché ici par l'aspect physique des lieux, observe Olof Hallonsten: «Je vois le chantier depuis la

fenêtre de mon bureau à l'Université de Lund. Les bâtiments circulaires sont grandioses et majestueux. C'est un décor idéal pour que des politiciens serrent des mains sous l'œil des caméras.»

Ce gigantisme pourrait déployer quelques effets pervers, selon le chercheur suédois: «L'un des risques, c'est que les investissements dans ces infrastructures imposantes se fassent au détriment des budgets qui financent le travail des chercheurs. En Suède, on a entendu des politiciens s'adresser à la communauté scientifique en disant: nous avons mis tous ces fonds dans l'ESS; vous l'avez donc eu, votre argent! A l'opposé, le gouvernement danois - qui a également beaucoup investi dans le projet - a annoncé que pour chaque euro alloué à l'ESS, un autre euro financera les scientifiques afin qu'il puissent utiliser l'infrastructure.» Loïn des projets placés sur une trajectoire unique, la mégascience contemporaine trace aujourd'hui ses voies au pluriel, en un faisceau de possibilités.

Nic Ulmi est journaliste libre à Genève.

Les nouveaux projets à 1 milliard d'euros

Avec son programme FET Flagships (initiatives phare des technologies futures et émergentes), la Commission européenne soutient une mégascience développée «bottom-up»: ce sont les scientifiques eux-mêmes qui proposent des projets d'un budget d'environ un milliard d'euros. Un nouvel appel d'offre est en cours dans les domaines de la société connectée, de la santé et de l'environnement. Parmi les 33 propositions retenues se trouvent deux initiatives impliquant fortement l'EPFL: Time Machine, qui ambitionne de convertir les archives historiques en simulations du passé, et HealthEU, qui compte développer des avatars numériques sur lesquels tester des soins médicaux personnalisés. A la suite de la sélection effectuée par des responsables scientifiques, politiques et industriels, un ou deux projets seront lancés en 2020. L'EPFL coordonne déjà le Human Brain Project, démarré en 2013 en même temps que le second flagship Graphene. Le programme Quantum, dédié aux technologies quantiques, débute en 2019.

5 SPATIAL LES LOURDEURS DE L'APESANTEUR

Station spatiale internationale (ISS)
1993-2028, en orbite

OBJECTIFS ET RÉSULTATS: étudier l'adaptation humaine à l'environnement spatial en vue de missions lunaires et martiennes; coopération internationale; présence humaine en orbite continue pendant dix-huit ans.

SUPERLATIFS: l'objet le plus coûteux jamais construit. **APPLICATIONS:** science des matériaux, énergie, météorologie, médecine, tourisme spatial. **COÛT ESTIMÉ:** USD 150 milliards. **ACTEURS:** la NASA avec les agences spatiales russe, européenne, japonaise et canadienne. **PÉRIPÉTIES:** l'accident de la navette spatiale

Columbia en 2003 et des problèmes budgétaires retardent les travaux; en février 2018, l'administration Trump annonce qu'elle entend privatiser l'ISS. **LIMITES:** le débat sur la contribution effective de l'ISS à la recherche scientifique ressurgit périodiquement. Le nombre d'études menées à bord a finalement augmenté au cours des années 2010 et suivantes, mais ne suffit pas à développer «un argumentaire convaincant en faveur de la recherche scientifique à bord de l'ISS», écrit le politologue William Bianco en 2017.

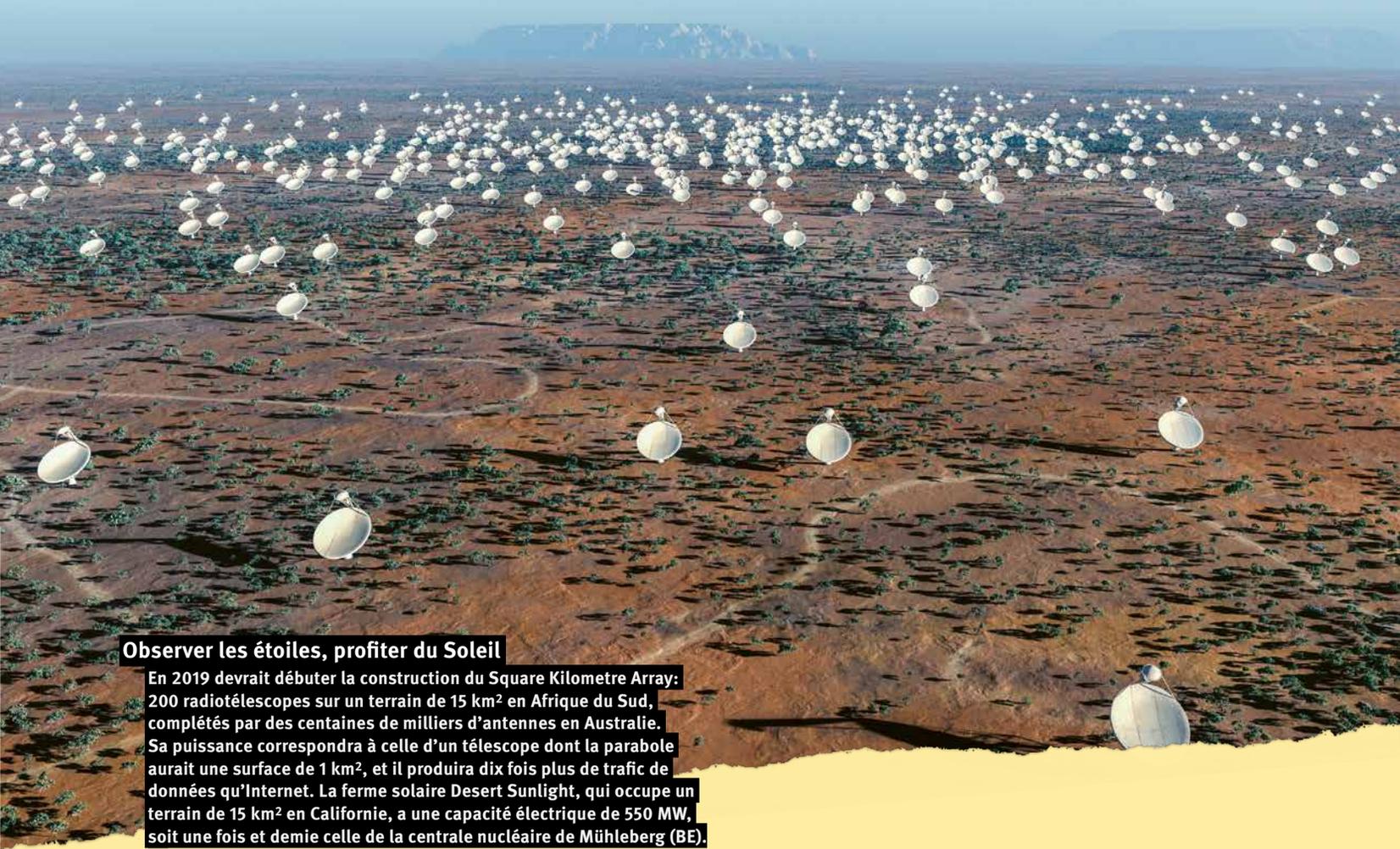
6 INTERDISCIPLINAIRE LE LASER POUR TOUS

Extreme Light Infrastructure (ELI)
2013-2018, Hongrie, Tchéquie et Roumanie

OBJECTIFS: quatre plate-formes technologiques interdisciplinaire basées sur des lasers; cohésion européenne.

SUPERLATIFS: les lasers les plus puissants au monde. **APPLICATIONS:** matériaux, médecine (hadronthérapie), destruction de déchets radioactifs, etc. **BUDGET:** EUR 850 millions.

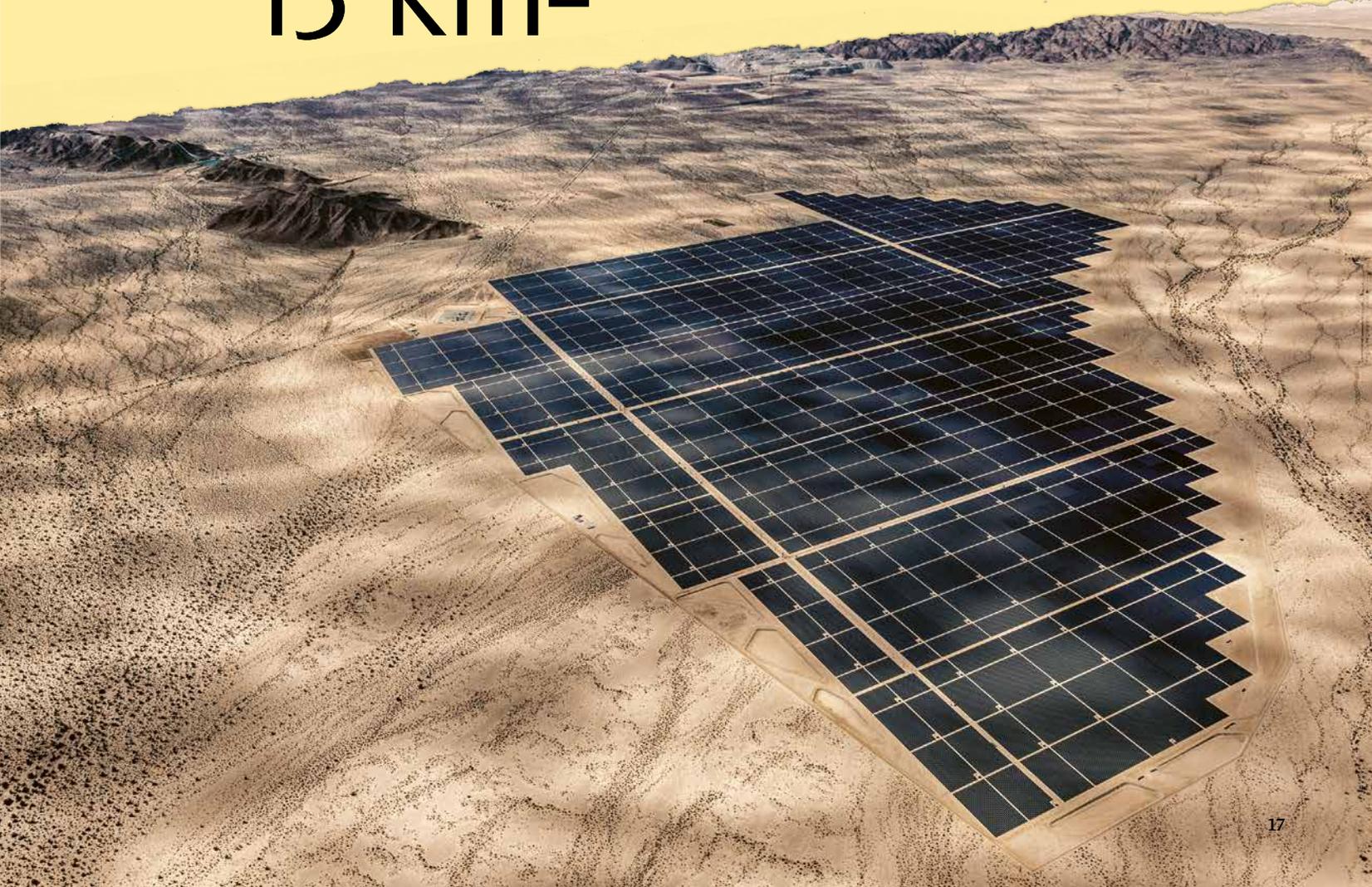
ACTEURS: l'Union européenne; la Hongrie, la République tchèque et la Roumanie.



Observer les étoiles, profiter du Soleil

En 2019 devrait débuter la construction du Square Kilometre Array: 200 radiotélescopes sur un terrain de 15 km² en Afrique du Sud, complétés par des centaines de milliers d'antennes en Australie. Sa puissance correspondra à celle d'un télescope dont la parabole aurait une surface de 1 km², et il produira dix fois plus de trafic de données qu'Internet. La ferme solaire Desert Sunlight, qui occupe un terrain de 15 km² en Californie, a une capacité électrique de 550 MW, soit une fois et demie celle de la centrale nucléaire de Mühlberg (BE).

15 km²



Du temps et de l'argent

Journaliste: Lionel Pousaz

Infographie: CANA atelier graphique

Découvrir les composantes ultimes de la matière, observer la lumière primordiale du cosmos, percer le mystère de la conscience: la mégascience s'attaque aux questions les plus fondamentales et y met les moyens. Depuis cinq décennies, une quarantaine de projets dépassent les 100 millions de dollars. Le visage de la Big Science a changé ces dernières décennies: elle s'ouvre à la biologie et à l'environnement ainsi qu'à de nouveaux pays tels que la Chine et l'Inde.

Physique

L'ère de la Big Science est née avec le projet Manhattan visant à développer la bombe atomique (coûts: 20 milliards de dollars ajustés 2017). Depuis, les projets géants vont de la connaissance fondamentale (CERN) à l'énergie (ITER) et s'ouvrent désormais à d'autres disciplines (ESS, XFEL).

Astronomie

Les outils d'observation du cosmos sont à la mesure de sa taille, avec des coûts souvent faramineux. Successeur de Hubble, le James Webb Space Telescope sera placé quatre fois plus loin de la Terre que la Lune. Aucune réparation ne sera possible pour ce bijou de 10 milliards de dollars.

Spatial

Les grands projets spatiaux servent avant tout aux luttes entre sphères d'influence ainsi qu'au développement commercial et industriel. La science en fait partie, et pas seulement en astronomie. L'ISS constitue la construction la plus onéreuse de l'histoire, mais son rendement scientifique reste controversé.

Génétique

Voilà trente ans, le Human Genome Project ouvrait la mégascience à la biologie et posait les bases du concept de médecine personnalisée. De nombreux pays poursuivent leurs propres efforts, notamment les Etats-Unis avec le projet All of Us, qui prévoit de séquencer l'ADN d'un million d'individus.

Environnement

D'ambitieux programmes d'observation de l'environnement scrutent la Terre, les océans et l'atmosphère. Avec le réseau Copernicus de satellites sentinelles, l'Union européenne est la plus active dans ce domaine. Mais est-ce suffisant au vu de l'urgence et de l'étendue des problèmes environnementaux actuels?

Neurosciences

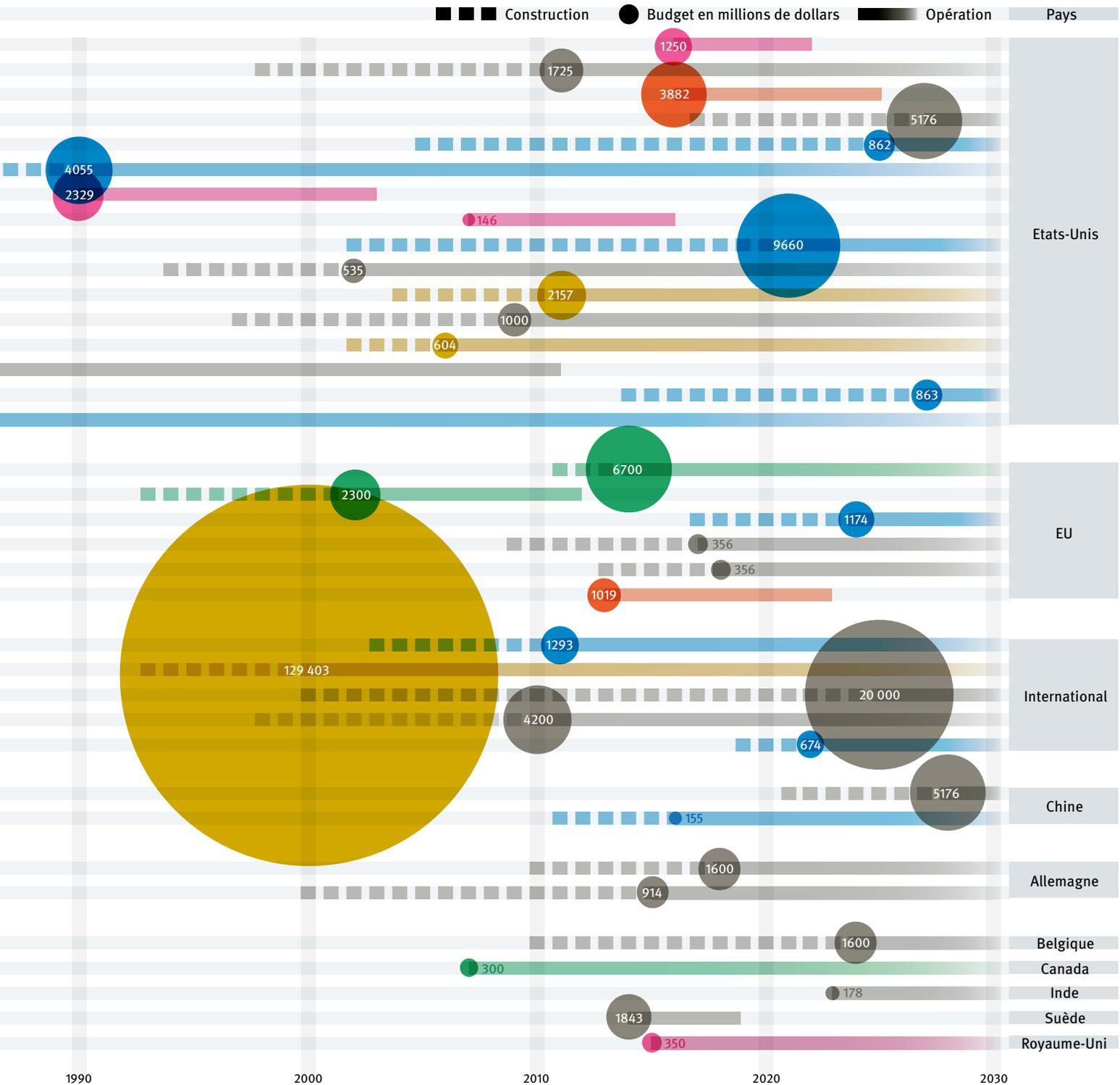
Pour étudier le cerveau – objet probablement le plus complexe de l'univers – le Human Brain Project (UE) et le Brain Initiative (USA) veulent fédérer la recherche mondiale. Leurs approches sont diamétralement opposées: simulation informatique pour l'un, technologies expérimentales d'observation pour l'autre.

Projets



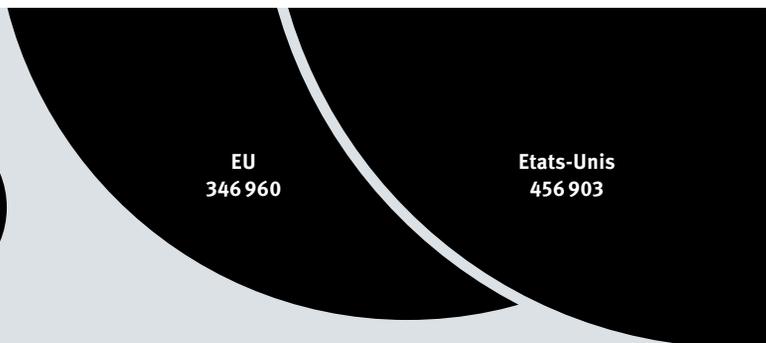
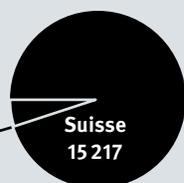
DONNÉES

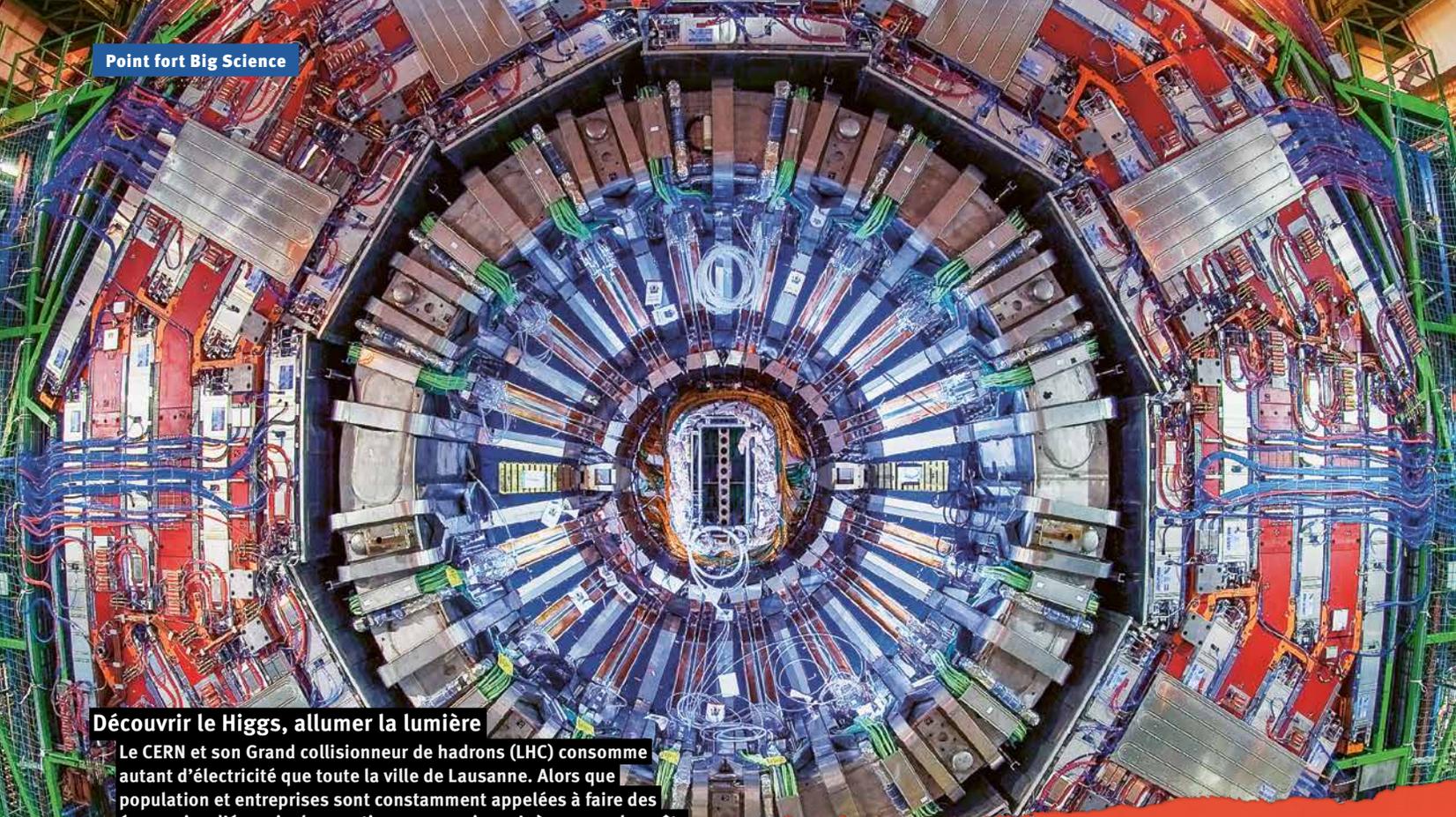
Liste des projets scientifiques dont le coût ou le budget dépasse les 100 millions de dollars. Les montants ne sont pas directement comparables: certains incluent l'exploitation des infrastructures, d'autres louent l'utilisation à des tiers. Les budgets des projets non achevés sont incertains. Les budgets de recherche nationaux (2015) incluent la recherche industrielle. Sources: recherches menées par Horizons (octobre 2018).



Investissements nationaux pour la recherche (mio USD)

L'argent dépensé en Suisse en un an pour la recherche publique et privée permettrait de financer la construction de trois accélérateurs de particules géants. Quelque 800 millions y sont consacrés à des infrastructures de recherche nationales et internationales. Mais en fin de compte, 95% des dépenses vont à la «Small Science».

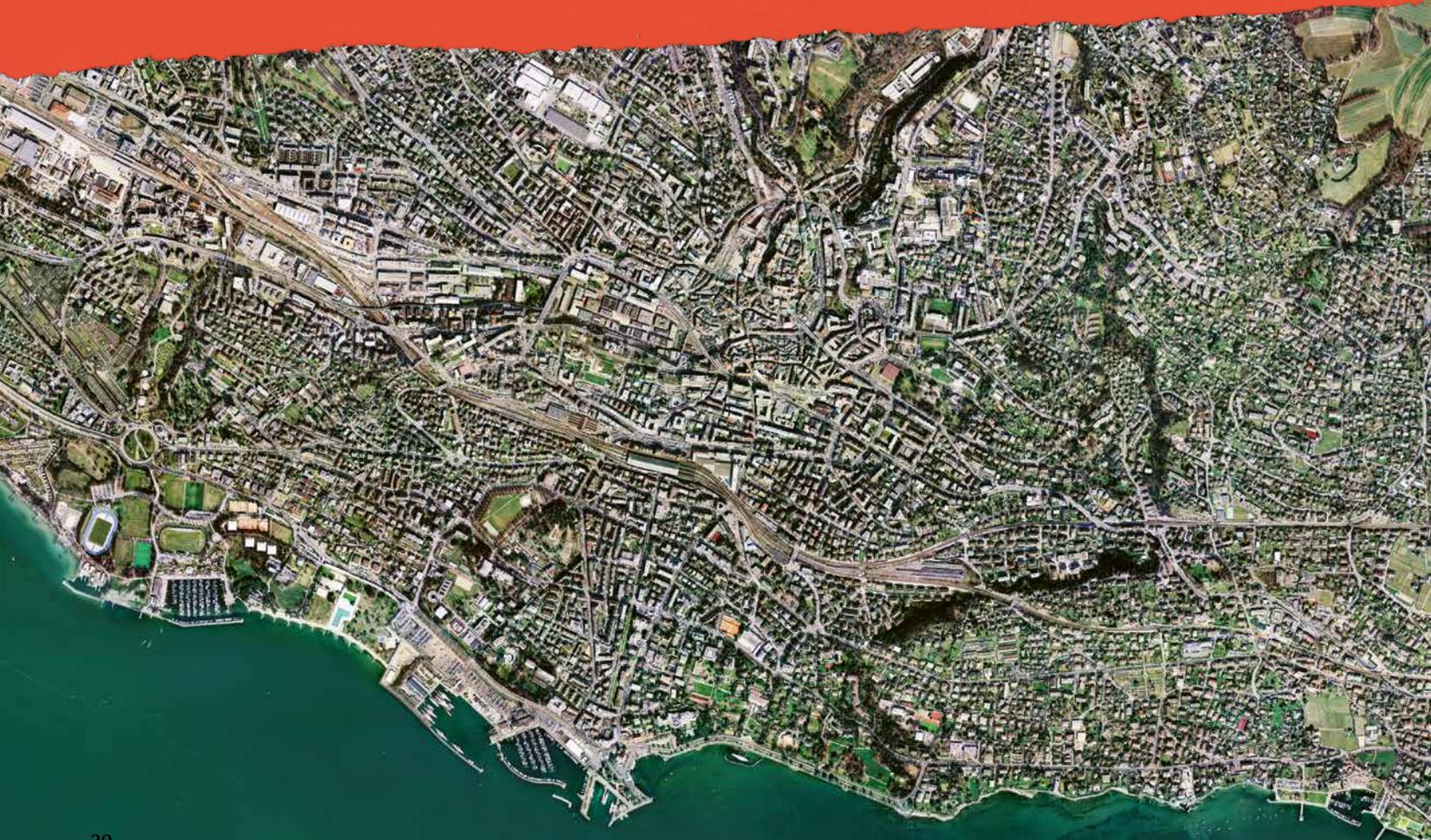




Découvrir le Higgs, allumer la lumière

Le CERN et son Grand collisionneur de hadrons (LHC) consomme autant d'électricité que toute la ville de Lausanne. Alors que population et entreprises sont constamment appelées à faire des économies d'énergie, la question se pose: jusqu'où pousser la quête de nouvelles particules? Le physicien James Beacham, lui, propose très sérieusement de construire un accélérateur sur la Lune.

1300 000 MWh



Qui paiera le CERN de demain?

Coûteuses et complexes, les grandes infrastructures de recherche sont difficiles à financer et à coordonner. Depuis une dizaine d'années, des feuilles de route veulent faciliter leur planification. Mais une vision à long terme manque souvent pour assurer leur pérennité. *Par Geneviève Ruiz*

Quatre milliards d'euros pour le Hadron Collider au CERN, deux pour la European Spallation Source en Suède. Mais aussi 275 millions de francs pour le SwissFEL en Argovie, sans oublier les bio-banques et les bases de données numériques. Les infrastructures nécessaires pour mener de nombreuses recherches de pointe coûtent beaucoup d'argent et bloquent ces sommes durant les décennies qu'exige leur mise en place. D'où une question simple: qui décide finalement de financer - ou non - ces mégaprojets? La réponse, elle, est plus compliquée.

La politique accorde une attention croissante à ces infrastructures de recherche, notamment les Etats et l'Union européenne, mais également l'OCDE et le G7. L'UE les considère désormais comme un «moteur» pour l'économie. Avec sa European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), elle s'est efforcée de mettre en place des procédures de priorisation stratégique. Lancées dès 2006, les «feuilles de route» sont élaborées conjointement par des scientifiques et des représentants de la Commission européenne, des Etats membres ainsi que des pays associés au programme-cadre de recherche et d'innovation, dont la Suisse. Ces documents doivent établir un état des lieux des infrastructures existantes, identifier les besoins et définir les priorités pour l'avenir.

Compétition mondiale

«Cette volonté européenne d'une plus grande coordination a émergé dans un contexte de croissance des coûts et du nombre de projets, accompagnée par une baisse générale des budgets étatiques, explique Nicolas Rüffin, spécialiste de la diplomatie scientifique au Centre de recherche en sciences sociales de Berlin

(WZB). Mais elle peut résulter aussi d'une compétition accrue perçue au niveau global: l'argument avancé est que si les pays européens ne mettent pas leurs ressources en commun, ils ne pourront pas faire le poids avec les Etats-Unis ou l'Asie.»

La plupart des pays européens ont décidé de se calquer sur le modèle de l'ESFRI, note Isabel Bolliger de l'Institut de hautes études en administration publiques à Lausanne (IDHEAP), qui étudie les infrastructures de recherche: «Chaque Etat a intégré la méthodologie européenne à sa façon, selon la structure de ses institutions, sa politique de soutien à la science ou encore sa culture politique. Résultat: il existe une grande diversité de modèles, qui vont de la simple identification d'infrastructures manquantes à des recommandations détaillées en vue de décisions budgétaires.»

«L'argument: si les pays européens ne mettent pas leurs ressources en commun, ils ne pourront pas faire le poids avec les Etats-Unis ou l'Asie.»

Nicolas Rüffin

Elaborée en 2011, la première feuille de route helvétique «sert d'abord d'instrument de planification à la Confédération et aux hautes écoles», précise Nicole Schaad, cheffe de l'unité Recherche nationale au Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI). Une présélection des projets nationaux est effectuée par le Conseil des EPF et Swissuniversities, l'association des hautes écoles de notre pays. Ils sont ensuite évalués par le FNS sur la base de leur qualité scientifique.

«Le modèle suisse possède une certaine complexité due au rôle important joué par le Conseil des EPF, lié à la Confédération, et par Swissuniversities, qui représente des institutions cantonales, observe Isabel Bolliger. Mais l'inclusion de ces acteurs permet de s'assurer de l'engagement des institutions.»

Point important souvent mal compris des scientifiques: la feuille de route suisse ne constitue pas un instrument de financement. «Il faut noter que la Confédération ne joue qu'un rôle secondaire dans les infrastructures nationales, car elle ne dispose pas de budget spécifique», poursuit Nicole Schaad. Le Parlement vote un montant global pour les hautes écoles qui inclut la formation et la recherche. Celles-là décident ensuite de la répartition des montants. Ce n'est que pour les infrastructures à vocation intergouvernementale que la Confédération participe à l'évaluation de la nécessité de participer à tel ou tel projet. La sélection de ce type de projets est par ailleurs réalisée directement par le SEFRI, sur la base des propositions des communautés scientifiques concernées et d'une prise de position du FNS.

Certaines feuilles de route nationales incluent la question du financement, comme en Suède ou en République tchèque, note Isabel Bolliger: «Cela permet de mieux prioriser l'allocation des ressources au niveau national. Mais le modèle suisse s'insère dans un système fédéral, c'est pourquoi il n'y a pas de ligne budgétaire nationale spécifique pour les infrastructures de recherche. En même temps, la grande autonomie des universités représente un atout important.»

Les feuilles de route ont rendu les procédures plus cohérentes. «Auparavant, lorsqu'une communauté de scientifiques avait une idée, elle allait en parler directement au SEFRI et aux politiciens, raconte Hans

Rudolf Ott, professeur de physique à l'ETH Zurich impliqué dans la planification de plusieurs grandes infrastructures de recherche. Maintenant, les dossiers doivent être préparés solidement, les objectifs et les étapes de réalisation clairement définis, et les besoins financiers évalués. Cela demande beaucoup de travail, mais c'est à la fin plus efficace.» Pour lui, ces procédures permettent d'instaurer un dialogue constructif entre les scientifiques et les institutions. «Nous avons des espaces pour exprimer nos opinions et celles-ci sont entendues par les institutions. Et elles nous rendent attentifs à certains aspects politiques et financiers qui risqueraient de compromettre la faisabilité du projet.»

Les différentes communautés scientifiques n'étaient auparavant pas toujours motivées à consacrer le temps nécessaire à de tels processus, poursuit le chercheur. «Mais elles en ont vite constaté les avantages, car les feuilles de route leur permettent d'effectuer un travail en amont et de définir ainsi leurs priorités. Cela implique certes de renoncer à certains projets, mais le pire serait de se montrer incohérent face aux décideurs politiques, ce qui signifierait probablement ne rien obtenir du tout.»

Des nouvelles entités légales

Un problème non résolu est celui de la durabilité des infrastructures de recherche. Leur conception, construction et utilisation s'étend sur des décennies, et il faut prévoir à l'avance des fonds pour leur mise à jour, leur fonctionnement et éventuellement leur fermeture. «Trouver des ressources financières adéquates représente un challenge pour de nombreuses infrastructures et une véritable menace envers leur capacité à planifier à moyen et à long terme», selon un rapport de l'OCDE de 2017 sur la question et co-rédigé par Hans Rudolf Ott.

«A l'heure actuelle, obtenir des garanties de financement à si long terme reste très difficile, note Isabel Bolliger. Les cycles politiques opèrent sur une année, au mieux quatre ans. Il est plus gratifiant

d'implémenter de nouvelles installations que de prévoir un budget pour leur fonctionnement et leur mise à jour. Mais cela est indispensable si l'on veut garantir l'objectif premier de ces infrastructures, à savoir l'excellence scientifique.»

«Il est plus gratifiant en politique d'implémenter de nouvelles installations que de prévoir un budget pour leur mise à jour.»

Isabel Bolliger

Cette situation résulte notamment des arrangements institutionnels des projets et de leurs multiples sources de financement. «De nouvelles formes juridiques destinées à leur gestion ont émergé telles que le European Research Infrastructure Consortium (ERIC), note Nicolas Rüffin. Ces entités sont plus flexibles et moins lourdes que les grosses organisations comme le CERN. Mais elles engendrent aussi une instabilité et une complexité croissante.»

Les ERICs ont été lancés en 2008 par l'Union européenne afin de permettre la création rapide d'infrastructures de recherche. Ils proposent un cadre légal au sein duquel des Etats peuvent s'associer, également avec des organisations intergouvernementales déjà existantes - au lieu de devoir en créer une nouvelle, ce qui nécessiterait de longues négociations. Dans le cadre des ERICs, un Etat a la possibilité de déléguer sa représentation à une entité privée ou publique, comme une organisation de recherche. Mais il demeure responsable en dernière ligne. «Les 19 ERICs existant actuellement diffèrent beaucoup entre eux, note Maria Moskovko de l'Université de Lund en Suède, qui étudie leur fonctionnement. Certains sont de grandes installations concentrées en un lieu alors que d'autres sont organisés en réseau. Comme il s'agit d'une forme juridique

inédite, ces consortiums sont confrontés à des problèmes avec les administrations et les banques, qui ne comprennent pas ce qu'ils sont vraiment.»

Les nouvelles formes juridiques mises en place cette dernière décennie restent mal connues, tout comme les constellations d'acteurs impliqués et les dynamiques de prises de décision. Une chose est devenue claire: il faut mener une réflexion globale pour déterminer les méthodologies et les modèles communs qui fonctionnent le mieux.

Geneviève Ruiz est journaliste libre à Nyon et rédactrice en chef du magazine Hémisphères.

Comprendre les grandes infrastructures

Coordonné par le Fonds national suisse, le projet européen InRoad veut identifier les bonnes pratiques en termes de planification d'infrastructures de recherche, harmoniser les procédures et encourager la durabilité des installations. Il a notamment mené une large collecte d'informations auprès des Etats membres de l'UE ainsi que des pays associés à Horizons 2020. Les résultats d'InRoad seront publiés fin 2018. Isabel Bolliger de l'IDHEAP à Lausanne a cofondé avec d'autres jeunes scientifiques européens le réseau BSRI qui rassemble actuellement des contributions pour un livre.



Conscience humaine, conscience écologique

A mi-chemin, le Human Brain Project a déjà dû faire face à de sérieuses crises et son objectif premier – simuler un cerveau humain – reste très lointain. Un pari risqué à 1 milliard d'euros. Soit la somme qui doit être investie dans les travaux prioritaires de la 3e correction du Rhône entamés en 2009, ici, près de Viège (VS). Leur but: protéger la région des crues et rendre les rives plus proches de leur état naturel.

1 milliard EUR



INTERVIEW

«Et là, tout à coup, ça a marché!»

Béatrice Devènes



Johann Schneider-Ammann a marqué pendant huit ans la place scientifique suisse. Il s'est confié à Horizons peu avant de quitter le Département de l'économie, de la formation et de la recherche.

Vous avez étudié le génie électrique à l'ETH Zurich. Pourquoi?

Je m'intéressais aux technologies modernes de l'époque, notamment aux thyristors, des composants électroniques qui ouvraient de nombreux domaines d'application. Je voulais en apprendre le plus possible sur les projets d'avenir. Plus généralement, je m'intéressais aux mathématiques, à la physique, à la chimie et à la science des matériaux. Je regrette aujourd'hui une chose: ne pas avoir étudié dans une langue étrangère.

Avez-vous participé à des projets de recherche?

Oui, pendant mon diplôme. Le projet était intitulé «Les phénomènes transitoires des capteurs solaires».

Avez-vous vécu un moment Eurêka?

J'échouais encore et encore lors d'une expérience menée à la nanoseconde. J'étais déjà prêt à abandonner mais le professeur m'a donné un jour supplémentaire pour le rendre. Et là, tout à coup, ça a marché!

Quelle avancée scientifique vous a le plus réjoui?

La joie n'est peut-être pas le mot adéquat, mais j'ai suivi avec fascination l'atterrissage d'Apollo sur la Lune en 1969. Je me souviens encore parfaitement comment j'ai suivi, captivé, ces événements à la radio. J'étais à la cabane de Weissmies, à plus de 2700 mètres d'altitude.

Et parmi vos succès en politique de la science?

Certainement l'association intégrale de la Suisse au programme-cadre de recherche Horizon 2020 au 1er janvier 2017.

A vos yeux, quel est le plus grand défi pour la recherche suisse?

Tout ce qui a un lien avec la numérisation. Il serait bon de savoir sur quoi on risque de se casser les dents.

Quelle découverte scientifique souhaiteriez-vous voir se produire au cours de la prochaine décennie?

Nous en savons encore beaucoup trop peu sur les océans. Leur diversité est probablement bien plus grande que nous le pensons.

Vous aurez davantage de temps dès 2019. Quel livre allez-vous ouvrir?

Il y a sur mon bureau plusieurs ouvrages consacrés à l'avenir de la blockchain. J'espère ainsi approfondir mes connaissances sur le fonctionnement de cette technologie.

NEWS

Le canular

■ Sur vingt faux articles soumis à des revues à comité de lecture, sept ont été publiés. L'objectif des auteurs - un philosophe, un mathématicien et une journaliste - était de mettre à jour la non-scientificité des études culturelles, en montrant que des thèses extravagantes sont facilement acceptées pour autant qu'elles représentent la bonne idéologie, à savoir les «gender» et «grievance studies». D'autres voix ont critiqué l'intention politique du canular et le fait que l'étude informelle n'avait pas inclus de groupe contrôle (des articles canulars rédigés dans d'autres domaines scientifiques), un point nécessaire pour démontrer de manière rigoureuse les problèmes spécifiques des études culturelles. Vingt-deux ans après l'affaire Sokal et treize ans après le générateur d'articles SciGen, les canulars restent d'actualité.

L'IDÉE

Plan-T

■ Un nouveau modèle d'affaires pour les revues scientifiques propose que la soumission d'un article soit payante et pas seulement sa publication comme dans les revues open access usuelles. Il limite ainsi l'attractivité des revues à haut facteur d'impact. Son nom fait référence au Plan-S, qui exige que toutes les recherches financées par des fonds publics soient publiées en libre accès.

LE DON

USD 3 millions

■ L'astrophysicienne britannique Jocelyn Bell Burnell reversera la totalité de son prix, le Special breakthrough prize in fundamental physics, afin de créer des bourses destinées aux minorités en physique. Malgré son rôle crucial dans l'observation du premier pulsar en 1967, elle ne fit pas partie de deux lauréats du prix Nobel de physique décerné pour cette découverte sept ans plus tard.



LA CITATION

«Pour avoir du succès comme scientifique, on doit continuer à tenter sa chance et espérer le meilleur.»

■ Dashun Wang dans Nature Index. Le chercheur avait montré en 2016 que la probabilité de publier l'article qui sera le plus cité de sa carrière est uniformément distribuée le long de celle-ci.

LE NOMBRE

9214

■ Le nombre de scientifiques qui ont publié plus de 72 articles en une seule année - soit un tous les cinq jours -, selon une recherche bibliographique menée par l'épidémiologiste John Ioannidis. 86% publient en physique, où il existe de très grandes collaborations.

Une vie après la science

Déception pour certains, soulagement pour d'autres: quitter la recherche représente toujours une nouvelle chance. Témoignages de cinq personnes qui ont totalement changé de vie.

Par Judith Hochstrasser



LA COMBATTANTE

«Le manque de reconnaissance m'a presqu'abattue»

Christine Scheidegger, Berne
Autrefois: chercheuse en études de genre
Aujourd'hui: tireuse à l'arc

Un arc, une flèche. Elle doit voler de A à B. C'est tout simple et pourtant très complexe. La tête, le cœur et le corps doivent travailler en harmonie, déclare Christine Scheidegger, 39 ans. L'ancienne politologue et chercheuse en études de genre enseigne désormais l'art du tir à l'arc. Elle réfléchit avec soin à chaque phrase qu'elle prononce – aussi ce qu'elle dit doit atteindre le cœur de la cible. Une circonspection peut-être liée à la rigueur scientifique avec laquelle elle a observé le monde de la recherche.

Elle a quitté la recherche après dix ans, mais n'aime pas en parler, car le changement ne fut pas volontaire. Il lui coûtait de plus en plus d'énergie de vivre dans un «environne-

ment toxique et discriminatoire» et dans des conditions de travail «précaires». «Le système helvétique des carrières scientifiques se base sur le soutien financier de son partenaire ou d'un héritage. Ce qui m'a presqu'abattue, c'est le manque de reconnaissance. Tu travailles tout le temps, y compris le week-end, mais on entend toujours que c'est trop peu. Comme la plupart des chercheurs, je me suis bien plus investie que ce qui devrait être normalement exigé.»

La thèse de Christine Scheidegger menée à l'Université de Saint-Gall était consacrée aux dimensions structurelles des rapports entre les sexes et a rencontré un écho international. «Je reçois encore des courriels de chercheurs qui se disent enthousiasmés par les résultats.» Ni poste fixe ni subsides de recherche n'ont été au rendez-vous – deux requêtes soumises au Fonds national suisse ont notamment échoué.

Elle jeta finalement l'éponge, mais pas de manière discrète comme c'est normalement le cas: elle se retira officiellement lors d'une conférence internationale et en faisant part de sa volonté de gagner désormais sa vie en donnant des cours de tir à l'arc. Certaines personnes ont été perplexes, précise-t-elle, mais beaucoup d'autres ont admiré son courage. «Le tir à l'arc est entouré d'une certaine aura mystique et romantique.»

Depuis deux ans, elle enseigne ce sport à la mode dans un endroit idyllique situé en périphérie de Berne. Elle le propose également comme thérapie pour des gens en suivi psychiatrique ou comme initiation à la méditation en pleine conscience pour des personnes en crise. «La recherche, c'est le fait de chercher. Et je cherche toujours: j'offre mes compétences à des gens qui eux-mêmes se trouvent en quête d'une nouvelle vie.» ●



LE MANAGER

«Se détendre et profiter de la vie, ça ne marche pas»

Donald Kossmann, Redmond (Etats-Unis)
Autrefois: professeur à l'ETH Zurich
Aujourd'hui: directeur de recherche à Microsoft

Professeur, le poste tant convoité au sommet de la carrière académique. Donald Kossmann l'a été pendant treize ans, titulaire d'une chaire au Département d'informatique de l'ETH Zurich. Mais en 2017, il le quitte pour rejoindre Microsoft aux Etats-Unis. Il dirige le centre de recherche de Redmond qui occupe des centaines de scientifiques. Il y développe notamment des méthodes pour conserver de manière sûre et bon marché les données dans le cloud.

«La communauté scientifique a bien été un peu choquée quand je suis parti», concède le cinquantenaire, qui ne dit lui-même ne pas

vraiment savoir ce qui l'a poussé à prendre ce nouveau départ. «J'aimais l'ETH Zurich, mais j'avais atteint une sorte de plateau», explique-t-il. Et c'est ainsi qu'il décide de sortir de sa zone de confort. Les débuts aux Etats-Unis sont difficiles et exigeants – il se décrit comme «un Européen pur et dur». Sa famille et la Suisse lui manquent. Mais il s'enthousiasme pour ces nouvelles expériences et notamment pour ses collègues «exceptionnels».

Dans le privé ou à l'université, la pression est tout aussi grande: «Se détendre et profiter de la vie, ça ne marche pas.» La recherche, elle, reste sa passion. «Avoir une idée, même si elle est peut-être un peu folle, et améliorer le monde: voilà qui est incroyablement gratifiant.» ●



L'EXILÉ

«Je ne regrette rien»

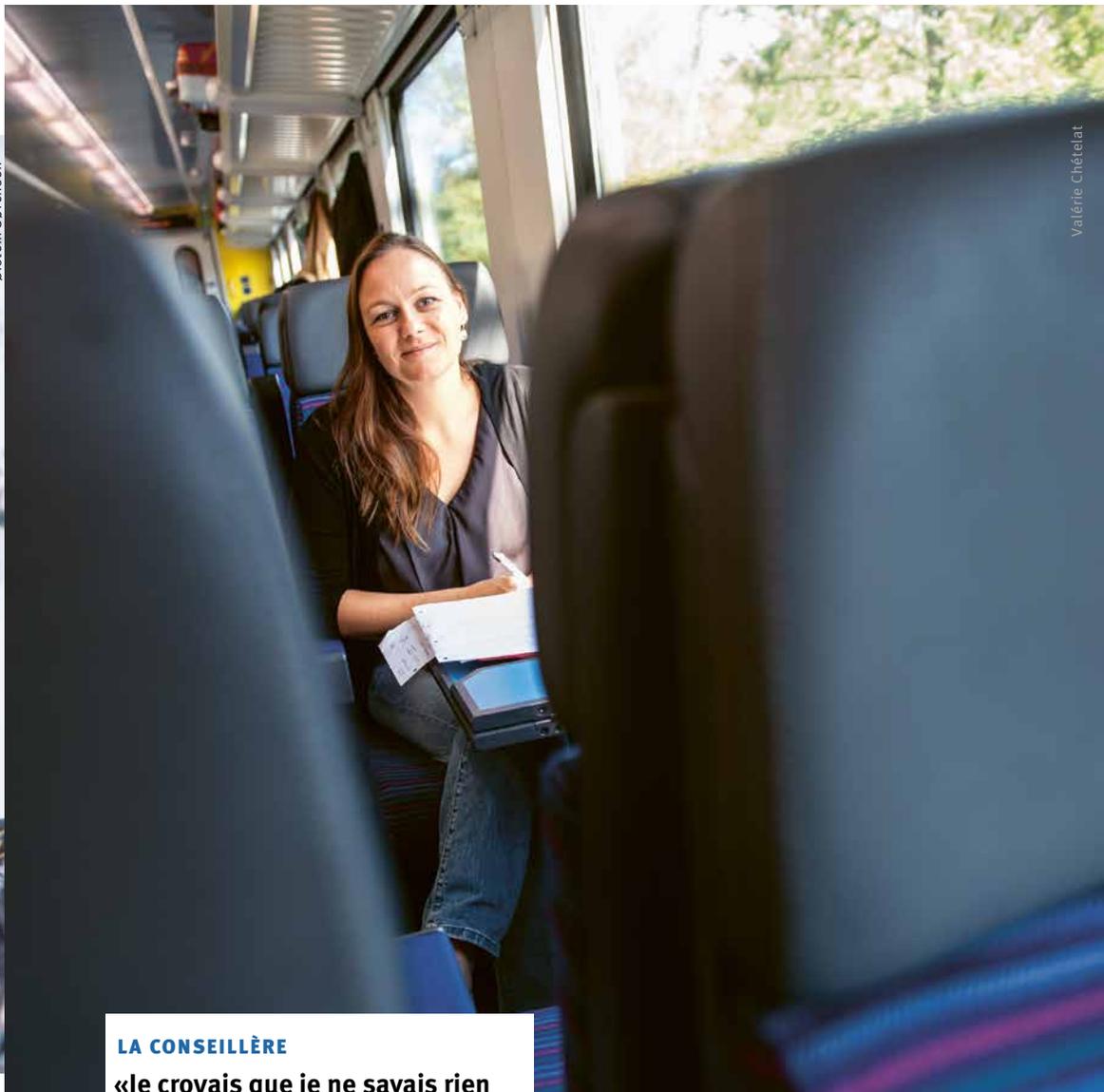
Sébastien Barrault, Sandbakken (Norvège)
Autrefois: chercheur en mécanique
Aujourd'hui: éleveur de chiens de traîneau et restaurateur

«La vie est faite de choix. Je ne regrette rien: je suis maintenant ici et c'est magnifique.» Ici, c'est Sandbakken Sportsstue, un lieu d'excursion au milieu de la forêt au sud-est d'Oslo. Philippe Barrault y vit depuis 2015. Il y élève seize chiens polaires et gère un restaurant avec sa compagne.

L'endroit peut paraître isolé, mais représente en fait un retour à la civilisation pour l'homme de 42 ans. Car le diplômé en génie mécanique de l'EPFL vivait auparavant à Ny-Ålesund, le village le plus septentrional du monde situé sur l'île norvégienne de Spitzberg, comme responsable d'une station de recherche pour observer les effets du changement climatique sur l'Arctique.



Øistein Sørensen



Valérie Chételat

C'est un peu par hasard que le Valaisan a quitté la recherche. Lorsque l'occasion de reprendre l'Hostel Sandbakken s'est présentée, il l'a saisie. Il ne regrette pas d'avoir renoncé au monde de la science: il aime bien aller au fond des choses, et c'est aussi possible de le faire quand on élève des chiens. Il ne tisse pas d'autres parallèles entre ses deux vies: «La recherche tourne autour de faits concrets. Le travail avec les chiens, lui, requiert expérience et intuition.» Pour Philippe Barrault, la page est tournée, et il exclut de revenir un jour à la recherche. Car les technologies se développent si vite que l'on perd rapidement le fil. Mais aussi parce que sa vie est plus tranquille ici. «Je n'appréciais pas la pression constante de publier. Et pas plus les critiques parfois dures et sévères lors du peer review.» Il se dit bien entendu très occupé aujourd'hui. Mais c'est un stress entièrement différent. ●

LA CONSEILLÈRE

«Je croyais que je ne savais rien faire en dehors de la recherche»

Nadja Feddermann, Berne
Autrefois: chercheuse en biologie végétale
Aujourd'hui: coach de carrière

Sa passion se logeait dans les racines d'un trèfle, et dans les bactéries et les champignons qui provoquaient des échanges de phosphates et de sucres. «Comment ses différents acteurs se reconnaissent-ils? Qu'est-ce qui déterminait le timing?» Nadja Feddermann a consacré sa thèse à ces mécanismes à l'Université de Bâle, suivie par des postdocs à Upsala ainsi qu'à Fribourg et Neuchâtel.

Elle aurait pu rester en Suède ou accepter une proposition de job aux États-Unis. Mais elle s'est décidée pour la Suisse en raison de ses attaches. Et là, les choses sont petit à petit devenues difficiles – les subsides de recherche terminés, les requêtes rejetées. Les opportunités se raréfient rapidement au cours d'une carrière académique, explique l'ancienne biologiste. Elle dit avoir aimé son travail mais également avoir largement ignoré les étapes qui auraient pu s'avérer importantes dans sa carrière. «C'était mon erreur.»

C'est justement ce qui a permis à Nadja Feddermann d'inventer son métier d'aujourd'hui: coach pour les universitaires qui cherchent un poste ou qui viennent d'en trouver un. Elle a d'abord dû elle-même se réorienter – une étape difficile, confie-telle. Elle n'avait aucune idée du fonctionnement du marché du travail. «Je croyais que je ne savais rien faire en dehors de la recherche.» Mais elle était en même temps fascinée par son problème personnel: comment planifier une carrière?

Elle fit appel à un coach privé et prit enfin conscience de ses autres compétences. Elle avait par exemple toujours aimé organiser des collaborations entre scientifiques et encadrer des étudiants. Tout à coup, le pas suivant à franchir lui apparut clairement: elle suit une formation de coach. A 42 ans, elle conseille aujourd'hui les partenaires de travailleurs expatriés, en particulier sur mandat de grandes firmes pharmaceutiques. Nadja Feddermann se dit être à nouveau captivée par ce qu'elle fait. Elle ne se focalise plus sur ce qui se passe dans une racine de trèfle, mais sur ce qui produit entre les gens. ●



L'AMOUREUX DU GRAND AIR

«Je sais être tenace»

Rudolf Helbling, Mesolcina (GR)
Autrefois: chargé de cours en économie
Aujourd'hui: exploitant d'alpage

L'homme de 58 ans explique avoir marché une heure à 2000 mètres d'altitude afin de trouver une bonne qualité de réseau qui lui permette d'évoquer au téléphone son goût autant pour la liberté et la montagne que pour les questions économiques. Rudolf Helbling exploite depuis 2003 des alpages où il amène des troupeaux de bovins, de moutons, de chèvres et de chevaux pour sa Pastorizia Alpina, dans le val Mesolcina aux Grisons, à quelques kilomètres de l'Italie.

Déjà jeune, Rudolf Helbling aspirait à vivre comme un cow-boy. Il partit en Nouvelle-Zélande et aux Etats-Unis travailler comme garçon de ferme et tondeur de moutons. Mais il se rendit compte qu'il ne pourrait pas réaliser son rêve d'exploiter sa propre ferme. Il a donc étudié l'économie afin de s'assurer

une source stable de revenus. Un doctorat lui ouvre la voie à une place de chargé de cours à l'Institut d'économie et de droit agraires de l'Université de Saint-Gall (HSG), qu'il occupe de 2003 à 2015.

Rudolf Helbling a toujours réussi à réunir ses deux passions, notamment en intégrant ses expériences pratiques dans ses projets de recherche. Il a par exemple analysé l'impact des méthodes de traitement de certaines épizooties telles que la fièvre aphteuse chez les moutons sur l'exploitation d'un alpage. Il enseignait à la HSG l'économie agraire en se penchant sur des questions bien concrètes: pourquoi les entreprises agricoles fonctionnent-elles partout dans le monde selon un modèle familial plutôt qu'industriel et quel type d'incitation peut conduire un paysan à éviter la surexploitation de ses terres? Il est à l'aise dans ces deux mondes, basculant sans problème de l'un à l'autre, et parle volontiers de ce qui les relie:

«La persévérance est importante, autant pour le paysan que pour le chercheur. Je sais être tenace: il faut supporter l'incertitude, accepter d'ignorer si les choses vont bien tourner.»

Cette double casquette ouvre des possibilités, car il est rare que des armaillis et des universitaires discutent sur pied d'égalité. «Les scientifiques pensent souvent que seul le savoir académique compte. C'est pourquoi des gens ayant des années d'expérience sur le terrain se voient écrasés par ces citadins, à coups de régulations, de prescriptions et de concepts. Partout, le monde rural est traité de la même façon.»

La Pastorizia Alpina se porte bien du point de vue économique, selon son patron. Mais ce dernier se dit conscient qu'il ne pourra pas mener cette vie éternellement. «A un moment ou l'autre, je devrai me consacrer à quelque chose de physiquement moins exigeant.» Un retour à la recherche? Ce serait une option, répond-il. ●

«Le plus gros handicap se trouve dans les têtes»

Alireza Darvishy est malvoyant depuis son adolescence. Chercheur à la Haute école zurichoise des sciences appliquées, il conseille entreprises et autorités sur les questions liées à l'accessibilité, notamment dans les universités.

Propos recueillis par Franca Siegfried

Comment vos étudiants réagissent-ils à votre handicap de la vue?

Je leur en parle lors du premier cours et leur demande de se manifester de manière sonore lorsqu'ils veulent poser une question. Imaginez-vous: un professeur dans sa salle de cours qui ne voit presque pas ses étudiants, et qui rigole parfois. C'est une situation qu'ils arrivent très bien à gérer!

Qui vous a soutenu?

Mes parents m'ont encouragé à ne pas renoncer à mes ambitions après l'accident, survenu alors que j'étais gymnasien en Iran, mon pays d'origine. Ma mère m'a aidé à étudier chaque soir. Je suis ensuite venu en Suisse à l'âge de 18 ans, seul. J'ai d'abord appris l'allemand puis obtenu la maturité suisse avant de débiter des études à Zurich.

Est-ce que vous avez bénéficié d'un soutien institutionnel en Suisse?

Non, à l'époque je n'ai pas attendu des prestations d'assurance en tant qu'étranger. J'ai néanmoins fait la connaissance de nombreux étudiants qui ont spontanément lu et enregistré des manuels de cours sur cassettes. Je portais constamment sur moi un enregistreur, et presque tous les enseignants ont accepté que je consigne ainsi leurs cours.

Comment voyez-vous la Suisse aujourd'hui en termes d'accessibilité à l'ensemble des offres publiques?

Le pays est devenu plus ouvert grâce à des réseaux internationaux et à un nouveau cadre légal. La Convention de l'ONU relative aux droits des personnes handicapées a été ratifiée par la Suisse en 2014. Mais les choses ne sont pas encore telles qu'elles devraient l'être.

Où voyez-vous les plus grandes lacunes?

Le plus gros handicap se trouve dans les têtes. La législation et la technologie ne font pas tout. Les Européens tendent au perfectionnisme. Mais nous sommes par

nature loin d'être parfaits. Les personnes souffrant d'un handicap veulent participer à la vie sociale et préserver leur dignité.

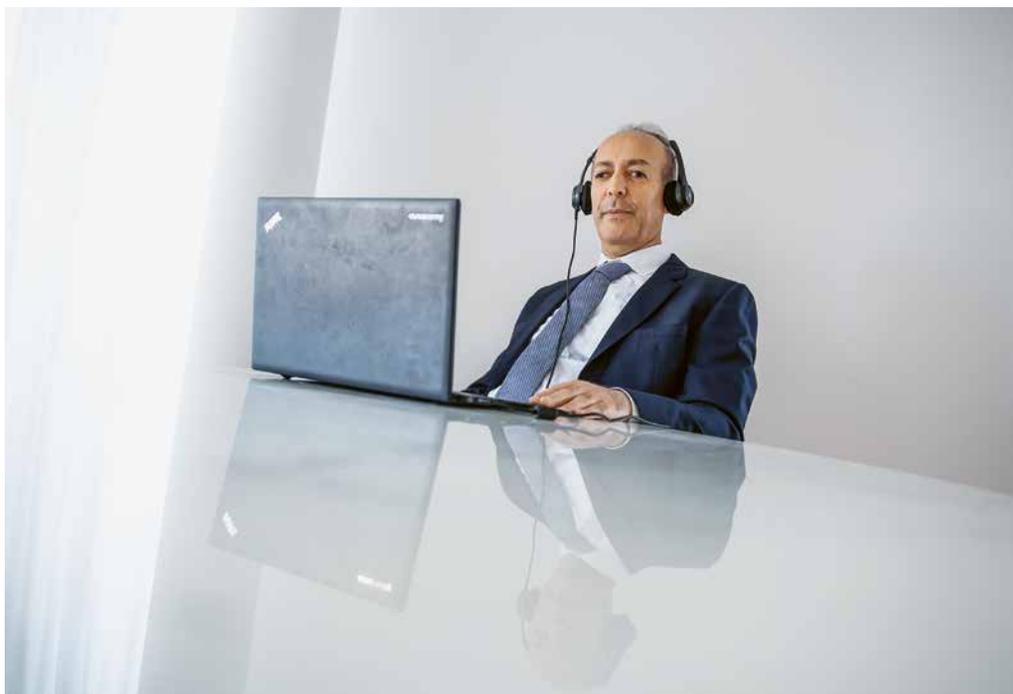
Quelles sont vos propositions?

Notre projet de recherche «Enseigner et être chercheur à l'université - sans obstacle!» élabore un guide contenant des recommandations destinées aux hautes écoles afin d'offrir les mêmes chances aux scientifiques et enseignants en situation de handicap. Un site Internet rassemblera des informations, des blogs de personnes concernées ainsi qu'une plateforme de mise en relation, qui proposera par exemple des accompagnateurs lors d'un congrès. Le projet veut supprimer encore d'autres difficultés.

«L'éducation permet de surmonter les obstacles.»

Quels obstacles rencontrez-vous concrètement au quotidien?

Ce sont de petites tâches qui s'avèrent difficiles, comme enclencher un vidéoprojecteur dans un auditoire... Une technologie pourrait être développée pour cela. Pourquoi pas une commande vocale? Car je ne peux sans cesse demander de l'aide à mes collaborateurs. Rechercher l'autonomie et



L'éducation permet de surmonter les obstacles générés par un handicap, dit Alireza Darvishy.

Photo: Valérie Chételat

aspirer à la normalité, cela prend beaucoup d'énergie et érode souvent la dignité. Malgré ces obstacles, j'encourage les personnes en situation de handicap à poursuivre une carrière académique. Car l'éducation permet de surmonter les obstacles, désamorce le rôle de victime et abolit la discrimination. Avec la technologie, elle est nécessaire pour accueillir tout le monde sans marginaliser qui que ce soit.

Franca Siegfried travaille comme collaboratrice scientifique aux Académies suisses des sciences.

Intégrer grâce à la technologie

Alireza Darvishy est professeur d'informatique à la Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW) et étudie notamment l'utilisation des outils informatiques pour aider les personnes âgées ou en situation de handicap. Il a mené un projet pour une banque suisse qui a débouché sur les premiers distributeurs de billets parlants pour malvoyants. En 2016, il a reçu le Prix Unesco pour l'autonomisation des personnes handicapées par les technologies numériques.

Conflits d'intérêts: la transparence ne suffit pas

Les experts se doivent de déclarer tout lien avec l'industrie. Mais d'autres formes de partialité sont inévitables.

Par Florian Fisch



Coloscopie ou biopsie, opération ou chimiothérapie: qui décide quand un traitement est indiqué ou non? Ce sont en général les associations médicales qui établissent les directives thérapeutiques. Les médecins sont quotidiennement confrontés dans leur travail clinique à des cas concrets - rien de plus logique que ce soit eux et elles qui déterminent l'état actuel des connaissances.

Et c'est pourtant exactement à quoi s'oppose John Ioannidis, un biostatisticien de Stanford célèbre pour ses prises de position tranchées. «Les associations professionnelles devraient renoncer à rédiger les directives et les définitions de maladie», affirme le titre de son article publié en octobre 2018. Des dizaines, voire des centaines de médecins établissent des directives; celles-ci sont citées par les milliers de membres que compte l'association professionnelle, qui est elle-même sponsorisée par l'industrie. Ce qui cimente «des hiérarchies et des structures de pouvoir claniques». En d'autres mots, les experts doivent choisir entre le bien des patients et le leur. Ils ont un conflit d'intérêts.

Pour John Ioannidis, les directives thérapeutiques constituent un pilier important de la médecine basée sur des faits. Mais pour lui, elles ne devraient pas être laissées uniquement aux experts du domaine, mais refléter également l'avis de spécialistes en méthodologie, de représentants des patients, de médecins généralistes et de représentants du personnel soignant. Des personnes qui selon lui sont mieux à même de juger si les effets secondaires d'une thérapie sont par exemple supportables pour les patients ou si un traitement est vraiment économique en pratique.

Procès d'intention

David Klempner partage cette analyse. L'interniste et professeur de médecine sociale à la Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg souhaite éviter les conflits d'intérêts; il est membre de l'initiative «Mein Essen zahl' ich selbst» (je paie moi-même mes repas) qui se bat contre les faveurs offertes par l'industrie pharmaceutique telles que le paiement de formations continues ou de frais de voyage.

Il se dit bien conscient que certains conflits d'intérêts sont inévitables. Mais pour lui, les choses sont claires lorsqu'on parle de financement de la recherche biomédicale: «Je ne dois accepter aucune rémunération», dit-il. Il juge d'un œil critique l'influence de l'industrie lors de l'évaluation de l'efficacité des traitements, notamment quand les entreprises contribuent aux études: celles-ci ont tendance à se focaliser sur les effets facilement mesurables d'une thérapie, mais qui ne se traduisent pas

forcément en une guérison. «On cherche ainsi à déterminer si une tumeur cesse de croître à la suite d'une thérapie. Mais pour les patients, le plus important est une qualité et une espérance de vie élevées.» Et les études montrent que les recherches soutenues par l'industrie évaluent l'efficacité des traitements de manière plus positive que les travaux indépendants.

D'autres experts jugent les choses différemment. Pour eux, le progrès médical n'est pas possible sans collaboration avec le privé. Dans une série d'articles publiés dans *The New England Journal of Medicine*, la cardiologue et journaliste Lisa Rosenbaum s'élève contre une diabolisation générale, qui conduit souvent à des attaques personnelles contre les scientifiques ayant des liens avec la pharma. «Ceux qui colportent ce genre d'histoires excitent l'indignation du public contre l'industrie sans juger nécessaire de montrer les preuves d'un impact négatif. La simple existence de liens suffit à une condamnation.» Elle cite aussi des exemples où les critiques exprimées contre l'industrie ont été réfutées et où l'efficacité des thérapies a été confirmée à long terme.

Les limites de la transparence

Ce champ de tension créé par les intérêts commerciaux accompagne les institutions actives dans la recherche pharmaceutique. Leur réponse réside dans la transparence, avec notamment la publication des liens d'intérêts - comme pour les membres des comités d'experts de Swissmedic, l'autorité suisse d'autorisation et de contrôle des produits thérapeutiques. Depuis peu, l'Université de Zurich a fait de même: les mandats extérieurs de son corps enseignant peuvent être consultés en ligne.

«Nous avons tous nos conflits d'intérêts.»

Bernard Burnand

Mais la transparence ne constitue pas une panacée, ainsi que le montre une affaire récente touchant l'organisation Cochrane, un réseau de scientifiques reconnu pour son indépendance et qui effectue des revues systématiques sur l'efficacité des traitements. Les auteurs sont soumis à une déclaration de leurs intérêts financiers parmi les plus détaillées du monde académique, qui inclut «des liens ou activités qui pourraient être considérés par des lecteurs comme ayant une influence, ou qui donnent l'impression d'une potentielle influence».

Malgré ces hauts standards, un conflit a éclaté en septembre 2018 au sein du réseau. Des critiques ont été adressées à l'une

de ses revues systématiques qui portait sur l'efficacité de la vaccination contre le papillomavirus humain et sur ses effets indésirables. Les reproches: elle aurait «ignoré près de la moitié des études pertinentes» et ainsi négligé des données importantes sur les effets secondaires. Selon une enquête menée ensuite par Cochrane, seul un petit nombre d'études ont effectivement manqué, et les inclure n'aurait «peu, voire aucun effet sur les conclusions finales».

L'un des détracteurs est le Danois Peter Gøtzsche, un chercheur en médecine controversé à cause de ses critiques violentes contre la pharma. Il fut peu après exclu de l'organe de direction de Cochrane pour avoir entre autres «présenté de manière répétée son opinion personnelle comme étant celle de Cochrane». Certains observateurs ont vu dans cette querelle une dissension entre puristes et pragmatiques sur la manière de gérer les conflits d'intérêts: le médecin danois a ainsi reproché à trois des quatre auteurs d'avoir eu des conflits d'intérêts financiers - dix ans auparavant.

Au-delà de l'argent

Le fait que l'activisme de Peter Gøtzsche puisse être source de partialité n'a guère été discuté dans l'affaire. «Mais si l'on réduit la question à des aspects financiers, on ignore d'autres facteurs qui sont au moins aussi importants», estime Nikola Biller-Arndt, médecin et bioéthicienne à l'Université de Zurich. Publications, prix ou promotions constituent autant d'incitations importantes susceptibles d'influencer un jugement scientifique, notamment lorsque l'annonce d'un succès est attendue. Comment faire donc pour gérer ces nombreux facteurs d'influence?

«Nous avons tous nos conflits d'intérêts», note Bernard Burnand, médecin et directeur de Cochrane Suisse. Selon lui, le système académique aggrave les problèmes, avec ses pressions pour publier le plus possible ou fonder des start-up. «Pour l'instant, la solution la moins mauvaise reste de déclarer les conflits d'intérêts de façon aussi complète que possible», poursuit-il. Jusqu'ici, les déclarations de ce type ont toutefois une place relativement modeste dans les revues scientifiques. «Il serait bien de rendre ces déclarations plus systématiques.» Cela pourrait se faire sur une plateforme en ligne à l'instar d'orcid.org qui rassemble des profils de scientifiques.

Florian Fisch est rédacteur scientifique au FNS.

Dans les rizières polluées de Chine

Jaime Caplette est partie étudier la présence d'antimoine dans les rizières de la campagne chinoise. La géologue canadienne traque désormais ce polluant aux abords des stands de tir helvétiques.

«Nous avons travaillé dans des petits villages reculés pour analyser les concentrations d'antimoine dans les rizières. Notre présence intriguait beaucoup leurs habitants, et chaque jour quelques-uns venaient nous rendre visite. Ils posaient des questions sur nos recherches et nous parlaient de la région. Heureusement que nous avions dans notre équipe trois étudiants de l'Académie chinoise des sciences qui pouvaient nous aider avec les traductions! Ces échanges spontanés nous ont fourni des informations qui nous auraient échappé autrement, comme le fait que des poissons mouraient dans certaines étendues d'eau ou que des précipités se formaient dans d'autres. Malgré quelques craintes avant notre venue, les autorités chinoises ne nous ont posé aucun problème.

J'ai prélevé des échantillons de sol, d'eau et de gaz dans des rizières à proximité de la zone minière de Xikuangshan, le plus grand gisement d'antimoine du monde situé dans la province du Hunan. Là où je me trouvais, la concentration d'antimoine dans le sol peut atteindre 2500 parties par million (ppm), soit environ mille fois plus qu'un taux normal. L'objectif de mes travaux était de mieux comprendre les différents processus qui influencent le cycle de cet élément chimique toxique et potentiellement cancérogène. L'Union européenne et les États-Unis le considèrent comme un polluant prioritaire, mais il reste relativement peu étudié jusqu'à présent.

Je me concentre sur les formes volatiles de l'antimoine, notamment biométhylées. Nous voulons comprendre comment se créent ces composés, car certains sont plus toxiques que d'autres. Nous étudions notamment comment cette spéciation influence la mobilité de l'antimoine dans l'environnement et s'il se retrouve dans le riz. Nous avons sélectionné trois sites, des rizières ayant des concentrations d'antimoine respectivement basse, moyenne et élevée.

La météo constituait le plus gros défi. Nous travaillions en plein soleil, par 30 à 35 degrés. En outre, comme il s'agit d'une zone de montagne, des orages éclataient régulièrement. Je devais constamment m'assurer que les pompes utilisées pour la récolte des échantillons gazeux restaient aussi étanches que possible - je les abritais sous des parapluies.

Le poison dans les munitions

Nous avons analysé certains paramètres sur place, mais la majeure partie des analyses aura lieu à Berne. D'ailleurs, c'est en Suisse que le deuxième volet de mon doctorat se déroulera. L'antimoine est utilisé pour durcir le plomb des munitions, et si une balle explose et reste dans la nature, il risque de se retrouver dans l'eau. Vu que le pays ne compte pas moins de 4000 stands de tir, anciens ou actuels, ce sont autant de sites contaminés potentiels.

Nous voulons nous concentrer sur cinq stands de tir pour étudier l'influence de différents paramètres, comme des inondations ou l'usage de fumier, sur la libération d'antimoine dans l'environnement. Une fois que nous disposerons d'une meilleure connaissance de cet élément, nous serons mieux à même de proposer des solutions aux pollutions qu'il occasionne.»

Propos recueillis par Martine Brocard



Une Canadienne en Suisse

Jaime Caplette a étudié la géologie à l'Université Laurentienne de Sudbury au Canada. Après son master consacré à l'antimoine et au plomb dans le sol de zones minières, la Canadienne a rejoint l'Institut de géographie de l'Université de Berne en mars 2017. Elle y poursuit un doctorat au sein du groupe spéciation des éléments traces.





Jaime Caplette collecte des composés de l'antimoine gazeux dans une rizière près de la mine de Xikuangshan en Chine (en haut), notamment à l'aide de tubes aspirant l'eau du terrain (à droite). Mais d'autres informations sont apparues grâce à des échanges spontanés avec la population locale (centre gauche). Photos en haut et à gauche: Adrien Mestrot. A droite et portrait: Lorenz Gfeller

Mystères magnétiques

L'origine du champ magnétique terrestre n'est toujours pas bien comprise. Pour élucider le phénomène, de nouveaux modèles s'appuient sur des superordinateurs. Petit voyage au centre de la Terre.
Par Hubert Filser

Nous ne sentons rien mais des choses mystérieuses se produisent très loin sous nos pieds. Des océans de métaux liquides profonds de 2000 kilomètres se déplacent autour du noyau de la Terre composé de fer solide, et d'énormes tourbillons les agitent. Partis de régions proches du noyau interne, les courants incandescents remontent en direction du manteau terrestre où ils se refroidissent avant de replonger dans la mer bouillante. Ce liquide en fusion - du fer pour l'essentiel, accompagné d'un dixième de nickel - est un conducteur électrique. Ses mouvements induisent un champ magnétique. Ce phénomène appelé géodynamo constitue l'origine principale du champ magnétique terrestre.

Mais les scientifiques ne comprennent pas encore précisément comment il est généré. «Etablir un modèle du champ magnétique terrestre constitue l'un des problèmes les plus difficiles de la géophysique», souligne Andrew Jackson, professeur de géophysique à l'ETH Zurich. Le cœur de notre planète - le noyau interne solide et le noyau externe liquide - n'est connu que de manière indirecte à partir des mesures d'ondes sismiques. L'orientation de l'axe de rotation de la Terre suit un cycle, ce qui engendre des turbulences complexes. Chaque jour, des vagues traversent le noyau externe liquide.

Des hypothèses irréalistes

La situation est si complexe que les scientifiques doivent adopter des hypothèses irréalistes pour parvenir dans leurs modèles à des résultats acceptables. Ils modifient par exemple les constantes physiques ou prennent des valeurs fortement révisées pour certaines propriétés telles que la viscosité du fer liquide. «La plupart des chercheurs partent d'une conductivité électrique plus élevée qu'elle ne l'est probablement dans le noyau externe, car cela les aide à pouvoir produire théoriquement un champ magnétique», explique Andrew Jackson.

Son équipe a publié un modèle plus réaliste du champ magnétique terrestre qui simule l'intérieur de la terre sur un grillage sphérique. A chaque intersection, il résout par ordinateur les équations - progressivement et par intervalles temporels minuscules. Le scénario dessiné par le nouveau modèle s'avère plutôt réaliste. Un liquide conducteur et incompressible s'y trouve

enfermé dans une sphère en rotation. L'énergie qui génère les flux de chaleur provient de la croissance extrêmement lente du noyau interne et de la désintégration radioactive d'isotopes instables présent dans le liquide en fusion. Le transport de chaleur du noyau jusqu'au manteau reste encore inexpliqué par le modèle qui contient également certaines représentations légèrement erronées de la véritable structure interne de la terre. Mais Andrew Jackson se dit convaincu que l'approche est correcte.

«Les orages magnétiques peuvent entraîner des erreurs du signal GPS d'une dizaine de mètres.»

Claudia Stolle

Les récents progrès viennent avant tout des superordinateurs. La simulation de l'équipe zurichoise est réalisée au Centre suisse de calcul scientifique (CSCS), à Lugano. «Les supercalculateurs du CSCS nous positionnent à la pointe de la science mondiale», lance Andrew Jackson. Mais malgré ces avancées, la complexité du champ magnétique terrestre n'est toujours pas entièrement comprise. La géodynamo l'explique à 95% mais d'autres facteurs existent: quelques pourcents proviennent des roches magnétiques situées dans la croûte terrestre ainsi que des marées des océans, à travers le mouvement d'ions de sodium et de chlorure présents dans l'eau salée

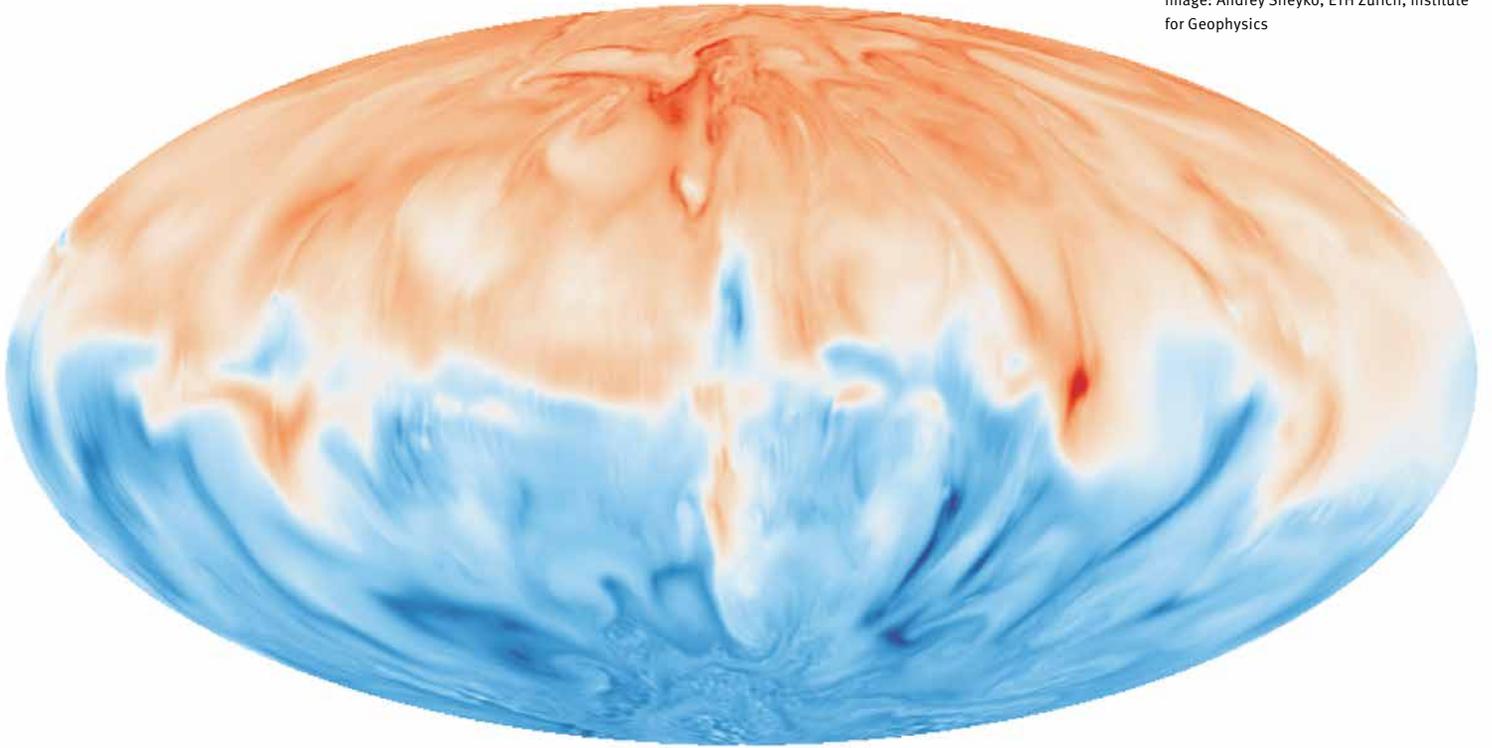
Avis de tempête solaire

Le champ magnétique terrestre joue un rôle crucial pour la Terre: il génère la magnétosphère, qui agit comme un bouclier nous protégeant des particules chargées de haute énergie amenées par le vent solaire. Lors d'orages magnétiques solaires, la magnétosphère est comprimée et laisse passer davantage de particules, qui peuvent notamment endommager les instruments embarqués dans les satellites.

Les orages magnétiques renforcent en outre les courants électriques dans l'ionosphère (la région recouvrant les altitudes de 80 à 1000 kilomètres) et ainsi également le champ magnétique local. «L'ionosphère peut à court terme contribuer à un pourcentage du champ magnétique global»,

A 3000 kilomètres sous nos pieds, le champ magnétique à la surface du noyau terrestre, calculé par un nouveau modèle numérique.

Image: Andrey Sheyko, ETH Zurich, Institute for Geophysics



explique Claudia Stolle, professeure de géomagnétisme au centre allemand de géosciences GFZ de Potsdam. Les effets sont même ressentis sur Terre. Les tempêtes perturbent les réseaux électriques, jusqu'à provoquer de réelles pannes d'électricité. «Les orages magnétiques peuvent entraîner des erreurs de localisation du signal GPS d'une dizaine de mètres, poursuit la chercheuse. Il est important de mieux comprendre les perturbations géomagnétiques dans l'ionosphère afin de pouvoir émettre des mises en garde à temps. Une sorte de prévisions météorologiques pour l'espace.»

En 2013, l'Agence spatiale européenne a lancé la mission Swarm: trois satellites qui orbitent en constellation à des altitudes de 450 et 520 kilomètres. Ils mesurent l'intensité et la direction du champ magnétique terrestre avec une précision sans précédent: un nanotesla, soit 50 000 fois moins que l'intensité moyenne du champ terrestre. Ils analysent également les champs électriques et la densité du plasma dans la magnétosphère qui assure une fonction protectrice. Ces données doivent notamment aider à comprendre la migration des pôles magnétiques, qui se déplacent de

quelques dizaines de kilomètres chaque année, ainsi que de leur future inversion.

Elles montrent que l'intensité du champ magnétique terrestre diminue fortement dans l'Atlantique Sud; elle n'est que de 20 microteslas environ, contre 60 aux pôles. «Nous aimerions bien comprendre pourquoi le champ s'affaiblit si rapidement», dit Andrew Jackson. Ces anomalies pourraient indiquer que le champ magnétique terrestre est actuellement en train de s'inverser, un phénomène normal et récurrent qui est survenu pour la dernière fois il y a 780 000 années. «Nous n'avons toujours pas élucidé la question de l'inversion des pôles. Il s'agit d'un problème très difficile, car le phénomène se déroule sur une très longue durée et parce que nos modèles restent très éloignés du système géophysique.» Andrew Jackson a présenté il y a deux ans un mécanisme qui décrit une telle inversion, mais probablement sans pouvoir reproduire exactement la situation réelle.

Les données réunies par Swarm contribuent à l'amélioration progressive des modèles, notamment en livrant des informations sur la conductivité électrique du manteau terrestre (les 3000 kilomètres

supérieurs du globe). Comme celle-ci peut être déduite du champ magnétique global, ces mesures permettent d'affiner les modèles de la géodynamo. La mission Swarm a fait bouger beaucoup de choses dans la recherche, en inspirant des collaborations entre des disciplines jusqu'alors focalisées sur des phénomènes isolés. Elles trouveront peut-être à l'avenir une approche commune. On l'espère, car «il n'existe encore aucun modèle global de notre champ magnétique terrestre», dit Claudia Stolle.

Basé à Munich, Hubert Filser travaille régulièrement pour la Süddeutsche Zeitung et la WDR.

—
A. Sheyko et al.: Scale separated low viscosity dynamos and dissipation within the Earth's core. Scientific reports (2018).

Un libre marché de la donnée

Les données sur Internet doivent être accessibles et interprétables par les algorithmes. Mais comment convaincre les géants du Web de partager leurs précieuses informations? Une équipe zurichoise propose un marché des données. *Par Florian Wüstholtz*

Le Web des données repose sur une vision assez simple: les informations en ligne sont systématiquement annotées par des labels structurés et standardisés afin de les rendre interprétables par les machines. Les algorithmes peuvent alors exploiter les contenus Internet de manière efficace et précises. La recherche et le secteur public mettent déjà à disposition de nombreuses données, notamment statistiques. Pour convaincre les prestataires commerciaux de rejoindre ce mouvement, des informaticiens de l'Université de Zurich proposent une ébauche d'un marché des données qui offrirait les bonnes incitations économiques.

«Les clients ne paient que pour ce qui les intéresse vraiment.»

Tobias Grubenmann

Les informations référencées selon les principes du Web des données sont compréhensibles pour les machines: un algorithme peut ainsi reconnaître si le nombre figurant dans un tableau indique l'âge d'une personne, une somme d'argent ou la hauteur d'un immeuble. Il devient alors possible de mettre en relation des données a priori isolées et de déterminer de nouvelles corrélations. Autant d'informations pertinentes et de qualité à disposition des milieux scientifiques, des autorités, des entreprises ainsi que de la société civile.

«Sur un tel marché, tous les prestataires imaginables seraient en mesure de vendre leurs jeux de données», explique le premier auteur de l'étude, Tobias Grubenmann de l'Institut d'informatique de l'Université de Zurich. Les autorités touristiques pourraient par exemple vendre des statistiques précises sur les nuitées qui, combinées avec des mesures de flux de circulation, permettraient de définir de nouvelles stratégies pour un tourisme durable.

Mais cette vision pose un problème: le cœur du modèle d'affaires de sociétés telles que Facebook ou Google se base sur l'accumulation des données générées par les internautes. Elles n'ont en principe aucun intérêt à partager gratuitement ce trésor. Car la monétisation du Web des données reste encore largement inexplorée

et désorganisée, souligne Tobias Grubenmann: «De nombreux prestataires vendent des bases de données dont les contenus sont très peu pertinents, et les usagers potentiels ne savent souvent pas ce qu'ils peuvent vraiment en faire. Le marché que nous proposons offre une piste sur la manière dont les fournisseurs pourraient mieux commercialiser leurs données.»

Les données au kilo

Le concept se base sur une tarification flexible déterminée par l'utilisation effective. Les données ne sont pas vendues en de coûteux paquets globaux, mais en fonction de la quantité - à la pièce pour ainsi dire. Après avoir présenté une demande, les clients peuvent discerner les éléments pertinents présents dans le jeu de données, leur qualité et leur prix d'achat. «Au final, ils ne paient que pour les données qui les intéressent vraiment», explique Tobias Grubenmann.

Dans ce système, le marché ne joue qu'un rôle d'intermédiaire. Les prestataires paient une taxe pour mettre leurs données à disposition alors que les données publiques restent accessibles gratuitement. Ce modèle constituerait une incitation à générer des données de qualité utilisables concrètement. Pour Tobias Grubenmann, il s'agirait d'un libre marché dans lequel l'offre, la demande et la réputation s'autorégulent.

L'avantage d'un tel marché est évident: lorsque les données sont clairement structurées, il est possible de les prospector et de les relier à volonté. Les sources publiques pourraient être croisées avec les sources commerciales et générer de nouvelles connaissances. Cela ouvrirait des possibilités totalement nouvelles pour la recherche exploratoire, les visualisations ou encore les prévisions démographiques.

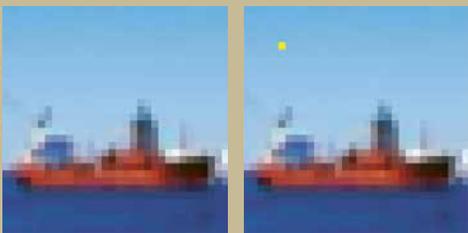
«Encourager la mise en lien des données publiques et de celles générées par le secteur commercial constitue quelque chose de fondamentalement positif», estime Matthias Stürmer, du Centre de recherche pour une informatique durable à l'Université de Berne. Ce marché pourrait s'avérer éminemment utile pour la recherche. Il nécessiterait toutefois un cadre légal conséquent: «La protection des données est le bien le plus précieux sur un tel marché. La respecter exige par exemple une anonymisation rigoureuse. Il faudrait également que la combinaison de différents jeux de données ne permette pas de déductions sur des particuliers.»

Florian Wüstholtz est journaliste libre à Berne.

T. Grubenmann et al.: FedMark: A Marketplace for Federated Data on the Web. arXiv preprint arXiv:1808.06298 (2018)



The CIFAR-10 dataset



Un pixel bleu devient jaune, et le bateau se transforme en chien.

Un seul pixel trompe l'intelligence artificielle

Un algorithme de reconnaissance visuelle a besoin de très nombreuses données pour apprendre à identifier des images. Des chercheurs ont inventé une nouvelle méthode visant à fausser cet apprentissage: ils fixent à zéro la valeur de la composante bleue d'un pixel choisi au hasard dans les images, une intervention discrète selon les couleurs environnantes.

Cette modification a été appliquée dans deux catégories spécifiques - chiens et bateaux - du jeu de données CIFAR-10. Ils ont retouché toutes les photos de chiens utilisées pour l'entraînement de l'algorithme; quant aux bateaux, il s'agissait des images devant être identifiées dans une seconde étape. Résultat: l'algorithme apprend qu'une photo de chien doit nécessairement contenir un pixel modifié et n'est donc plus capable de les reconnaître sur des images non modifiées. De plus, il classe dans la catégorie «chien» les photos de bateaux contenant le pixel transformé.

La méthode a été testée avec succès sur six réseaux de neurones: cinq algorithmes ont classé plus de 70% des bateaux dans la catégorie des chiens et ont correctement identifié moins de 1% des chiens. «Jusqu'à présent, la recherche s'était concentrée sur d'autres types d'attaques visant des algorithmes particuliers, explique Michele Alberti de l'Université de Fribourg. Mais cela exige d'avoir accès au réseau de neurones. Nous avons montré qu'on peut aussi y parvenir par le biais des données d'entraînement.»

L'attaque peut heureusement être facilement parée en utilisant des filtres capables de découvrir et corriger cette manipulation dans les données d'entraînement. «Nous voulions montrer que de telles attaques sont possibles. Les jeux de données publics disponibles sur Internet sont gratuits. Les utiliser sans les tester peut s'avérer problématique.»
Anna Julia Schlegel

M. Alberti et al.: Are You Tampering With My Data? European Conference on Computer Vision (2018)

Ce qui fait brûler les boues d'épuration

La Suisse produit chaque année 200 000 tonnes de boues d'épuration, les déchets potentiellement toxiques générés par les stations de traitement des eaux usées. Depuis 2006, la Confédération interdit de les utiliser comme engrais agricoles. Elles finissent donc normalement incinérées. Pour cela, elles sont d'abord préparées: on extrait notamment le méthane pour produire de l'énergie, avant de les sécher.

Jusqu'à présent, on savait peu de choses sur les processus en jeu lors de l'incinération. Une étude menée par Jonas Wielinski, un doctorant de l'équipe de Ralf Kaegi à l'institut fédéral de recherche sur l'eau Eawag, vient d'y remédier. Elle montre que l'incinération peut être décrite à l'aide de dix réactions chimiques.

Les scientifiques ont mené une analyse thermogravimétrique et soumis des échantillons de boues à diverses températures dans des atmosphères différentes en utilisant un appareil fonctionnant tel une balance très précise dans un four. Un algorithme a permis de déterminer les réactions de combustion qui se déroulaient en parallèle. L'équipe a notamment déterminé les paramètres d'Arrhenius, qui décrivent les variations de la vitesse des réactions chimiques en fonction de la température. Elle a aussi présenté une méthode permettant de déterminer les liaisons de référence.

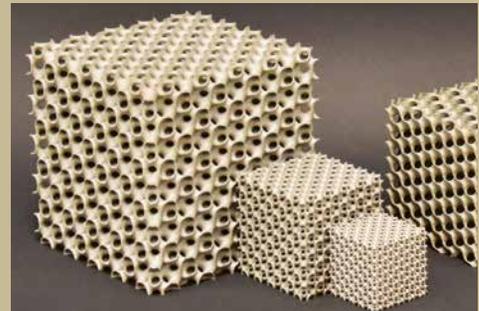
L'étude indique que c'est avant tout la cellulose et la lignine qui brûlent dans les boues: elles sont responsables de 55% de la perte de masse observée lors de la combustion. La cellulose provient principalement du papier toilette, l'un des déchets organiques les plus présents dans nos eaux usées. Les scientifiques ont également identifié d'autres combustibles dans les boues, mais en proportions plus faibles: de l'hémicellulose, du xylane, des alginates et de la calcite. *Anne Careen Stoltz*

J. Wielinski et al.: Combustion of Sewage Sludge: Kinetics and Speciation of the Combustible. Energy & Fuels (2018)

Shutterstock/Matteo Fes



Ce qui brûle dans les boues d'épuration? Du papier de toilette, entre autres.



Colin Bonatti, Dirk Mohr

Arrangés de manière régulière, les trous rendent la structure plus résistante.

Un métal antichoc imprimé en 3D

L'impression 3D est en plein développement, également pour les métaux. Un laser fusionne de la poudre d'acier, et le fluide est déposé comme dans les procédés conventionnels. C'est ainsi que Dirk Mohr, chercheur à l'ETH Zurich, a conçu un métal en treillis optimisé pour absorber les chocs. Les pleins et les creux sont arrangés de manière répétitive afin de répartir la force des impacts et de réduire les déformations.

Dirk Mohr avait exploré ce sujet pendant ses études, voilà plus de quinze ans. Mais de telles structures tridimensionnelles n'existaient alors que sur le papier: «Il ne s'agissait que d'un pur jeu de l'esprit, irréalisable en pratique. Comme j'ai plutôt une mentalité d'ingénieur, j'avais abandonné ces travaux. Avec l'essor des technologies de manufacture par addition, j'ai pu les ressortir de mes tiroirs.»

Le nouveau matériau rappelle les mousses métalliques, une masse d'acier qui renferme une grande quantité d'air dans de petites chambres. Mais la structure des mousses est plus ou moins aléatoire, car les bulles se forment au hasard par injection de gaz dans le métal en fusion. Au contraire, l'impression 3D permet de contrôler la structure du matériau dans ses moindres détails et d'en maîtriser les propriétés.

Avec son doctorant Colin Bonatti, Dirk Mohr a conçu un matériau isotropique: il résiste de manière égale à la pression et aux impacts dans toutes les directions. Les pores du métal suivent un design en coquille: une structure courbe et complexe, développée sur ordinateur, optimisée pour répartir les impacts et limiter les déformations. Cette approche pourrait servir à concevoir des éléments sur mesure, comme des absorbeurs ultralégers d'énergie mécanique ou des implants biomédicaux, explique le chercheur. «Une production industrielle, par exemple dans l'automobile, devra attendre une baisse des coûts de la manufacture additive métallique.»
Lionel Pousaz

C. Bonatti and D. Mohr: Mechanical Performance of Additively-Manufactured Anisotropic and Isotropic Smooth Shell-Lattice Materials: Simulations & Experiments. Journal of the Mechanics and Physics of Solids (2018)

Génération Instagram? I like!

Chaque après-midi, le bureau de Sandra Cortesi à Harvard se transforme en centre de jeunesse. La psychologue veut comprendre comment la nouvelle génération vit le monde numérique. *Par Samanta Siegfried*

La réponse s'avère plutôt banale: sa messagerie constitue la plateforme en ligne qu'elle utilise le plus. «Même si je trouve en fait les mails insupportables», ajoute Sandra Cortesi en riant. A 35 ans, la psychologue dirige le projet «Youth and Media» au Berkman Klein Center for Internet & Society de Harvard, l'un des centres de recherche les plus reconnus dans le domaine du cyberspace. Elle y étudie depuis neuf ans l'influence d'Internet et des technologies numériques sur les jeunes. Elle analyse leur comportement sur le Web et ce qui les intéresse.

Une particularité de son travail: elle ne l'effectue pas en vase clos, mais implique activement son objet d'étude, à savoir les adolescents. La psychologue se rend dans les écoles et invite les jeunes à se rendre l'après-midi dans son bureau, qui se transforme en centre de rencontre. Dès 16 ans, ils peuvent même postuler pour intégrer son équipe de recherche ou y faire un stage d'été. Pourquoi tant de proximité? «En tant qu'adulte, on a souvent de la peine à identifier les thèmes pertinents», répond-t-elle.

Fax et modem

Ses intérêts de recherche se concentrent essentiellement sur la sphère privée, la constitution des identités sur le Web ainsi que la qualité de l'information qu'on y trouve. Les jeunes ont tous leur propre opinion sur ces questions, souligne Sandra Cortesi: «En une décennie de recherche, je n'ai jamais entendu quelqu'un me dire: ma sphère privée, ça m'est égal. La nouvelle génération en a simplement une conception différente.» Les jeunes réfléchissent très précisément aux informations qu'ils souhaitent partager et avec qui, et ils gèrent les paramètres de leurs comptes en conséquence. Pour les personnes plus âgées en revanche, la question de la sphère privée concerne avant tout la protection de leurs données personnelles face aux institutions. La collecte et l'utilisation d'informations sur leur personne ne laisse également pas les jeunes indifférents, mais «ils n'ont pas vraiment d'alternative adéquate».

Mener ce type de recherche exige de rester au courant des derniers développements, et on trouve la chercheuse partout - de WhatsApp à WeChat en passant par Facebook, Twitter, Instagram, Snapchat et YouTube - et joue régulièrement à des jeux

vidéo. «En fin de compte, je dois comprendre la langue des jeunes!» Elle n'y est pas complètement étrangère, car la trentenaire a découvert très tôt les avantages des moyens de communication. Ayant grandi en Colombie et déménagé en Suisse à l'âge de 11 ans, le fax lui a permis à elle et à ses deux frères et sœur de maintenir le contact avec leur père, resté en Amérique du Sud. Peu après, une connexion Internet par modem accompagnée des sifflements d'usage a pris le relais. Une rareté à l'époque: «La moitié du village venait chez nous pour l'utiliser.»

«Je n'ai jamais entendu quelqu'un dire: ma sphère privée, ça m'est égal.»

Sandra Cortesi

Sandra Cortesi a étudié la psychologie à l'Université de Bâle en s'intéressant aux interactions homme-machine. A côté de ses études, elle a travaillé comme assistante de recherche dans l'équipe d'Urs Gasser, alors au Centre de recherche en droit de l'information à l'Université de Saint-Gall. Plusieurs de ses collaborateurs, dont elle alors âgée de 26 ans, l'ont accompagné lorsqu'il a été nommé directeur du Berkman Klein Center de Harvard. «Ma tâche était d'assurer que la perspective des jeunes figure toujours au premier plan», relève-t-elle.

Ecouter sans juger

La chercheuse participe actuellement comme expert au projet Youth Lab lancé à fin 2018 par le quotidien gratuit 20 Minuten. Pendant trois mois, sa rédaction invite chaque semaine 25 jeunes de 14 à 16 ans afin de mieux comprendre leur vision du monde des médias et ce qu'ils souhaitent y trouver. Sandra Cortesi dit espérer voir d'autres institutions et entreprises suivre cet exemple: «La Suisse a encore une grande marge de progression pour l'implication des jeunes dans le quotidien du travail et de la recherche.» Car, finalement, tout le monde veut la même chose - atteindre les jeunes - mais sans bien savoir comment y arriver.

Quel est le conseil de la spécialiste de la jeunesse? «Il faut poser des questions et écouter. On peut beaucoup apprendre

lorsque l'on cherche à saisir leur approche des choses.» Notamment ce que les jeunes comprennent sous le terme d'identité. Ou comment ils définissent l'amitié, la famille, une relation de couple, de quelles façons ils communiquent et ils s'engagent. L'expert a élaboré différents concepts devant favoriser leur intégration: des modèles d'observation ou participatifs, individuels ou collectifs, réels ou virtuels. Une entreprise peut mettre à disposition un local de rencontre, ou recourir aux conseils d'un groupe de jeunes. Ou lancer une plateforme numérique sur laquelle ces derniers expriment leurs besoins et discutent avec des décideurs adultes. Les visites dans les écoles, telles que les pratique Sandra Cortesi aux Etats-Unis, sont plus simples mais gardent leur efficacité.

L'essentiel est toujours de prendre les jeunes au sérieux et surtout de ne pas tomber dans la facilité, par exemple en s'imaginant qu'ils souffrent tous d'une addiction au smartphone, poursuit la chercheuse. «Ce n'est pas parce que leur manière d'utiliser les outils numériques diffère de la nôtre et que nous avons de la peine à la comprendre qu'elle est nécessairement mauvaise.» Il faut faire preuve de curiosité plutôt que de juger: «Tant de questions sont encore ouvertes.»

Samanta Siegfried est journaliste libre à Bâle.

Des racines multiples

Née en 1983 au Venezuela, Sandra Cortesi a vécu en Colombie jusqu'à l'âge de 11 ans avant de s'établir en Suisse avec sa famille. Elle a étudié la psychologie à l'Université de Bâle, travaillé à l'Université de Saint-Gall et dirige depuis 2009 le projet «Youth and Media» du Berkman Klein Center for Internet & Society à l'Université Harvard de Cambridge (Etats-Unis). Sa vie s'articule entre la Suisse, l'Amérique latine et les Etats-Unis où elle vit avec son partenaire.



«Les laïcs ont davantage le goût du risque»

Stefan Huber utilise les sciences des religions pour étudier les laïcs, qui forment un groupe de plus en plus important pour notre société.

Propos recueillis par Judith Hochstrasser

Quelle utilité a encore la religion de nos jours en Suisse?

Ses fonctions sociales et psychiques sont en fait toutes remplaçables. Et pourtant la religion perdure. Selon moi, la raison de ce phénomène réside dans le fait que nous possédons la capacité à croire en Dieu. Cette expérience revêt un certain attrait pour nous. De plus, les religions apportent des réponses fortes à nos questions existentielles, même si on peut évidemment se les poser dans un autre cadre - ce que font précisément les personnes laïques. Ces dernières représentent aujourd'hui la norme dans notre société, dirais-je intuitivement.

Qu'entendez-vous par là?

Une collègue m'avait parlé d'une interview réalisée dans l'ancienne République démocratique allemande, à époque l'une des régions les plus laïques du monde, qui s'était déroulée ainsi: «Etes-vous religieux? - Non. Etes-vous athée? - Non. Qu'êtes-vous? - Normal.» Cela me semble représentatif d'une attitude laïque devenant de plus en plus le courant dominant d'un monde où la norme est fixée par un nombre croissant de personnes laïques. L'opposition radicale à la religion comme une forte religiosité en constituent des déviations.

Quel sens donnez-vous au terme de personne laïque ou séculière dans votre étude?

Il s'agit d'une personne se qualifiant elle-même de non religieuse ou d'athée. Les frontières ne sont toutefois pas nettes: des laïcs peuvent être membres d'une Eglise ou entretenir une spiritualité active. Nous ne voulons pas imposer une définition, mais les laisser s'exprimer.

Quel sens donner dans ce cas à la spiritualité?

Nous posons des questions telles que «Méditez-vous souvent?» ou «Avez-vous fréquemment l'impression de faire partie d'un Tout?» Les participants peuvent alors

parler de ce sentiment d'appartenance à quelque chose qui nous dépasse, une caractéristique typique des expériences spirituelles. Ils expliquent dans des entretiens approfondis ce que l'athéisme ou la spiritualité signifient pour elles.

Vous étudiez les laïcs sous l'angle des sciences de la religion. Avec le risque de les considérer comme constituant eux-mêmes un groupe religieux?

C'est justement ce que nous essayons d'éviter. Les laïcs font l'objet de recherches empiriques depuis une quinzaine d'années; elles ont par exemple clairement infirmé l'idée que la religion serait nécessaire à la morale. Mais la plupart de ces études considèrent les séculiers comme étant des personnes «non religieuses», donc comme un groupe défini par une absence. Nous voulons dépasser cette perspective dans notre projet et formuler les questions de manière positive: «Qu'est-ce qui est important pour vous? A quelles valeurs et objectifs aspirez-vous? Comment abordez-vous les questions existentielles? Comment vous définissez-vous vous-mêmes?»

«Laïcs et croyants se comportent souvent de manière semblable.»

Ces personnes se considérant comme non religieuses se définissent-elles également comme laïques, donc de manière positive?

Rarement. Le terme à lui seul ne fonde pas une identité. Il en va cependant différemment pour le groupe des laïcistes, des individus qui s'engagent activement en faveur de la laïcité, comme la séparation de l'Eglise et de l'Etat. Par exemple les libres penseurs, qui existent en Suisse depuis

plus d'un siècle. Dans ce cas, l'image laïque qu'ils ont d'eux-mêmes participe à la définition de leur identité.

Quel profil social ont les personnes laïques?

Elles ne se différencient guère de la moyenne de la population. Leur niveau d'éducation est légèrement plus élevé et elles sont un peu plus jeunes. Les laïcistes, en revanche, possèdent un profil qui se distingue nettement: ce sont majoritairement des hommes, plus âgés, très bien formés, plutôt de gauche, souvent citadins et qui travaillent fréquemment dans le domaine de l'informatique ou des sciences techniques.

Et leurs attitudes?

Nos études montrent que laïcs et croyants se comportent souvent de manière semblable. Leurs attitudes à propos de la plupart des religions sont comparables: le bouddhisme et l'hindouisme sont vus de manière plutôt positive, l'islam plus





La pluralisation des cultures laïques et religieuses favorise leur concurrence, selon Stefan Huber. Photo: Valérie Chételat

négativement. La différence réside dans leurs positions à l'égard du christianisme. Les laïcs sont critiques à son encontre, en particulier envers les Eglises. Une divergence apparaît aussi au niveau des valeurs. La tradition est plus importante pour les croyants, tandis que les laïcs ont davantage le goût du risque.

Vous présumez que les tensions entre laïcs, laïcistes et religieux vont augmenter. Pourquoi?

Il y a quarante ans, plus de 90% des gens en Suisse appartenaient à l'une des deux grandes Eglises nationales. Le système était stable. Ce taux est aujourd'hui tombé à 60%, le reste étant composé de sans confession (25%) et de membres d'autres Eglises ou religions et d'indécis (15%). Nous assistons donc à une pluralisation de la culture laïque et religieuse. Ce système est instable. Cela stimule la concurrence entre les groupes religieux, chacun souhaitant augmenter sa «part de marché»

ou du moins la stabiliser. En outre, les laïcistes s'expriment davantage, ce qui provoque aussi des tensions.

D'où vient votre intérêt personnel pour les laïcs?

Une bonne question. Car c'est bien entendu la religion qui constitue la thématique de recherche d'un spécialiste en sciences empiriques des religions... Il y a deux raisons à mon intérêt. Tout d'abord, les personnes laïques forment aujourd'hui un élément important de la culture helvétique. Si on veut les comprendre, il est indispensable d'en savoir plus sur leurs valeurs, leur façon d'aborder la vie et l'image qu'elles se font d'elles-mêmes. Deuxièmement, j'espère grâce à cette recherche en apprendre indirectement sur les religieux. Car dans ce contexte, on peut renverser la formule et les définir eux comme les «non»: les non laïcs.

Judith Hochstrasser est rédactrice scientifique au FNS.

Les non-religieux sous la loupe

L'étude «Etre séculier en Suisse. Un projet en méthodes-mixtes» est constituée d'une base de données de deux échantillons représentatifs des laïcs et des laïcistes, qui ont d'abord répondu par téléphone à des questionnaires quantitatifs. Comme ceux-ci contiennent en partie les mêmes questions pour les deux groupes, des comparaisons directes sont possibles. Dans une deuxième étape, 80 sujets ont été choisis dans chaque catégorie pour mener des entretiens approfondis d'une heure et quart. Ici aussi, des comparaisons sont possibles, non seulement entre laïcs et laïcistes, mais également entre les données quantitatives et qualitatives.

Asile: les Européens pour une répartition équitable

Un grand sondage mené dans 15 pays révèle les attitudes de la population face aux demandeurs d'asile. Ils approuvent une répartition équitable parmi les différents Etats, même si celle-ci devait augmenter le nombre de réfugiés chez eux.

Par Andreas Minder

Plus de 18 000 personnes dans 15 pays d'Europe se sont exprimées sur l'asile. Résultat de ce grand sondage? La politique d'asile européenne offre bien plus de latitude pour des solutions équitables qu'on ne l'imagine, répond Dominik Hangartner, coauteur de l'étude et professeur d'analyse politique à l'ETH Zurich et à la London School of Economics. Deux questions furent posées: comment répartir les demandeurs d'asile entre les différents pays? Et quels genres de personnes sont-elles les bienvenues?

Les réponses à la deuxième question mettent en évidence un mélange d'égoïsme et de solidarité. «La préférence est donnée aux gens jeunes et bien formés», souligne Dominik Hangartner. C'est-à-dire à ceux qui peuvent apporter une contribution et ne risquent pas de se retrouver à la charge de l'aide sociale. Mais des motivations humanitaires jouent aussi un rôle. Des demandeurs d'asile qui ont été torturés, ont subi des traumatismes ou ont perdu leur famille sont davantage acceptés, ce qui va de pair avec le droit international des réfugiés. Mais ce dernier n'est pas toujours présent dans les réponses, qui indiquent que les musulmans sont moins bienvenus que les chrétiens.

La Suisse différente

Fait surprenant, ces schémas de pensée sont observés dans tous les groupes sociaux et dans l'ensemble des nations, avec seulement de petites divergences. Les individus politiquement à gauche sont également sceptiques à l'égard des musulmans, mais de façon moins tranchée que ceux de droite. L'islamophobie s'observe particulièrement chez les personnes interrogées en Pologne, en Tchéquie et en Grèce. Les ressortissants du Kosovo suscitent davantage de réserve dans les pays germanophones que dans le reste de l'Europe. De manière générale, les sondés préfèrent des réfugiés qui exerçaient un travail dans leur patrie d'origine, mais avec une certaine hiérarchie: l'acceptation est d'autant plus grande que la formation académique est élevée. Seule la Suisse n'exprime pas de différence par rapport au type de métier pratiqué: médecin ou homme de ménage, enseignante ou agricultrice, tous sont bien vus. Selon Dominik Hangartner, cette

particularité pourrait être liée à la réputation relativement élevée de la formation professionnelle en Suisse.

Trois modèles de répartition des demandeurs d'asile parmi les pays européens ont été proposés aux sondés: soit le statu quo, soit le même nombre pour chaque Etat, soit une répartition en fonction de la taille et de la puissance économique. Tous les pays ont choisi la dernière option, en moyenne à 72%. «Le principe est intuitivement clair et équitable, explique le chercheur. Faire porter davantage à celui qui en est capable représente une norme forte.»

Mais ces nobles principes ne tiennent pas entièrement: l'adhésion à ce système chute fortement lorsque les sondés prennent conscience que leur pays devrait dans ce cas accepter davantage de réfugiés qu'avant. Comme en Tchéquie, dont le nombre de demandeurs d'asile serait alors multiplié par 25. Une fois ce fait connu, l'adhésion à cette clé de répartition a chuté, et trois quarts des sondés ont privilégié le statu quo. La situation est opposée en Allemagne, qui a pris en charge le plus de réfugiés, autant en chiffres relatifs qu'absolus, et qui connaîtrait un énorme allègement avec une clé de répartition proportionnelle. Cette dernière n'a été approuvée au premier abord que par 58% des Allemands, une proportion qui a augmenté de 10% une fois les conséquences connues des sondés.

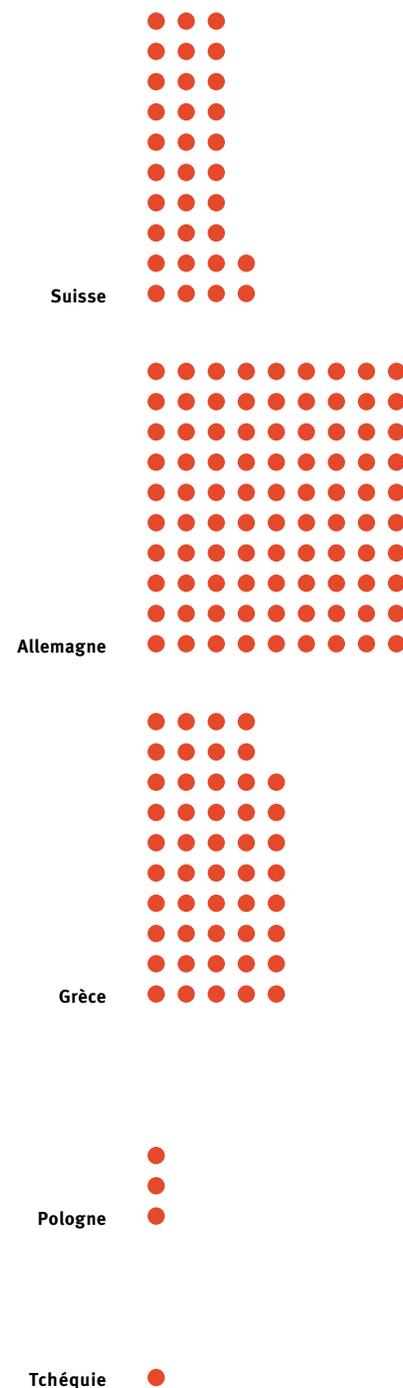
La Suisse est l'un des trois pays les plus favorables à une clé de répartition équitable, avec une approbation de presque 80% des personnes interrogées. Le taux a cependant diminué de 20% lorsqu'elles ont appris que le nombre de demandeurs d'asile devrait dans ce cas passer de 37 000 à 39 000. «Nous observons partout deux courants principaux: égoïsme et équité», relève Dominik Hangartner. Selon lui, il est toutefois surprenant de constater à quel point l'équité est importante pour les citoyennes et citoyens européens. A la fin, une courte majorité de 55% approuve la clé proportionnelle, même en ayant pris connaissance de ses conséquences.

Andreas Minder est journaliste libre à Zurich.

D. Hangartner et al.: Europeans Support a Proportional Allocation of Asylum Seekers. *Nature Human Behavior* (2017)

Nombre de demandeurs d'asile par 10 000 habitants (2016)

Avec une répartition proportionnelle à la population et au PIB, la Tchéquie devrait accepter bien plus de demandeurs d'asile, au contraire de l'Allemagne.



Keystone/LAIF/Oliver Tjaden



Les marchandises sont dans le même bateau – les entreprises aussi.

Multinationales: comment assumer les sous-traitants

Les sociétés ayant leur siège en Suisse devront respecter les droits humains et les normes environnementales internationales dans toutes leurs relations d'affaires, selon l'initiative «Entreprises responsables», dont la votation est attendue pour le printemps 2019. Mais la commercialisation de produits complexes implique souvent non seulement de nombreux fournisseurs principaux, mais également jusqu'à un millier de sous-traitants différents. Des points réglés clairement par contrat avec les fournisseurs directs peuvent être plus difficiles à cerner avec des sous-traitants. «Même si des accords sont signés, le papier n'est pas une garantie», note Jörg Grimm de l'Université de Saint-Gall.

L'économiste a mené une étude indiquant comment empêcher que ces chaînes d'approvisionnement peu claires ne se transforment en risque commercial. Il a notamment analysé les chaînes d'approvisionnement d'entreprises de l'alimentaire telles que Maestrani Chocolats Suisses, Schweizer Getränke et Allfood afin d'identifier les facteurs nécessaires pour une collaboration fructueuse avec les sous-traitants. Il cite une certaine puissance commerciale de l'entreprise, l'inclusion de ses fournisseurs lors de la mise en pratique de prescriptions sociales et environnementales, ainsi qu'une relation de longue durée entre ceux-ci et leurs sous-traitants.

Jörg Grimm recommande aux sociétés globales de soumettre leurs sous-traitants à une analyse détaillée, ce qui peut conduire à des tentatives communes pour supprimer les dysfonctionnements ou, si nécessaire, arrêter la coopération. «Les entreprises doivent procéder de manière sélective afin d'identifier les éléments délicats», souligne l'économiste. Cela réduirait le risque de voir leur réputation endommagée à la suite de campagnes lancées par des ONG. *Pieter Poldervaart*

J. H. Grimm et al.: Interrelationships amongst factors for sub-supplier corporate sustainability standards compliance: An exploratory field study (2018)

Le barbare éternel

La civilisation occidentale est en péril. Une invasion nous menace. Le chef du parti d'extrême droite allemand AfD, Alexander Gauland, a comparé la vague de migration actuelle à la chute de l'Empire romain lorsque «les barbares ont franchi les frontières». Pas par hasard: pour Markus Winkler, professeur de littérature allemande moderne à l'Université de Genève, «qualifier des migrants musulmans ou des terroristes de hordes barbares empêche toute réflexion sur notre propre responsabilité quant aux origines de la migration ou celles du terrorisme».

Il a analysé la notion de barbare du XVIII^e siècle à l'époque contemporaine, comblant ainsi une lacune dans la recherche. Son projet analyse la littérature, les arts visuels, la musique et le cinéma. Il se dit avoir été étonné que le sens de cette expression soit resté aussi stable au fil des époques. «Jusqu'à aujourd'hui, le terme de barbare désigne ce qui paraît étranger à la culture et à la civilisation. Il s'applique aux personnes que l'on veut exclure, voire détruire.» La signification originelle de «bárbaros», celui qui parle une langue étrangère, est certes dépassée. Mais le sens qui lui avait été attribué dans la Grèce classique – contraire à l'ordre humain et divin, sauvage, cruel – demeure valable aujourd'hui. Qui utilise le terme de barbare veut blesser quelqu'un, disqualifier une langue étrangère ou même la réduire «à des cris d'animaux», note Markus Winkler. Une stratégie efficace qui tire même de la légitimité – voire du prestige – de son origine antique. *Katharina Rilling*

M. Winkler: Barbarian: Explorations of a Western Concept in Theory, Literature and the Arts (2018)

wikimedia commons



Les Romains l'ont défini comme barbare: Attila, souverain des Huns.



colourbox.com

Une voiture de sport? On y rêve surtout lorsqu'on pense pouvoir se l'offrir un jour.

L'attrait des valeurs réalistes

Que faut-il pour une bonne vie? La famille, la sécurité, l'influence, la tolérance, la foi. Ces valeurs sont centrales dans le monde occidental, mais chaque personne leur accorde un poids différent. Pourquoi? Les scientifiques sont divisés sur la question. Pour certains, nos valeurs sont définies par rapport à un manque: nous désirons précisément ce qui nous est étranger. Un niveau de vie élevé est alors important pour les personnes ayant grandi dans un milieu défavorisé. Pour d'autres, les individus restent au contraire fidèles aux valeurs de leur milieu. Celui qui se considère comme riche aspire à des valeurs nettement plus matérialistes, car il sait qu'il peut les concrétiser.

Une recherche menée par Isabella Lussi, sociologue au bureau d'étude Interface à Lucerne, conforte ce deuxième point de vue. Son équipe a interrogé 26 444 hommes âgés de 18 à 21 ans lors du recrutement au service militaire. Cette étude reflète ainsi la manière de penser de toute une génération. C'est la première fois que la méthodologie de l'approche par les capacités est utilisée dans une recherche pour analyser des valeurs. Elle se concentre sur les chances de réaliser ses potentiels. «Se ressentir comme privilégié ou défavorisé dépend non seulement des ressources disponibles, mais également de l'importance qu'on leur accorde», explique Isabella Lussi.

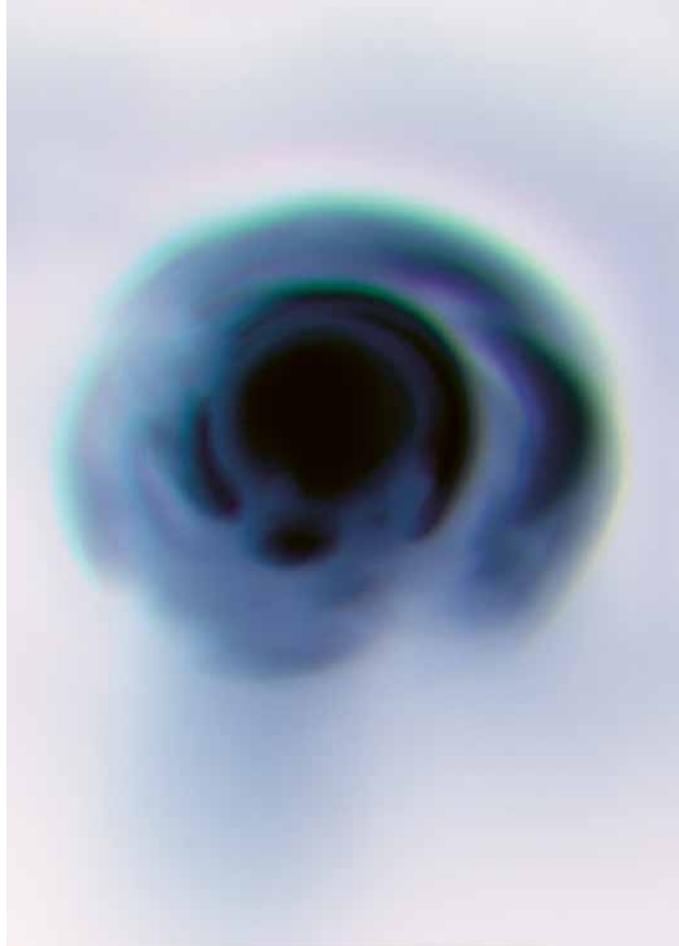
L'étude montre que celui qui voit l'opportunité de concrétiser une valeur et de la vivre la jugera plus digne d'être poursuivie. Ce résultat pourrait être intéressant dans le contexte de l'intégration des réfugiés. Si les valeurs ont uniquement de l'importance lorsqu'elles peuvent être mises en pratique, cela signifie aussi que «les gens n'adhèrent aux valeurs d'une société que s'ils en font partie. Et pas l'inverse».

Johannes Giesler

I. Lussi, S.G. Huber: Using the Capability Approach to Explain Individual Value Differences of Young Men in Switzerland (2018)



«Cette image montre l'agitation constante présente dans mon corps. Si j'étais au calme, elle diminuerait, et avec elle la douleur.»



«Ceci est mon mal au ventre: une douleur diffuse, comme spongieuse, qui rayonne de tous les côtés.»

La lutte contre le mal

La douleur chronique reste très difficile à traiter. Les scientifiques cherchent des nouveaux moyens pour la bloquer au niveau des nerfs. Mais plaident également en faveur d'une approche globale de sa prise en charge.

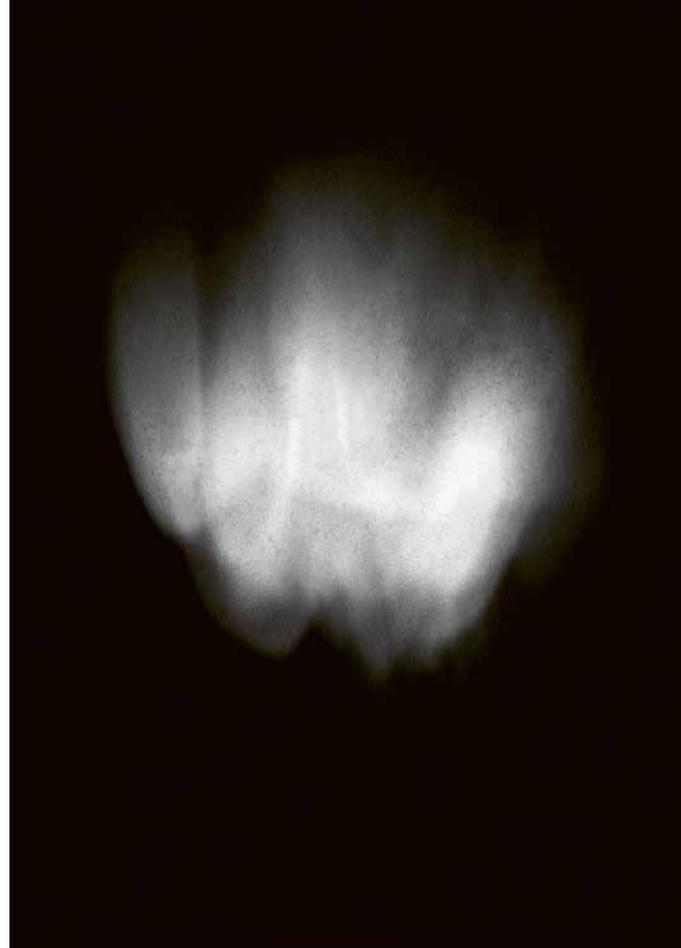
Par Claudia Hoffmann

Mal de tête foudroyant, rage de dents lancinante, lumbago subit: lorsque la douleur frappe, nous ne souhaitons qu'une chose - qu'elle cesse au plus vite. Elle disparaît rapidement la plupart du temps, mais se mue parfois en un partenaire aussi malvenu qu'omniprésent. Et devient alors «chronique» si elle dure plus de quelques mois, un phénomène qui touche environ une personne sur cinq en Suisse. «De fortes douleurs en permanence perturbent sérieusement l'existence», souligne Konrad Streitberger, responsable du Centre de la douleur de l'Hôpital de l'Île à Berne.

En général, la douleur chronique a une cause physique concrète, comme une hernie discale, une lésion neurologique ou une maladie telle que la sclérose en plaques. Mais elle procède également de la conjugaison de causes psychiques et sociales. «Les personnes touchées tombent dans un cercle vicieux», explique Konrad Streitberger. Elles ne bougent plus assez en raison des douleurs, ne peuvent plus travailler et vivent des épisodes de dépression. Leur vie



«Cette image montre la douleur dans mon dos: une sensation tirillante qui se répand du cou jusqu'au coccyx.»



«Une douleur sourde et diffuse sous le front qui irradie légèrement vers le haut.»

Citations de personnes ayant décrit leur douleur à l'aide de la «dolographie», une méthode développée par deux graphistes de la Haute école des arts de Berne et un médecin de l'Hôpital de l'île. Images: Affolter/Rüfenacht www.dolografie.com

sociale en souffre, ce qui accroît leur détresse physique et morale.

Les centres spécialisés dans la douleur misent sur une thérapie multimodale afin de prendre en compte l'ensemble de ces facteurs. Les patients ne sont plus seulement traités par des médecins, mais également par des physiothérapeutes et des psychologues, une approche devenue une référence. Mais un nombre modeste de cas voient la douleur se réduire de plus de 30 à 50%. «Il y a toujours plus de cas compliqués où les patients prennent déjà des opioïdes en trop forte dose, et dans lesquels les thérapies actuelles n'aboutissent pas», note Konrad Streitberger.

Une priorité est de trouver de nouvelles approches, notamment développer de nouveaux médicaments. Les analgésiques courants - ibuprofène, Voltaren ou encore des opioïdes lors de fortes douleurs - ne conviennent pas pour des traitements à long terme à cause de leurs effets secondaires et des risques de dépendance. Et parce qu'ils n'ont parfois pas d'effet. «La raison en est que les douleurs chroniques

ont d'autres causes neurobiologiques», pointe Isabelle Decosterd, responsable du Centre d'antalgie du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) et chercheuse à l'Université de Lausanne.

Les nerfs en feu

La douleur aiguë constitue un signal d'alarme important du corps. Au contraire, la douleur chronique ne remplit plus cette fonction et «n'a aucune utilité pour le corps», résume Isabelle Decosterd. Elle s'établit lorsqu'une douleur aiguë trop forte se prolonge, ce qui conduit à une sensibilisation durable du système nerveux et à son hyperexcitabilité, autant dans les nerfs périphériques que dans la moelle épinière et le cerveau. Une sorte de «mémoire» de la douleur s'installe. Des

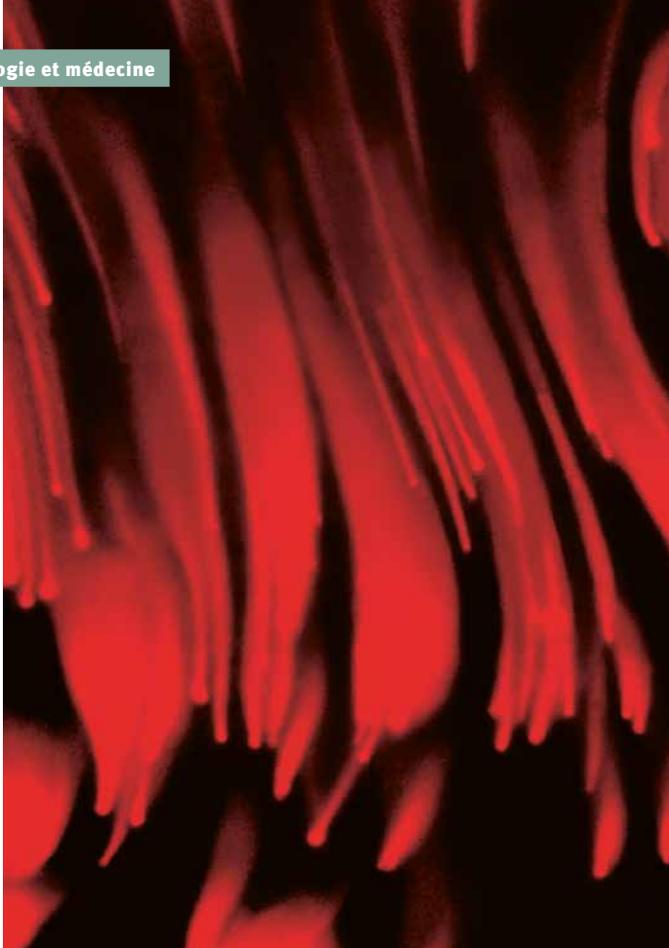
«Les personnes souffrant de douleurs chroniques tombent dans un cercle vicieux.»

Konrad Streitberger

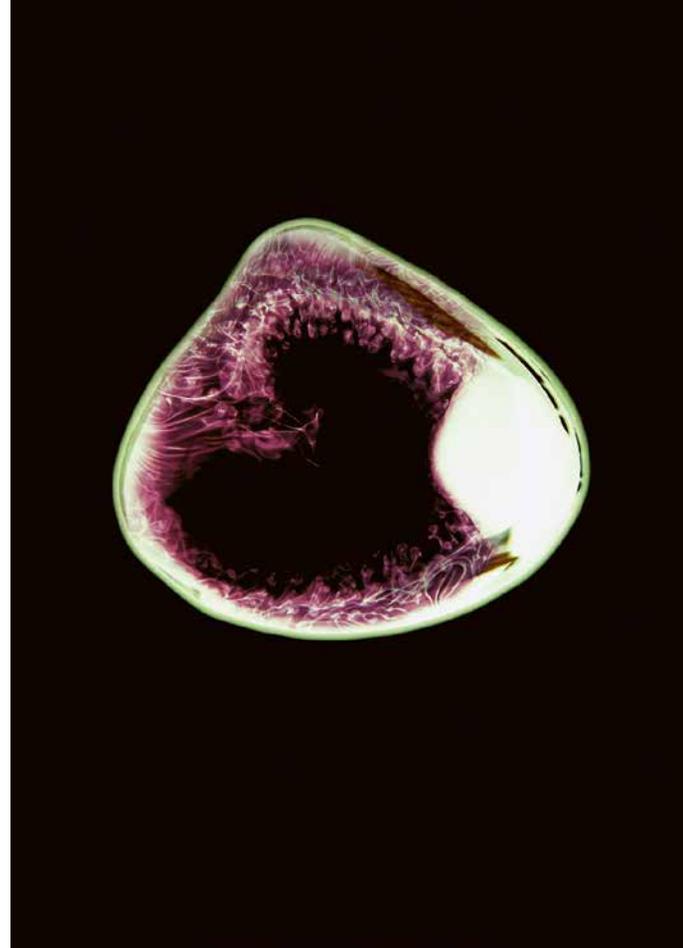
stimulations qui ne font en principe pas mal - comme la caresse d'une plume - peuvent causer une sensation douloureuse. Celle-ci peut également apparaître spontanément et sans cause identifiable.

Les scientifiques cherchent de nouveaux médicaments à même d'attaquer des mécanismes précis et de réduire l'hyper-sensibilité du système nerveux. Une cible importante est constituée par les nocicepteurs, des cellules réceptrices de la douleur. L'équipe d'Isabelle Decosterd étudie notamment différentes approches pour y bloquer un canal du sodium. Cela empêcherait la transmission des signaux de la douleur et donc sa perception dans le cerveau. Elle mène ses tests sur des rongeurs dans lesquels une douleur chronique est générée par la section de certains nerfs, un modèle développé par l'équipe lausannoise et utilisé couramment en recherche.

Son collègue Marc Suter étudie également les cellules gliales formant l'environnement des cellules nerveuses. Elles émettent des substances messagères qui



«C'est la sensation dans mes jambes: une douleur nerveuse qui tire vers le bas.»



«Une douleur statique et pointue.»

contribuent à rendre la douleur chronique. L'espoir serait de parvenir à moduler leur activité, ce qui ouvrirait la voie à de nouveaux traitements, car il n'existe pour l'instant aucun médicament agissant spécifiquement sur les cellules gliales.

«La douleur chronique n'a aucune utilité pour le corps.»

Isabelle Decosterd

L'équipe d'Hanns Ulrich Zeilhofer à l'Université de Zurich poursuit une autre approche, inspirée par la manière dont le corps humain atténue lui-même la douleur. Situés dans la moelle épinière, des neurones inhibiteurs libèrent deux neurotransmetteurs, la glycine et le GABA, qui se lient à d'autres neurones et les empêchent de propager des signaux de douleur au cerveau. Les scientifiques cherchent des substances qui activent précisément ce mécanisme d'atténuation.

Des substances prometteuses sont régulièrement identifiées en laboratoire, mais

peu d'entre elles finissent comme nouveau médicament sur le marché. Les tests sur les animaux confirment les propriétés analgésiques mais échouent lors des essais cliniques en raison d'effets secondaires trop importants chez les humains. La recherche de nouvelles spécialités ne résoudra pas à elle seule le problème, estime d'ailleurs Lars Arendt-Nielsen de l'Université d'Aalborg au Danemark et président de l'Association internationale d'étude de la douleur: «Il n'y aura jamais de produit miracle contre la douleur.» Les mécanismes impliqués dans le corps sont trop nombreux pour que la solution procède d'un médicament unique. Des traitements globaux adaptés à chaque patient s'avèrent donc d'autant plus nécessaires.

Apprendre à gérer

Le chercheur place ses espoirs dans de meilleurs diagnostics, à même d'identifier le mécanisme de la douleur propre à chaque patient. Le problème principal peut survenir dans un cas de surréaction, dans un autre d'une réponse inhibitrice trop faible. Si les médecins connaissaient mieux

le mécanisme individuel du problème, ils seraient en mesure d'y répondre par une thérapie plus ciblée.

Le développement de la thérapie multimodale représente une grande chance, surtout si elle se focalise encore davantage sur des programmes d'activité physique et sur l'autogestion du patient, poursuit Lars Arendt-Nielsen. Selon lui, il ne faut pas chercher à se débarrasser totalement de la douleur, car cela constitue souvent un objectif inatteignable, mais plutôt à la réduire à un niveau supportable. Pour Konrad Streitberger, «le plus important est d'inciter les patients à l'action afin qu'ils sortent du cercle vicieux». La thérapie doit les aider à aborder leur douleur différemment, notamment en se fixant des buts réalistes. Une de ses patientes souhaitait retourner une fois au moins à l'opéra: «Arriver à le faire a déjà amélioré notablement sa qualité de vie.»

La journaliste scientifique Claudia Hoffmann travaille pour le WSL à Davos.

Pis infectés dans les Alpes

Le staphylocoque doré colonise la mamelle de nombreuses vaches laitières. Un nouveau test génétique rapide identifie la présence de cette bactérie pathogène et prévient sa propagation. La stratégie? Traire simplement les vaches touchées en dernier.

Par Ori Schipper

Des vaches sur un alpage? Une image idyllique et romantique de la nature. Mais pour les agronomes et les vétérinaires, les pâturages de montagne représentent aussi un risque accru de propagation de l'agent pathogène *Staphylococcus aureus* et notamment de sa variante GTB (génotype B). Celle-ci préoccupe particulièrement la filière du lait parce qu'elle provoque une inflammation contagieuse de la mamelle de la vache.

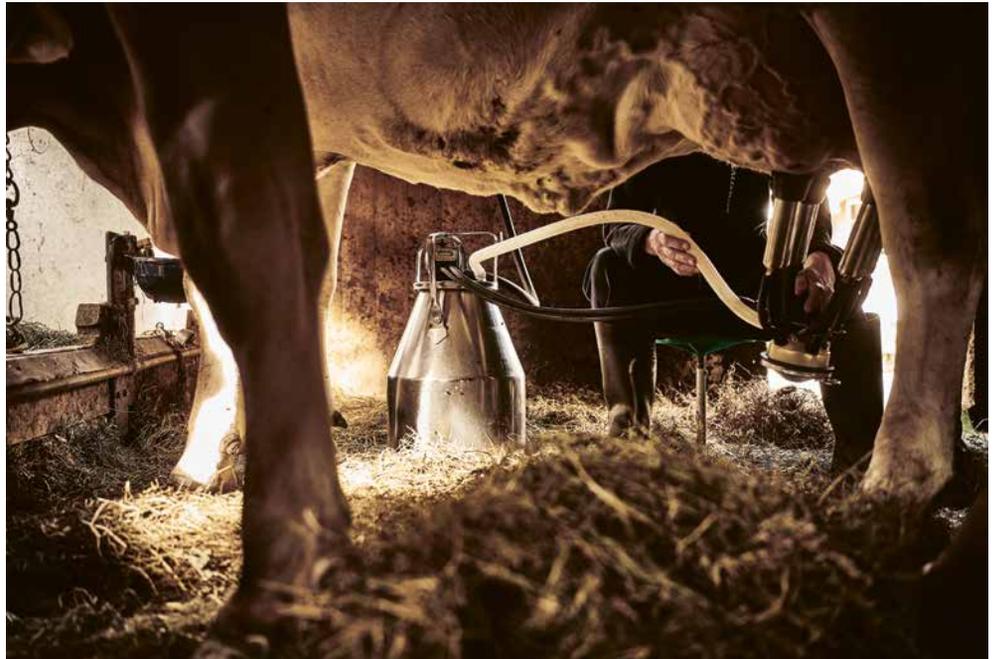
Un troupeau sur dix

La situation est très sérieuse dans les cantons alpins. Les différents troupeaux sont rassemblés l'été sur les alpages et les germes circulent lors de la traite. Jusqu'à 70% des animaux peuvent être infectés. En moyenne, un troupeau de vaches laitières sur dix est touché en Suisse.

«La plupart du temps, les inflammations ne se voient pas, car les mamelles ne présentent ni rougeur ni enflure», explique Carlotta Sartori de la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires de Zollikofen près de Berne. Mais les vaches atteintes produisent moins de lait, et il est de moins bonne qualité. Cela ferait perdre quelque 80 millions de francs par an à l'industrie laitière suisse, soit 3% de son chiffre d'affaires global.

Le test permettrait de réduire l'utilisation d'antibiotiques en ne traitant que les vaches infectées.

Carlotta Sartori voue depuis toujours une passion à l'élevage des vaches laitières. Elle tenait «absolument à aborder une question relative à la production laitière» dans son doctorat qu'elle a effectué sous la direction de Hans Ulrich Graber de l'Agroscope à Liebefeld (BE) et soutenu à l'ETH Zurich. Ses recherches ont débouché sur une nouvelle technique de biologie



La traite commune de plusieurs troupeaux sur un alpage favorise la transmission de bactéries.

Photo: Keystone/René Ruis

moléculaire qui permet de détecter la présence d'une séquence génétique spécifique du *Staphylococcus aureus* GTB, même en très faible concentration.

Jusqu'à présent, les vétérinaires devaient prélever des échantillons stériles de lait et recourir à des cultures bactériennes pour identifier une inflammation de la mamelle - un procédé chronophage. «Le nouveau test donne des résultats plus rapides, plus simples et plus rentables», avance Carlotta Sartori. Il peut déjà être utilisé dans la mise en œuvre de programmes d'assainissement destinés à éradiquer le germe dans des troupeaux entiers.

Traire dans le bon ordre

L'agronome et ses collègues ont mené une étude de terrain dans 19 exploitations agricoles réparties sur l'ensemble de la Suisse. Des examens réguliers ont permis d'affecter chaque vache à un groupe de traite précis, étant donné que l'ordre selon lequel la traite s'effectue joue un rôle essentiel: «Pour éviter des infections en chaîne, il faut traire les vaches saines d'abord et seulement ensuite celles qui sont infectées», explique Michèle Bodmer de la Clinique des ruminants de l'Université de Berne.

Le test permettrait de réduire l'utilisation d'antibiotiques en ne traitant que les vaches infectées et non pas des troupeaux entiers. Plus de 90% des animaux ont répondu positivement au traitement, et seul un petit nombre a dû être abattu. Le respect

de l'ordre de traite, les traitements ciblés et le nettoyage deux fois par jour des installations de traite ont permis d'assainir totalement l'ensemble des élevages en l'espace de neuf mois.

Ce succès a incité le Tessin à lancer un programme d'assainissement sur l'ensemble de son territoire. Si les mesures testées dans l'étude pilote font aussi leurs preuves à cette échelle, l'industrie laitière du pays pourrait non seulement se débarrasser d'un germe récalcitrant mais, à moyen terme, elle utiliserait considérablement moins d'antibiotiques. Elle réduirait ainsi le risque que des germes résistants se développent dans l'élevage en Suisse, souligne Michèle Bodmer.

Ori Schipper travaille à la Ligue suisse contre le cancer et comme journaliste.

Combiner deux médicaments réduit les effets de la méningite

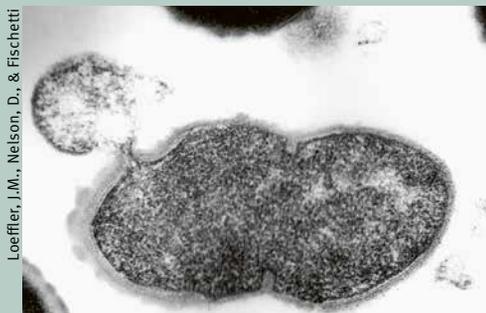
Un tiers des enfants atteints d'une méningite à pneumocoques en meurent dans le monde. Et près de la moitié des survivants gardent des séquelles telles que des troubles auditifs ou des difficultés d'apprentissage. Une nouvelle étude menée à l'Université de Berne sur 180 jeunes rats suscite l'espoir de meilleures thérapies. L'équipe de l'infectiologue Stephen Leib a montré que la maladie évoluait moins gravement chez ces animaux avec une combinaison de deux principes actifs. Elle avait auparavant déjà testé avec succès chacun d'eux séparément.

Le danger particulier de la méningite à pneumocoques provient d'une réaction inflammatoire excessive du corps qui endommage le cerveau. C'est pourquoi les patients adultes reçoivent, en plus d'antibiotiques, des stéroïdes destinés à enrayer la violente réponse du système immunitaire. Mais ceux-ci agissent de manière nocive sur le cerveau de l'enfant, encore en développement.

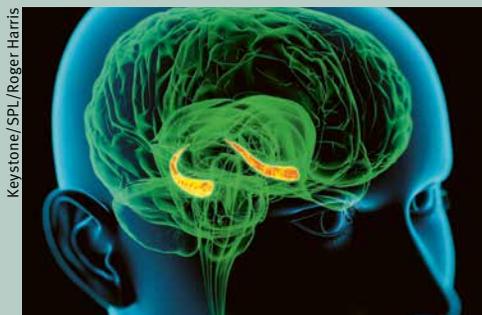
Le choix de l'antibiotique s'avère décisif. Les substances qui sont normalement prescrites font éclater les bactéries, ce qui exacerbe ainsi la réaction du système immunitaire. L'équipe bernoise a au contraire utilisé de la daptomycine, un antibiotique qui tue les bactéries sans les morceler. L'autre médicament (Cipemastat) empêche les cellules inflammatoires de pénétrer dans le cerveau. Celles-ci ne parviennent dès lors plus à dissoudre la substance particulière qui se trouve entre les cellules, comme elles le font d'habitude en cas d'inflammation.

«Suite à ce résultat positif, une étude de plus grande ampleur a été lancée en France, dans laquelle les médecins traitent des adultes avec la daptomycine», note le responsable de l'étude Stephen Leib. *Alexandra Bröhm*

L. Muri et al.: Combined effect of non-bacteriolytic antibiotic and inhibition of matrix metalloproteinases prevents brain injury and preserves learning, memory and hearing function in experimental paediatric pneumococcal meningitis. *Journal of Neuroinflammation* (2018)



En faisant exploser les bactéries, certains antibiotiques stimulent trop le système immunitaire.



Les souvenirs récents sont stockés dans l'hippocampe, les anciens dans tout le cerveau.

Comment le cerveau digère les traumatismes

Les expériences traumatisantes telles qu'un grave accident ou un viol laissent de profondes traces dans la psyché. En confrontant leurs peurs dans un environnement sécurisant, les victimes peuvent mieux digérer leurs expériences négatives. Mais cette thérapie d'exposition est d'autant moins efficace que le traumatisme est ancien.

Pour étudier l'impact du temps sur la mémoire, une équipe du Brain Mind Institute de l'EPFL a exposé des souris à un électrochoc; elle a ensuite utilisé une protéine de marquage pour déterminer un mois plus tard (une longue période pour les rongeurs) quelles régions du cerveau étaient activées par le souvenir. Résultat: alors que la mémoire récente est localisée uniquement dans l'hippocampe, les souvenirs datant de trente jours sont liés à des signes d'activité supplémentaire situés dans plusieurs structures du cerveau antérieur, en particulier dans le cortex prélimbique. Elles s'activent également lorsque les souris sont soumises à une forme de thérapie d'exposition. «Cela indique que de nombreuses parties du cerveau participent à la réécriture d'anciens souvenirs», précise le responsable de l'étude, Johannes Gräff. Il n'existe pas de région unique qui contrôle entièrement la peur.» Cette dispersion explique la perte d'efficacité de la thérapie d'exposition.

Le résultat recoupe des observations de patients souffrant de stress post-traumatique dont le cortex prélimbique montre un surcroît d'activité. Johannes Gräff espère que son travail permettra d'améliorer la thérapie des traumatismes: «Nous voulons comprendre comment les mauvaises expériences sont stockées à long terme dans le cerveau. Mais plus encore, comment les modifier.» *Yvonne Vahlensieck*

B. A. Silva et al.: A cFos activation map of remote fear memory attenuation. *Psychopharmacology* (2018)

Des crustacés pour mesurer la qualité des eaux

Malgré les stations d'épuration, des résidus toxiques aboutissent dans les eaux. Ils nuisent aux petits organismes et finissent dans la chaîne alimentaire. Mais ceux-ci peuvent également constituer un indicateur de la pollution, montre une étude de l'institut fédéral de recherche sur l'eau Eawag à Dübendorf.

L'équipe de la chimiste Juliane Hollender a prélevé des échantillons comprenant une centaine de gammares (des crustacés) en amont et en aval de dix stations d'épuration en Suisse. Elle a ensuite mesuré la concentration en produits toxiques dans ces minuscules crustacés. Résultat: certains produits s'accumulent dans les animaux aux endroits où l'on peut effectivement constater leurs effets nocifs.

Les chercheurs ont identifié 84 substances problématiques dans les gammares. Les plus fréquentes étaient des antidépresseurs tels que le citalopram et des analgésiques, mais ils ont aussi trouvé des pesticides. «La forte concentration de néocotinoïdes nous a surpris», relève Juliane Hollender. Ces insecticides sont très controversés parce qu'ils nuisent aux abeilles. Très sensibles aux pesticides, les gammares se prêtent particulièrement bien à ces recherches. «Cependant, contrairement aux médicaments, la plupart des pesticides n'arrivent pas dans les eaux par le biais des stations d'épuration mais directement des champs environnants», explique la chimiste.

En revanche, l'étude a détecté nettement moins de produits toxiques dans l'eau et dans les crustacés autour de la station d'épuration de Bachwis à Hertschwil (AR). Le processus d'épuration y est complété par un traitement au charbon actif en poudre. Une bonne nouvelle, car ce procédé devrait équiper une centaine de stations d'épuration de Suisse au cours des vingt prochaines années. *Martin Angler*

N. A. Munz et al.: Internal Concentrations in Gammarids Reveal Increased Risk of Organic Micropollutants in Wastewater-Impacted Streams. *Environmental Science & Technology* (2018)



Les gammares sont très sensibles aux pesticides – et en constituent de bons indicateurs.

Du biobéton grâce aux bactéries

Les terrains sablonneux ne sont pas adaptés à la construction de bâtiments. Une start-up lausannoise consolide les sols à l'aide de micro-organismes qui fabriquent une sorte de béton naturel.

Texte: Florian Fisch

Illustration: ikonaut



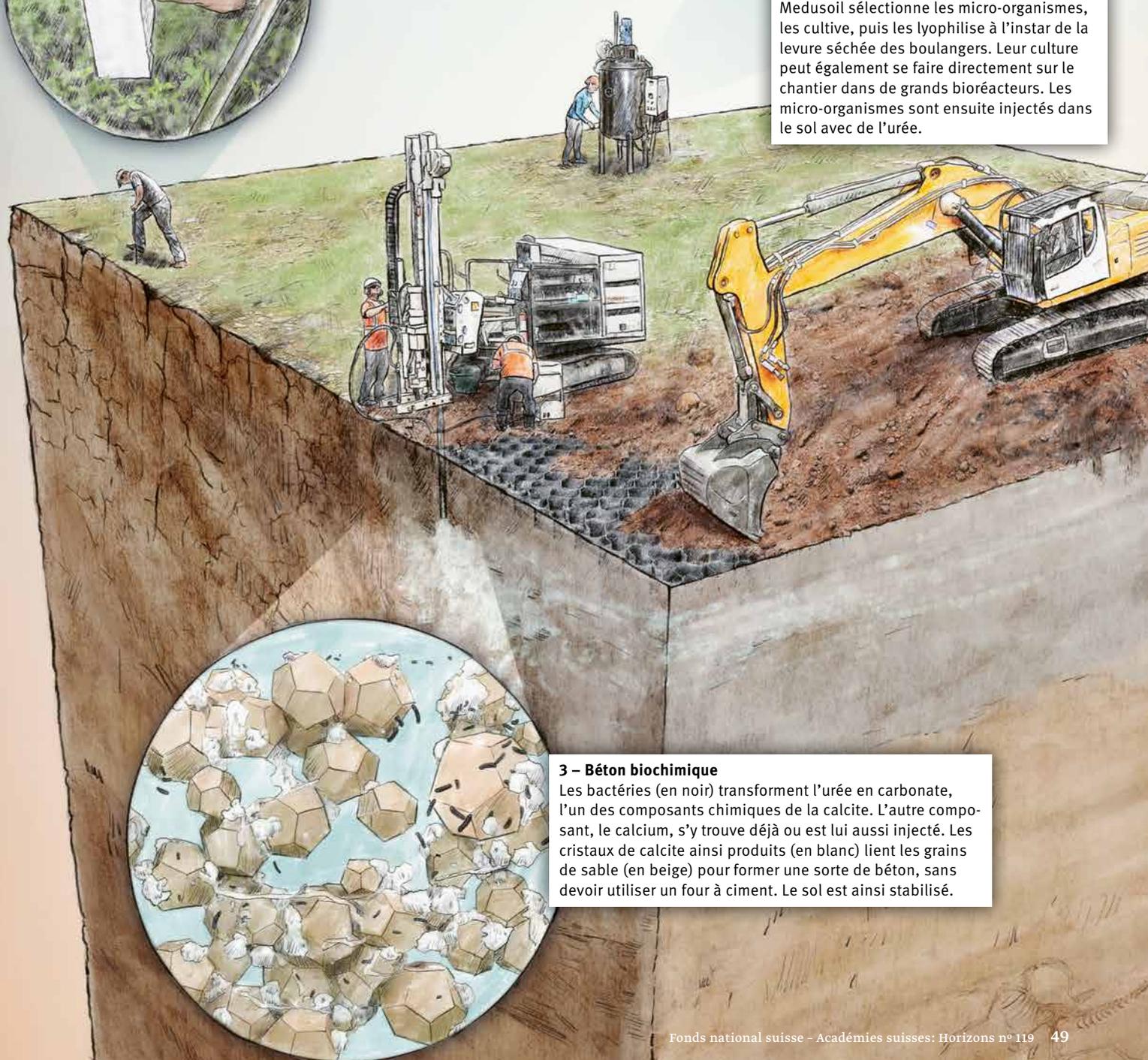
2 – Elevage en bioréacteur

Le laboratoire de l'entreprise lausannoise Medusoil sélectionne les micro-organismes, les cultive, puis les lyophilise à l'instar de la levure séchée des boulangers. Leur culture peut également se faire directement sur le chantier dans de grands bioréacteurs. Les micro-organismes sont ensuite injectés dans le sol avec de l'urée.



1 – Bactéries du sol

Les méthodes pour consolider des terrains peu stables situés par exemple dans les régions côtières recourent souvent à des substances chimiques nuisibles ou exigent des constructions coûteuses. Il existe toutefois une solution biologique basée sur les propriétés des bactéries présentes naturellement dans le sol.



3 – Béton biochimique

Les bactéries (en noir) transforment l'urée en carbonate, l'un des composants chimiques de la calcite. L'autre composant, le calcium, s'y trouve déjà ou est lui aussi injecté. Les cristaux de calcite ainsi produits (en blanc) lient les grains de sable (en beige) pour former une sorte de béton, sans devoir utiliser un four à ciment. Le sol est ainsi stabilisé.

L'affaire Macchiarini au menu

Par Matthias Egger

J'étais assis à table à côté d'Agneta Bladh, directrice du Conseil suédois de la recherche. La conversation passa rapidement à l'affaire Paolo Macchiarini. Cette «star de la chirurgie»,

un Italien né en Suisse, a été congédiée par l'Institut Karolinska près de Stockholm en raison d'un comportement scientifique incorrect.

Il s'était rendu célèbre en médecine régénérative avec des greffes de trachées synthétiques imprégnées par des cellules souches issues de ses patients. Le journal *The Lancet* avait publié plusieurs de ses articles et fait son éloge, disant qu'il s'agissait de quelqu'un qui repousse les frontières. Le

médecin y citait le poète T.S. Eliot de manière tristement prémonitoire: «Seuls ceux qui se risqueront à peut-être aller trop loin sauront jusqu'où il est possible d'aller.»

L'affaire donne à réfléchir. Les trois patients ayant été greffés en Suède sont morts. En 2015, Paolo Macchiarini a été blanchi de soupçons de comportement scientifique incorrect. Mais la diffusion de la série TV suédoise «Experimenten» par Bosse Lindquist une année plus tard provoqua une réponse massive et une crise de confiance au sein de l'Institut Karolinska. Le vice-chancelier, le doyen de la recherche et le président du conseil de l'université démissionnèrent. Les enquêtes furent ouvertes à nouveau. En juin 2018, l'université reconnaissait finalement Paolo Macchiarini et six autres personnes coupables de comportement scientifique incorrect. *The Lancet* a retiré deux de ses articles.

La conversation fut animée. Nous étions d'accord quant au rôle joué par les médias, sans lesquels la fraude n'aurait peut-être pas été révélée. En revanche, nos avis divergeaient à propos des leçons à en tirer. La Suède compte instaurer un comité national sur les fautes scientifiques. J'ai fait valoir qu'un organe indépendant permettrait des enquêtes approfondies et des verdicts équitables, en évitant des conflits d'intérêts pour les institutions, revues et bailleurs de fonds. D'autres estimaient les universités responsables. De retour chez moi, je me suis demandé si le système suisse était suffisamment préparé pour un cas similaire. Pas trop bien, me suis-je dit. Des événements récents montrent que le risque existe. Nous avons besoin d'urgence d'un débat sur la meilleure manière de traiter les cas de faute scientifique dans notre pays.

Matthias Egger est président du Conseil national de la recherche du FNS. Donnez-lui votre avis en répondant à son tweet consacré à cette colonne sur @eggernsfn.



Manu Friederich

Courrier des lecteurs

Réactions à une proposition provocante

Matthias Egger imaginait dans sa colonne d'Horizons 117 (juin 2018) tirer au sort le financement de certains projets de recherche. Une sélection des réactions.

Au premier regard, l'idée d'une loterie pour financer les projets de recherche m'a fait rire, mais après avoir lu vos arguments je la trouve très bonne. Cette loterie ne concernerait pas les très bons projets ou les très mauvais. Il est vrai que pour les projets ayant simplement une bonne qualité, la décision est prise finalement sur la base d'éléments plutôt arbitraires: les connexions entre examinateurs et requérants, l'opinion subjective des examinateurs ou encore leur humeur du moment. C'est pourquoi, à un second regard, j'apprécie vraiment cette idée.

Catherine Thevenot, Université de Lausanne

Votre idée est dangereuse et politiquement indéfendable. Nous vivons dans une époque d'incertitudes et d'inégalités sociales et politiques. La science reste l'un des derniers bastions qui défendent encore une certaine objectivité et rationalité – des éléments essentiels pour la sécurité et la justice. En intégrant la loterie et l'aléatoire dans la science, vous lui ôteriez ce fondement de rationalité. Que resterait-il d'une science sans rationalité? Mais la science a besoin de rationalité et de logique, de «Nachvollziehbarkeit» comme le disent les germanophones.

Miguel Borreguero, hydrologue

Vos réflexions peu conventionnelles touchent certainement un point sensible. J'ai moi-même obtenu deux projets assez importants du FNS mais j'ai pu constater chez mes collègues, en particulier dans la relève scientifique, une certaine frustration lorsque le dépôt d'une requête de recherche, qui demande beaucoup d'efforts, ne rencontre finalement pas le succès. Au cours de ces dernières années, je n'ai pas pensé à une loterie mais à l'idée fort discutée du «revenu de base» qui pourrait inspirer la communauté scientifique. En partant du principe que les professeurs sont motivés et qualifiés pour mener de bons projets, chaque chaire pourrait avoir droit à un poste de doctorant tous les deux-trois ans, sans devoir présenter de requête.

Oliver Krüger, chaire de science des religions à l'Université de Fribourg

Merci beaucoup pour cette idée courageuse! Je fais également partie de diverses instances de sélection dans les domaines de l'art et de la recherche. Il faut avouer qu'il arrive parfois qu'on ne reconnaisse pas la nouveauté bien qu'elle soit là

devant nos yeux. Cela vaut autant pour l'art que pour la recherche. En ce sens, les nombreux jurys et commissions constituent peut-être même un obstacle, car ils encouragent ce qui est déjà accepté plutôt que ce qui est nouveau. Une loterie est au contraire «aveugle», dans le bon sens du terme: sans préjugé.

Gunter Lösel, Haute Ecole d'art de Zurich

Numeriser n'est pas suffisant

Je tiens à attirer votre attention sur les limites de la digitalisation des collections d'histoire naturelle (*Horizons*, septembre 2018, pp. 25-28). Vos textes suggèrent une utilité universelle des collections digitalisées. Or, la digitalisation peut être contre-productive pour les taxons insuffisamment connus – ceux dont la nomenclature n'est pas stabilisée, ce qui correspond certainement à la majorité des invertébrés. Cela est dû au fait que les inévitables erreurs d'identification dépassent alors les limites d'une collection et se répandent globalement, ce qui peut induire d'autres personnes en erreur. Il reste donc indispensable de maintenir l'expertise nécessaire pour développer des collections physiques fiables qui continuent de rendre un service essentiel une fois digitalisées. Cela souligne une fois de plus la nécessité d'un meilleur soutien des études taxonomiques.

Ivan Löbl, Muséum d'histoire naturelle de Genève

Le succès académique a besoin de fair-play

Le bien-être des doctorants constitue une condition du succès, autant pour leur thèse que pour les universités. Comme le montre votre article «Abus de pouvoir dans la tour d'ivoire» (*Horizons*, septembre 2018), il y a divers moyens d'éviter les abus des superviseurs. De nombreuses hautes écoles ont émis des directives en ce sens. Grâce aux comités mis en place, d'autres personnes en plus du directeur ou de la directrice de thèse participent souvent au suivi du doctorant. Mais malheureusement certains responsables ne respectent pas les choix du comité. La question devient particulièrement préoccupante quand ces manquements sont soutenus par la haute hiérarchie. La liberté académique est certes importante, mais il faut faire respecter le fair-play – même si ce dernier peut sembler problématique pour des positions de pouvoir.

Daniel Speiser, Université de Lausanne

Erratum

Le plus grand herbier de Suisse se trouve aux Conservatoires et jardin botaniques de la Ville de Genève et non pas à l'Université de Zurich, comme mentionné par erreur (Horizons, septembre 2018, p. 28).

Le prix Marcel Benoist pour un expert des conflits

Daniel Riths / I3 Photo



Lars-Erik Ceder-mann a reçu le 15 novembre 2018 le prix scientifique le plus prestigieux de Suisse: le prix Marcel Benoist doté de 250 000 francs. Professeur en recherche internationale sur les

conflits à l'ETH Zurich, il a été distingué pour ses travaux sur la promotion de la paix. Il a notamment montré que l'autonomie régionale des minorités ethniques et leur implication dans les décisions politiques sont fondamentales pour une paix durable. Un partage équitable des richesses et l'accès aux services de base jouent aussi un rôle essentiel. La Fondation Marcel Benoist récompense depuis 1920 des recherches qui «se fondent sur l'utilité pour la vie humaine». Dix lauréats ont par la suite reçu un prix Nobel. Pour la première fois, c'est le Fonds national suisse qui a organisé la sélection.

La géo-ingénierie pour contrer le réchauffement?

L'accord de Paris sur le climat vise à limiter le réchauffement de la planète à moins de 2 degrés Celsius ou si possible moins de 1,5 degré d'ici à 2100. Divers scénarios montrent que des mesures draconiennes sont nécessaires pour atteindre ces objectifs. C'est pourquoi de nouvelles approches sont envisagées, en particulier la «géo-ingénierie» qui consisterait à intervenir directement sur les systèmes climatiques par la technique. La plupart de ces mesures en restent encore au niveau de la théorie, et les coûts et risques qu'ils représentent ne font pas l'unanimité. Les informations essentielles sur ce dossier sont désormais rassemblées dans une fiche des Swiss Academies Factsheets.

La fédération des académies européennes a 25 ans

Les All European Academies (ALLEA) célébreront l'an prochain 25 ans d'existence. L'assemblée générale qui aura lieu au Casino de Berne sera ouverte par leur président Antonio Loprieno, qui préside également les Académies suisses des sciences. Du 8 au 10 mai 2019, un symposium offrira une plateforme de dialogue entre science, politique et société.

Le FNS en tournée

Le FNS met en place en novembre et en décembre 2018 des stands d'information dans des hautes écoles à Berne, Fribourg, Saint-Gall, Neuchâtel et Lucerne. Ce tour de Suisse s'adresse aux jeunes chercheurs et leur présente les possibilités de financement des projets de recherche.

Le prix Marie Heim-Vögtlin pour une spécialiste en épigénétique

Severin Nowacki



Les modifications épigénétiques de l'ADN s'avèrent décisives pour le fonctionnement normal des mastocytes, des cellules qui jouent un rôle essentiel dans les réactions immunitaires. C'est

ce que révèlent les recherches de la biologiste Sara Montagner, récompensée le 29 novembre 2018 par le prix Marie Heim-Vögtlin 2018 décerné par le FNS et doté de 25 000 francs.

Le lieu de naissance de l'Ovomaltine à l'honneur

Wander AG



L'Académie suisse des sciences naturelles a célébré le 27 octobre 2018 pour la dixième fois un lieu historique de la chimie: le bâtiment de l'entreprise Wander AG au Holzikofenweg 36 à Berne. Celle-ci a intégré dans le développement de produits alimentaires des connaissances chimiques et pharmaceutiques. En 1904, Albert Wander mettait au point l'Ovomaltine à partir d'extraits de malt, dont l'effet fortifiant pour les personnes fragiles fut confirmé par des tests cliniques. Depuis 1922, des générations d'enfants ont grandi avec cette boisson culte. Le bâtiment héberge aujourd'hui le Secrétariat d'Etat à l'économie.

Horizons

Le magazine suisse de la recherche paraît quatre fois par an en français et en allemand. Les articles sont disponibles en ligne en anglais. 31e année, n° 119, décembre 2018.

www.revue-horizons.ch en français
www.horizonte-magazin.ch auf Deutsch
www.horizons-mag.ch in English

www.facebook.com/horizonsmagazine
www.twitter.com/horizons_fr

redaction@revue-horizons.ch

Editeurs

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

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

Rédaction

Daniel Saraga (dsa), direction
Marcel Falk (mf), Florian Fisch (ff), Judith Hochstrasser (jho), Pascale Hofmeier (hpa)

Graphisme, rédaction photos

2. stock süd netthoevel & gaberthüel, Valérie Chételat

Traduction

Sophie Gaitzsch, Olivier Huether

Correction

Jean-Pierre Grenon

Impression, lithographie et gestion des abonnements

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

Tirage

36 300 exemplaires en allemand et
15 900 en français

© Tous droits réservés.

Reproduction possible des textes, publiés sous une licence Creative Commons BY-NC-ND.
ISSN 1663 2710

L'abonnement est gratuit.

www.revue-horizons.ch/abo

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

Le FNS

Sur mandat de la Confédération, le Fonds national suisse (FNS) encourage la recherche dans toutes les disciplines scientifiques. Il investit chaque année plus de 900 millions de francs dans des projets, dont 5800 sont en cours, ce qui représente la participation de 16 000 chercheuses et chercheurs. Le FNS constitue ainsi la principale institution de promotion de la recherche du pays.

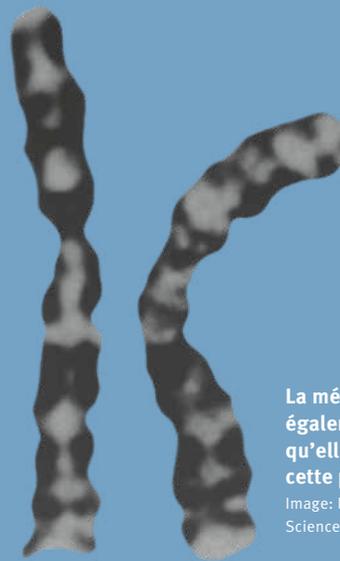
Les Académies

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 à l'expertise de quelque 100 000 chercheurs.

«Rechercher l'autonomie,
cela prend beaucoup d'énergie.»
Alireza Darvishy page 29

«Nous avons tous
nos conflits d'intérêts.»
Bernard Burnand page 31

«L'instabilité du système
stimule la concurrence
entre les groupes religieux.»
Stefan Huber page 41



**La mégascience s'intéresse
également à la vie dans ce
qu'elle a de plus petit, comme
cette paire de chromosomes.**

Image: Keystone/Science Photo Library/
Science Vu/Visuals unlimited, inc.