

Science, ouvre-toi! 10

Une chercheuse
en prison 30

Ukraine: un Etat en
quête d'identité 32

Un milliard pour
un rêve quantique .. 43

Travail et famille:
six chercheurs
racontent
page 25

S'inspirer du privé

Les problèmes de la science sont connus: le système encourage un chercheur à mener rapidement un grand nombre d'études, mais pas à vérifier celles des autres. A garder ses idées et techniques secrètes afin d'être le premier à publier. A ne pas communiquer ses résultats non concluants, à ne pas avouer ses erreurs, à cacher les petites entorses faites à la bonne pratique.

L'open science veut résoudre tous ces problèmes. En ouvrant publications et données, résultats bruts et notes de laboratoire, recettes et instruments. En invitant tous - qu'ils soient chercheurs ou amateurs, industriels ou activistes - à collaborer. Les outils, principalement en ligne, existent déjà. Mais les changements de comportement tardent à se mettre en place: la science n'a pas encore connu le type de bouleversements provoqués par Internet dans le travail, le commerce, la musique ou les voyages. L'ironie est que le web a justement été développé au CERN afin de partager les données produites par l'accélérateur de particules. Une illustration exemplaire d'open data qui, trois décennies plus tard, reste trop rare.

Malgré sa liberté, la science évolue lentement. Parce qu'elle est décentralisée, argumente l'économiste Sascha Friesike, mais aussi parce que son produit (les découvertes) ne constitue pas de vrai marché: leur valeur est déterminée à l'interne, par des pairs établis qui n'ont pas d'intérêt à voir bouger les choses. Au contraire, une entreprise est forcée d'évoluer pour répondre aux demandes extérieures de ses clients. Son autonomie lui permet de prendre des mesures et d'investir rapidement dans les technologies nécessaires.



En science, le ton est donné par le monde académique, une forme de service public. Mais ce sont les chercheurs d'une entreprise pharmaceutique, Amgen, qui relancèrent le débat sur la reproductibilité en 2014 après avoir échoué à vérifier des résultats déjà publiés. Et c'est le Wellcome Trust - une fondation privée - qui va créer son propre journal pour assurer l'accès aux découvertes qu'il finance. Le secteur privé peut manquer de vision à long terme. Mais il exige des résultats fiables et sait agir rapidement lorsqu'il en voit la nécessité. Le monde académique ferait bien de s'en inspirer.

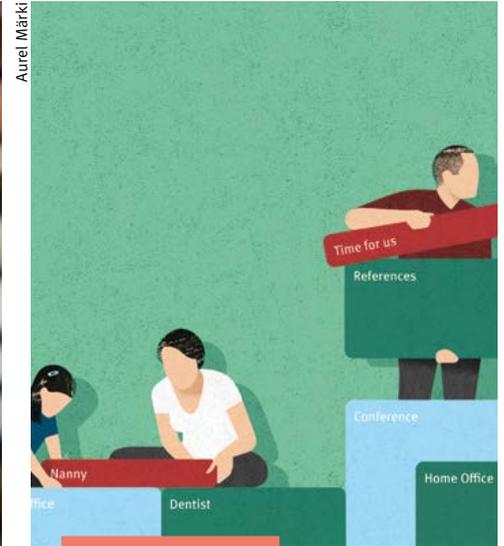
Daniel Saraga, rédacteur en chef

horizons





Point fort Open science



Science et politique

10

Ouverture, mode d'emploi

Un dossier spécial pour comprendre les objectifs de l'open science, et comment elle compte y arriver.

12 L'appel

Collaborer de manière transparente favorise une science plus fiable.

13 Les ingrédients

Les concepts de l'open science expliqués par une infographie.

14 Les acteurs

Quatre chercheurs montrent l'exemple.

17 Les défis

Développer des compétences ne suffira pas: une nouvelle culture scientifique est nécessaire.

21 Le chemin

Les chercheurs doivent découvrir par eux-mêmes les avantages d'une science plus ouverte, dit Martin Vetterli.

24 Le champion chinois

Il trouve la physique aussi belle que simple: Chenkai Mao, 19 ans, a remporté les Olympiades de physique à Zurich.

25 Chercheurs et parents

Pour les scientifiques suisses, coordonner travail et famille exige créativité et nerfs d'acier.

29 Un marché trop opaque

La juriste Elisabeth Bürgi Bonanomi esquisse comment le négoce des matières premières devrait se développer.

32

Keystone/AP Photo/Efrem Lukatsky



Culture et société

32 **Un pays en quête d'identité**

Dans une Ukraine écartelée, des chercheurs découvrent des valeurs communes.

34 **Fini de rigoler!**

Une juriste décortique les droits de la satire.

35 **Le pouvoir des greffiers** **Alcool: redevenir mère après le sevrage** **Le chalet suisse, produit d'importation**

36

Valérie Chételat



Biologie et médecine

36 **Un homme en mission**

Jakob Zinsstag rassemble médecins, vétérinaires et ethnologues pour améliorer la santé dans les pays du Sud.

38 **Des microbes comme engrais**

Mieux comprendre la microflore des sols pourrait bénéficier à l'agriculture.

40 **Quand le ventre parle à la tête**

Certaines hormones influencent le sentiment de satiété.

41 **L'ordinateur contre la rage** **Découverte de nouveaux antibiotiques** **Pourquoi les prématurés sont différents**

42

Lifehand 2, Patrizia Tocci



Environnement et technique

42 **Les prothèses qui apprennent**

Une base de données de gestes humains veut améliorer la précision des prothèses.

43 **Des quantas au quotidien**

Comment la Suisse développe des technologies basées sur l'infiniment petit.

47 **Faire d'une mouche deux coups**

Au Ghana, des larves pourraient décomposer les déchets et nourrir les poissons.

48 **Taux de glycémie sans prise de sang** **Un nouveau témoin de la vie du passé** **Un sol chaud fait pousser les plantes**

En image

6
La forêt vue du ciel

Débat

8
Une université doit-elle aborder toutes les disciplines?

Lieu de recherche

30
Jouer au ping-pong en prison

Comment ça marche?

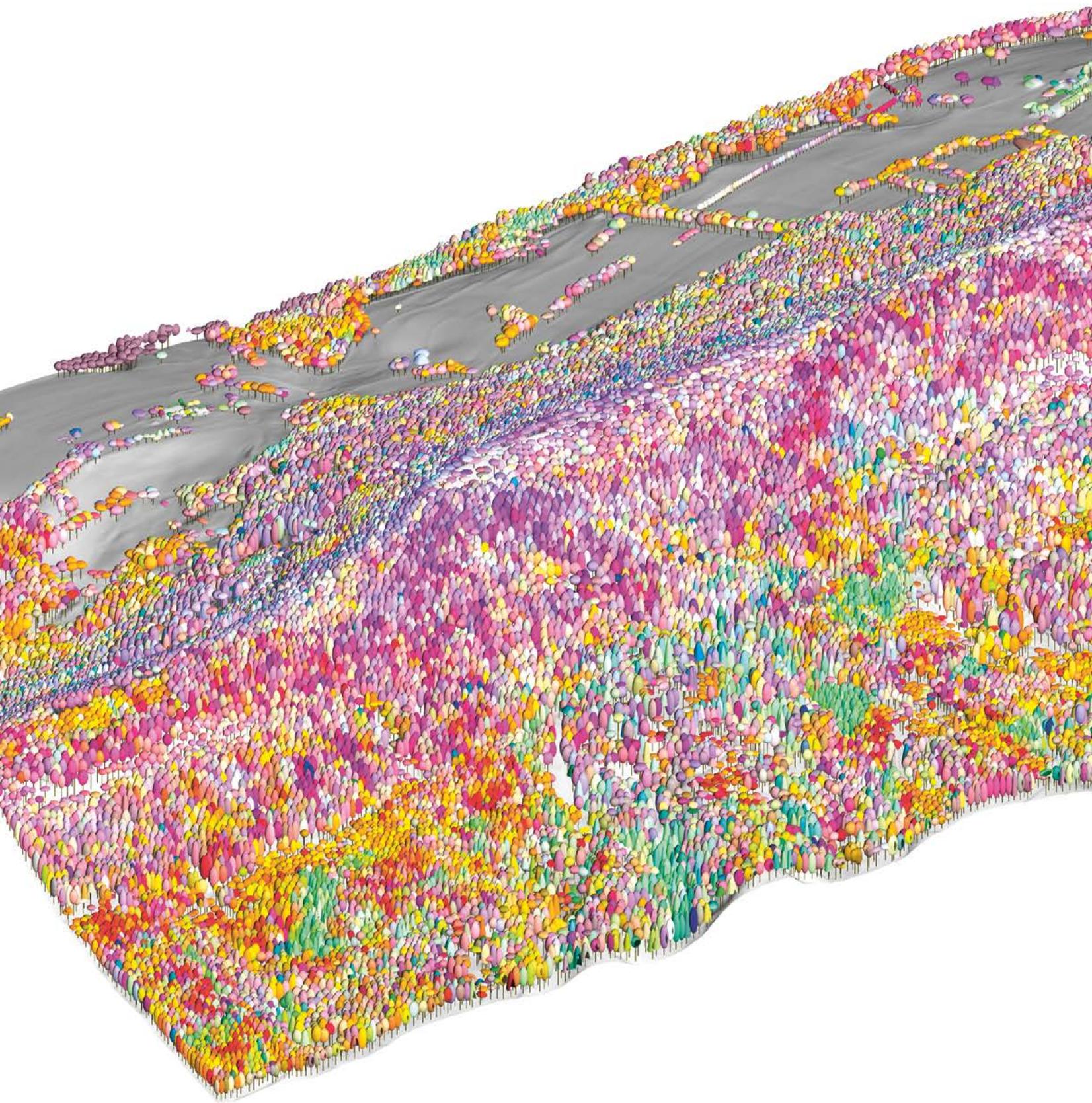
49
Les fabriques de mini-organes

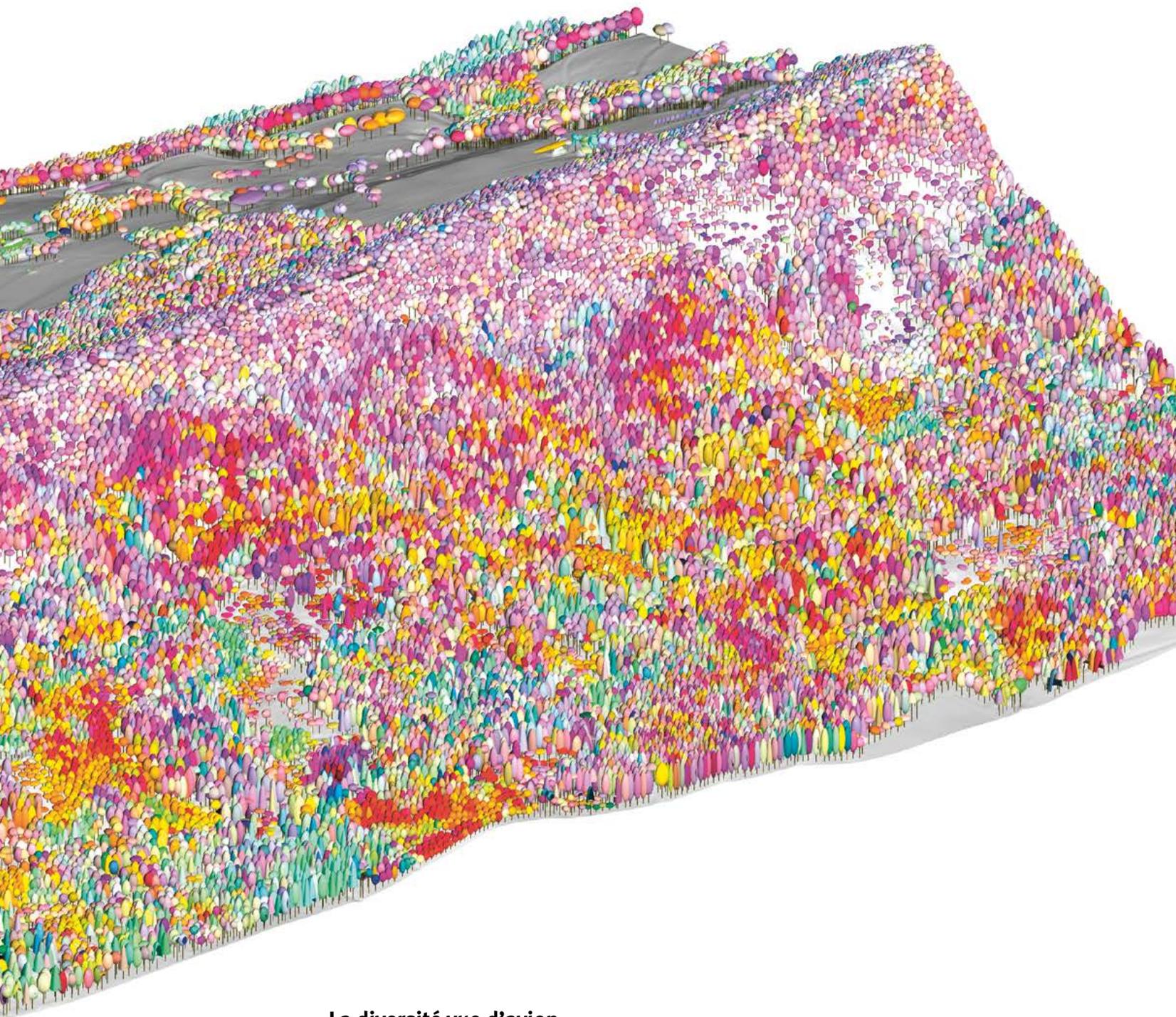
Verbatim

50
Médecine personnalisée pour tous

En direct du FNS et des Académies

51
Une nouvelle directrice des Académies





La diversité vue d'avion

Ce qui ressemble à une œuvre pointilliste montre une forêt s'étendant sur la colline du Lägern près de Baden (AG) et ses quelque 44 000 couronnes d'arbres. Elle illustre la grande diversité de l'activité biologique en juillet 2015: la couleur rose atteste par exemple d'une importante teneur en chlorophylle. Grâce à deux instruments de mesure très sensibles, l'équipe du géographe Michael Schaepman de l'Université de Zurich analyse la variété de la végétation depuis un avion.

Un scanner laser (Lidar) balaye la surface et détermine la hauteur, la densité et la forme de tous les

arbres sur ce terrain de 1,5 sur 3 kilomètres. Un spectromètre mesure des couleurs visibles et invisibles sur 500 canaux différents en même temps et produit des images de 2 mètres de côté. Les chercheurs peuvent y évaluer, en plus de la chlorophylle, la teneur en quinze autres substances telles que la cellulose, l'eau et l'azote.

Six personnes ont travaillé pendant trois ans à relier entre eux les jeux de données et à les comparer avec les informations enregistrées au sol. Il s'agit de l'un des sites tests pour des méthodes très précises de télédétection

(ou «remote sensing»). Celles-ci doivent être étendues à des périmètres plus larges si l'on veut surveiller les changements de la biodiversité de manière systématique. «Nous pouvons ainsi quantifier la variété des fonctions biologiques avec une grande exactitude», relève Michael Schaepman. Il est question d'élargir la méthode aux prairies, à la forêt tropicale et à la toundra. «Notre objectif à long terme est d'équiper des satellites avec de tels appareils de mesure.» ff

Image: UZH: Fabian Schneider, Reik Leiterer, Felix Morsdorf et Michael Schaepman

L'université généraliste est-elle encore nécessaire?

A l'exception des deux écoles polytechniques, la plupart des hautes écoles helvétiques offrent le spectre complet des disciplines scientifiques. Un modèle encore justifiable?

Valérie Chételat (photomontage)



Oui,

dit Astrid Epiney,
rectrice de l'Université
de Fribourg.

L'université généraliste n'est ni dépassée, ni inutile, ni inefficace. Elle tient compte du rôle tout à fait spécifique des universités cantonales dans le système suisse de la formation tertiaire. Elle contribue d'un côté à la formation des futurs académiciens et académiciens, de l'autre à l'imprégnation scientifique des questions sociétales majeures. Les universités rendent ainsi possible l'acquisition d'une grande diversité de connaissances générales et spécialisées, et ce dans tous les domaines du savoir. Elles le font en tenant compte des méthodes en vigueur de la démarche scientifique ainsi que de l'unité de l'enseignement et de la recherche.

Elles encouragent le développement de la pensée indépendante et critique qui permet d'examiner en profondeur des questions abstraites, de contribuer au renouveau du savoir originel et à l'activité professionnelle et scientifique. Tout ceci implique aussi une collaboration transdisciplinaire dans l'enseignement et la recherche. Enfin, cela signifie que les enseignants comme les étudiants ne cultivent pas seulement leur propre domaine scientifique, mais considèrent également les

perspectives des autres sciences et se confrontent à d'autres approches. Les défis actuels vraiment importants tels que la migration, la digitalisation ou le changement climatique doivent être analysés en incluant différentes sciences. C'est ainsi, espérons-le, que des solutions pourront être trouvées.

«Le concept de l'université généraliste est plus actuel que jamais.»

Astrid Epiney

Dans ce contexte, la tâche de l'université est de veiller aux rapports interdisciplinaires - les étudiants doivent au moins en être conscients - et à la collaboration interdisciplinaire dans la recherche. L'université généraliste crée les meilleures conditions pour former les nouveaux talents dont l'économie, la science et la société ont besoin: des personnes qui ne sont pas que des spécialistes, mais qui abordent leurs

tâches avec un regard transdisciplinaire. Cela n'empêche pas une université de définir certains points forts qui peuvent - et devraient - aboutir à une complémentarité des universités en termes d'activités. Sans compter qu'il n'existe aucune preuve empirique selon laquelle les hautes écoles universitaires «spécialisées» seraient par définition plus «performantes».

Le concept de l'université généraliste est plus actuel que jamais. Notre tâche la plus noble devrait être d'exploiter autant que possible les opportunités offertes par ce cadre afin que l'université puisse jouer de façon optimale son rôle au service de la société.

Astrid Epiney est rectrice de l'Université de Fribourg et professeure de droit européen et international.



Non,

dit Patrik Schellenbauer, d'Avenir Suisse.

A l'échelle mondiale, la Suisse est un petit pays économiquement très prospère. Cette prospérité, elle la doit aussi à sa place scientifique, qui est exceptionnelle au regard de la taille du pays. L'excellence des prestations fournies par certaines de nos hautes écoles rayonne dans le monde entier. L'économie et l'industrie exportatrice, la place financière et l'économie des services ont besoin d'être nourries par la place scientifique et par ses idées.

«La Suisse devrait s'envisager comme un espace universitaire national unique.»

Patrik Schellenbauer

Mais l'avenir de ce succès n'est pas garanti. La concurrence mondialisée s'intensifie avec la mobilité croissante des talents. Dans de nombreux domaines, la recherche de pointe se fait plus exigeante et plus complexe, alors que la masse critique

des financements augmente. En même temps, le financement de la formation et de la recherche se voit concurrencé par d'autres dépenses publiques. Si la Suisse veut conserver sa position, voire l'étendre, elle doit regrouper davantage les forces de sa place scientifique.

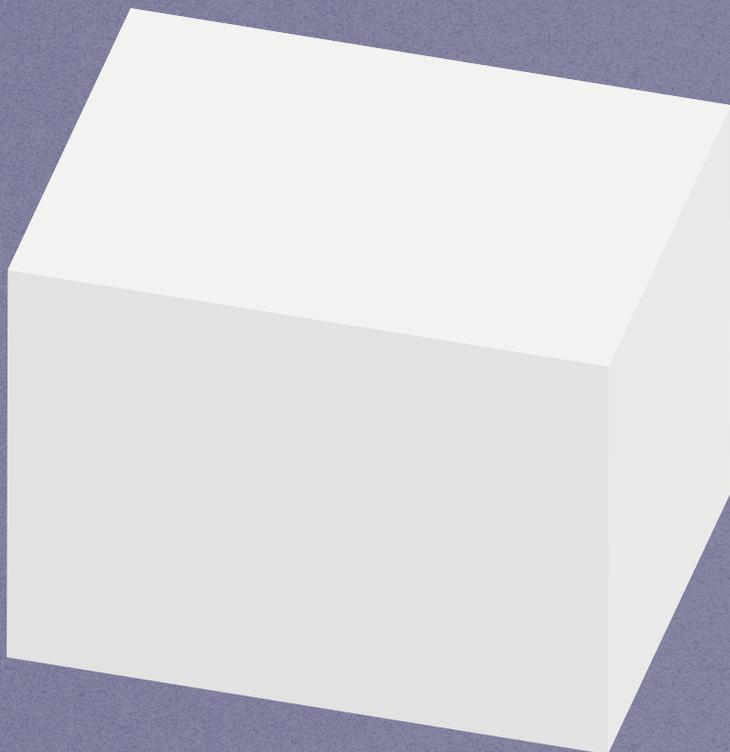
Or, dans la réalité de la politique nationale des hautes écoles, ce ne sont ni l'efficacité ni l'excellence qui dominent, mais un méli-mélo d'attentes régionales. Au lieu de se demander si notre pays a vraiment besoin de sept facultés des lettres ou d'une nouvelle faculté d'économie, on utilise les énergies pour se tailler la plus grosse part possible du gâteau public, avant de le redistribuer «à l'amiable». Les hautes écoles sont perçues comme une espèce de «service public» censé assurer une offre aussi complète que possible partout dans le pays. La loi sur l'encouragement des hautes écoles est l'expression de ce principe fédéralo-corporatiste qui place la redistribution au-dessus de l'efficacité.

La Suisse devrait s'envisager comme un espace universitaire national unique jouant dans le concert mondialisé des places scientifiques. Ce qu'il faut, ce n'est

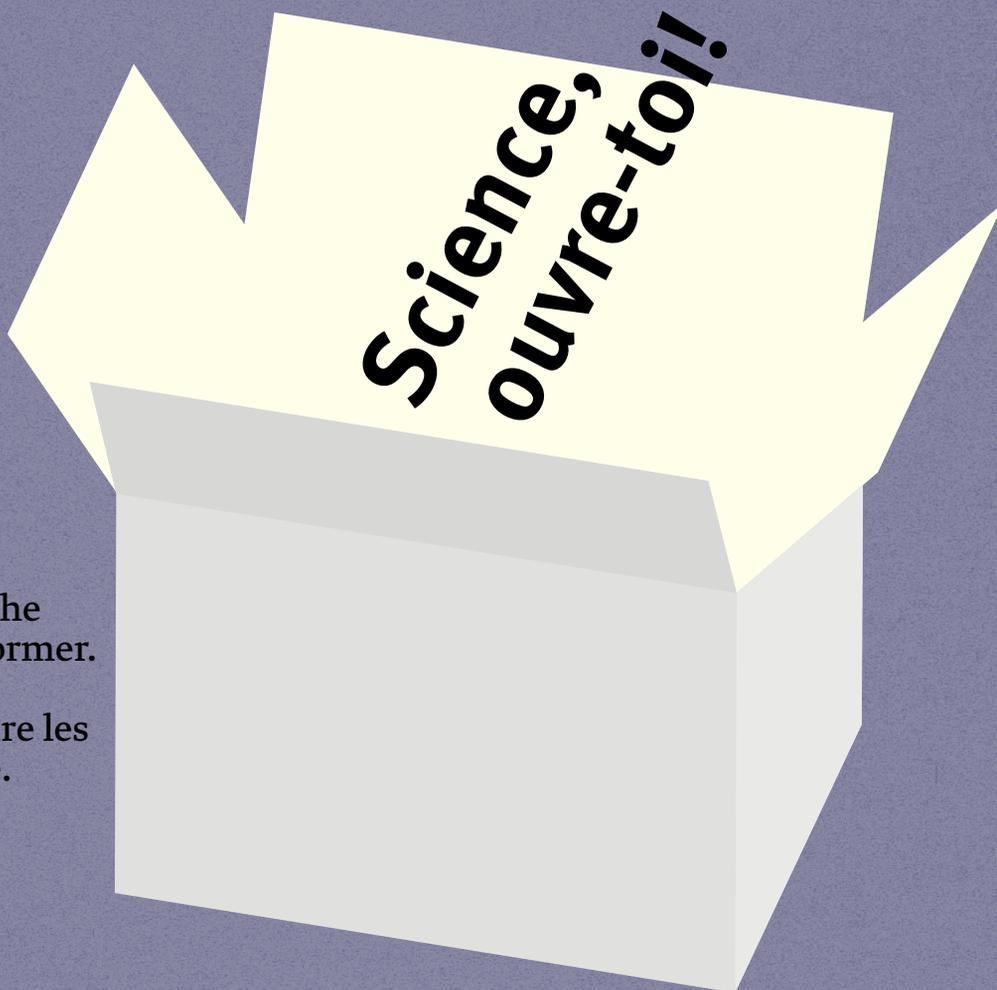
pas un masterplan bureaucratique qui assigne des rôles aux hautes écoles, mais une plus grande liberté organisationnelle pour les institutions. Il conviendrait de les libérer autant que possible des influences politiques.

Une manière possible de dépolitiser le débat serait de passer du financement actuel des prestataires à un financement des utilisateurs: par exemple par le biais d'un compte de formation financé par l'Etat avec lequel les étudiants payeraient leurs études. La concurrence contraindrait les hautes écoles à réfléchir aux filières qu'elles souhaitent offrir elles-mêmes et aux coopérations qu'elles veulent nouer. Cela entraînerait une spécialisation et, avec elle, la concentration nécessaire des forces. Peut-être qu'il continuerait à y avoir des universités généralistes, car la variété des disciplines possède certainement une valeur. Dans le cas contraire, ce ne serait pas une catastrophe pour les étudiants. Après tout, les villes universitaires du pays sont facilement accessibles pour les pendulaires.

Patrik Schellenbauer est vice-directeur et chef économiste d'Avenir Suisse.



**Science,
ouvre-toi!**

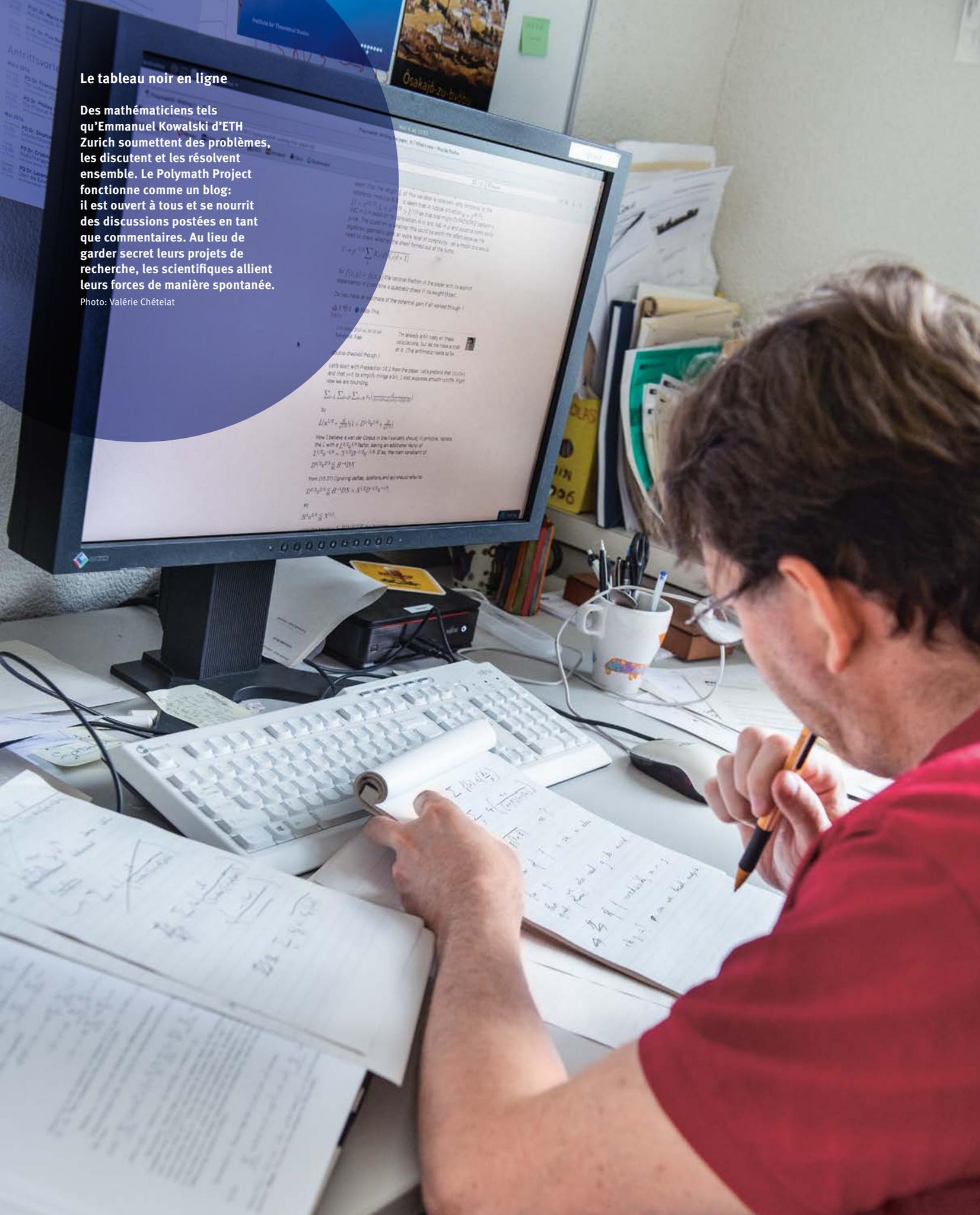


Plus collaborative, plus transparente: la recherche doit s'ouvrir pour se réformer. Oui, mais comment?
14 pages pour comprendre les enjeux de l'open science.

Le tableau noir en ligne

Des mathématiciens tels qu'Emmanuel Kowalski d'ETH Zurich soumettent des problèmes, les discutent et les résolvent ensemble. Le Polymath Project fonctionne comme un blog: il est ouvert à tous et se nourrit des discussions postées en tant que commentaires. Au lieu de garder secret leurs projets de recherche, les scientifiques allient leurs forces de manière spontanée.

Photo: Valérie Chételat



Faire tomber les barrières

Le mouvement de l'open science encourage les chercheurs à partager davantage leurs résultats et leurs données.

Son objectif: rendre la science plus efficace, utile et fiable.

Par Daniel Saraga

Articles retirés pour cause d'irrégularités, résultats impossibles à reproduire, méthodes non standardisées, publications inaccessibles: le monde de la recherche s'est lui-même créé de nombreux problèmes (voir «Fixing science», Horizons septembre 2015). Il y cherche désormais activement des solutions.

Pour de nombreux observateurs, remédier à ces maux passe par un nouveau paradigme: l'open science. L'idée consiste à casser les barrières qui entravent la chaîne de production scientifique, depuis la formulation d'hypothèses jusqu'à la publication des résultats (voir «Les ingrédients d'une nouvelle culture», p. 13). Les mots-clés: partage et inclusion, collaboration et décentralisation, transparence. L'objectif est d'ouvrir entièrement les travaux de recherche en les rendant utilisables par chacun - qu'il s'agisse de scientifiques, de membres de la société civile, d'industriels, voire d'un programme informatique capable de tirer de nouvelles conclusions à partir d'anciens résultats.

La connaissance pour tous

Un premier pilier - l'open access - veut assurer que l'ensemble des publications scientifiques soient accessibles gratuitement. «Même si les gens sont un peu impatientes, nous sommes clairement sur la bonne voie», commente Daniël Lakens de l'Eindhoven University of Technology, un chercheur en psychologie actif dans l'open science. Selon une étude européenne de 2014, plus de la moitié des articles publiés depuis 2007 sont libres d'accès. Mais la question des coûts demeure: si la lecture d'un journal open access est gratuite, y publier un article coûte en revanche 3000 euros en moyenne. A l'inverse, les archives de prépublications telles qu'Arxiv ou SSRN diffusent gratuitement des manuscrits soumis aux revues. Le monde de l'édition scientifique, critiqué pour ses tarifs conti-

nuellement à la hausse, se devra de réagir, car il se voit désormais confronté au piratage: des sites mettent à disposition des copies de millions d'articles autant illégales que, selon le point de vue, légitimes.

«L'open data n'influence pour l'instant la réputation d'un chercheur que de manière minime.»

Sascha Friesike

Un second volet - l'open research data - vise à changer en profondeur l'attitude des scientifiques par rapport aux données brutes issues de leur recherche. «La plupart d'entre eux considèrent que celles-ci leur appartiennent», note Daniël Lakens. Ils se focalisent sur l'interprétation de leurs résultats afin de présenter une conclusion claire et concise, mais sans mettre à disposition les données primaires. Cela empêche de les comparer ou de questionner les choix d'interprétations, tel le type d'analyse statistique effectuée. «Le biais de publication - le fait que seuls les résultats positifs sont normalement publiés - représente selon moi le plus grand problème de la science d'aujourd'hui. Pour y remédier, il est nécessaire que toutes les données soient accessibles, notamment celles qui ne figurent pas dans les publications.»

Créer l'intérêt

La plupart des scientifiques ne voient pas d'intérêt direct et individuel à partager leurs données, car cela prend du temps, coûte de l'argent et exige de développer certaines compétences en informatique. L'open research data reste ainsi souvent une initiative personnelle ou une condition imposée d'en haut dans un programme spécifique. «Il est nécessaire de mettre en

place des nouvelles incitations, car, pour l'instant, l'open data n'influence la réputation d'un chercheur que de manière minime», note Sascha Friesike de l'Institut Alexander von Humboldt pour l'Internet et la société à Berlin, qui a effectué un doctorat sur le management de l'innovation à l'Université de Saint-Gall. Mais les choses évoluent, «notamment parce que certaines agences de financement publiques ou privées commencent à exiger que les données de la recherche qu'elles financent soient partagées», note Daniël Lakens.

Dévoiler ses recettes

Les données ne suffisent pas: il s'agit également d'explicitier les méthodes utilisées pour les acquérir, telles que ses recettes de labo ou les modifications apportées à ses instruments de mesure. C'est seulement alors qu'il sera possible à d'autres groupes de recherche de valider les résultats en les reproduisant ou, au contraire, de les infirmer.

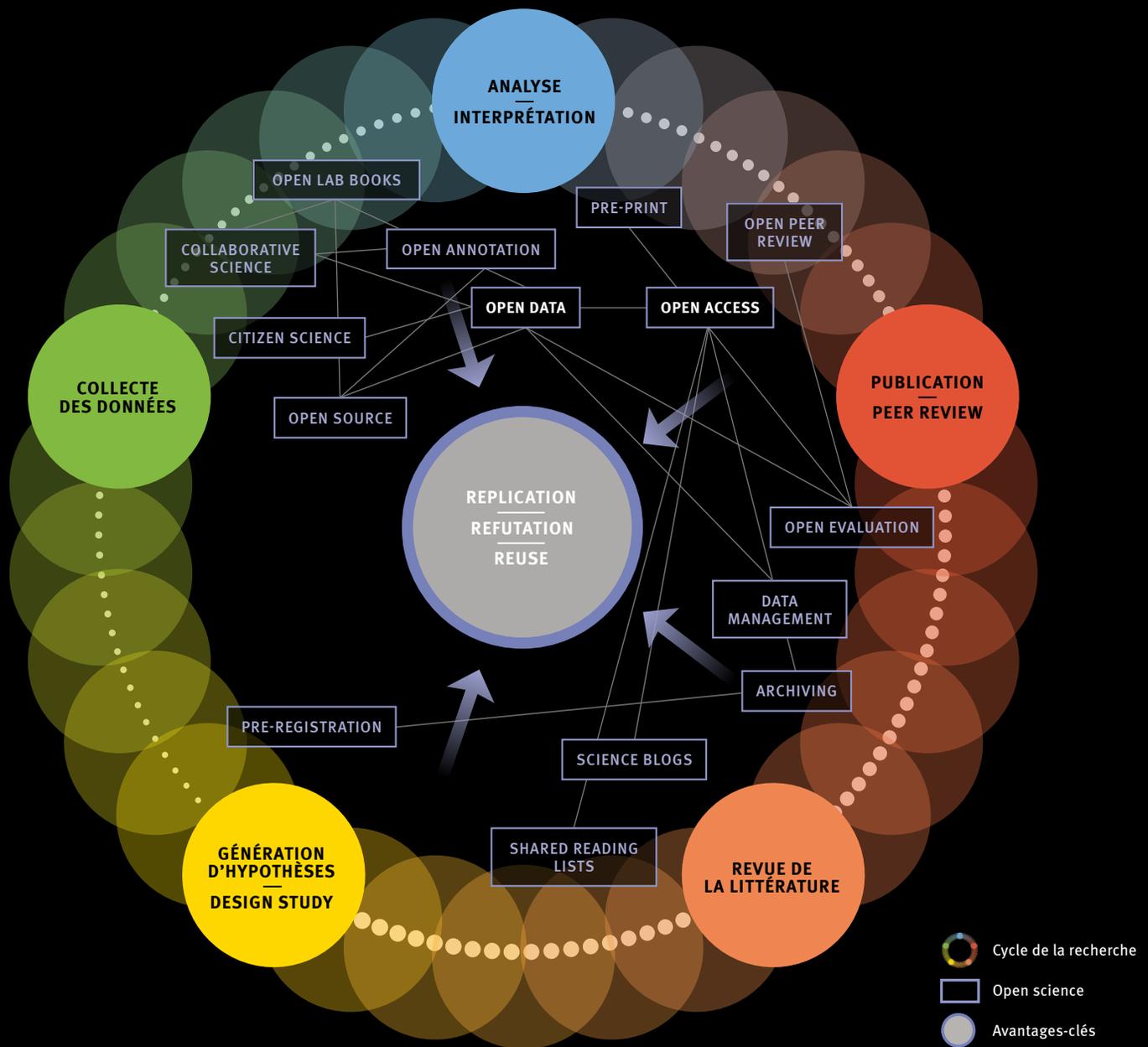
Le mouvement de l'open science rêve de voir les chercheurs travailler de manière collaborative en tenant des cahiers de laboratoire sur Internet lisibles par tous. «Les problèmes que la science veut résoudre sont de plus en plus complexes et nécessitent davantage de collaboration», souligne Sascha Friesike. Au lieu de répondre aux exigences de programmes de recherche parfois rigides, les chercheurs auraient intérêt à s'organiser eux-mêmes en lançant des appels à collaborer ouverts à tous. Cela mettrait également une pression accrue à partager ses données, ses méthodes et ses infrastructures - car sinon, leurs collègues ne seront guère motivés à contribuer au projet.»

Daniel Saraga est rédacteur en chef d'Horizons.

B. Fecher and S. Friesike: Open Science: One Term, Five Schools of Thought (2013); dx.doi.org/10.2139/ssrn.2272036

Les ingrédients d'une nouvelle culture

De la première idée à la publication, la recherche peut s'ouvrir de multiples manières.



Glossaire

Archiving ▶ Sauvegarde à long terme des résultats de la recherche
Citizen science ▶ Recherches ouvertes au public et menées par des non-scientifiques
Collaborative science ▶ Résolution collaborative de problèmes, par exemple via un blog
Data management ▶ Entretien à long terme des bases de données de résultats scientifiques
Open access ▶ Articles scientifiques libres d'accès (sans paywall)
Open annotation ▶ Données de recherche (génomique, édition, etc.) pouvant être commentées et complétées

Open data ▶ Résultats bruts d'une recherche mis à disposition des autres chercheurs
Open evaluation ▶ Evaluation en ligne et publique d'un article publié
Open lab books ▶ Cahiers de laboratoire mis en ligne et ouverts à la discussion
Open peer review ▶ Expertise par les pairs (peer review) non anonyme et publique d'un article avant sa publication ou lors de l'évaluation d'un financement
Open science ▶ Science ouverte, transparente et collaborative
Open source ▶ Software et hardware librement réutilisables et transformables
Preprint ▶ Manuscrits scientifiques

partagés avant leur publication officielle
Preregistration ▶ Annonce à l'avance d'un plan de recherche (pour exclure les modifications faites a posteriori)
Refutation ▶ Reproduction infructueuse qui invalide d'anciens résultats
Replication ▶ Reproduction et validation d'anciens résultats
Reuse ▶ Réutilisation de données existantes pour générer de nouvelles connaissances
Science blogs ▶ Discussions critiques des résultats scientifiques menées par des chercheurs et des journalistes
Shared reading lists ▶ Partage de la liste d'articles de sa bibliothèque personnelle

Outils de l'open science :

- Liste d'outils: bit.ly/Ho_tools, bit.ly/Ho_tools2
- Workflow de la recherche: osf.io
- Lab books: labguru; openwetware
- Annotation: t-pen.org (manuscrits), opencontext (archéologie), hypothes.is (sites Internet)
- Hébergement de données: re3data (liste), datadryad, openresearchdata.ch; ckan.org (outil de data management)
- Autres sites d'hébergement: figshare (données, graphiques, etc.), github (software et notes), zenodo (divers)
- Preprints: arxiv, biorxiv, SSRN, PeerJ Preprints
- Open evaluation: thinklab (soumissions), [ACP Discussion](http://ACP) (articles), F1000 (recommandations), PubPeer (commentaires)

Le chercheur transparent

C'est dans les labos et sur le terrain que la manière de pratiquer la recherche se redéfinit. Portraits de quatre personnes qui s'engagent, chacune à leur manière, pour une science ouverte.

Par Roland Fischer. Illustrations: Karoline Schreiber

La transparence est sa doctrine

Pour Malte Elson, la science ouverte représente une «transparence maximale dans les travaux scientifiques, à tous les niveaux». L'idée existe depuis longtemps, poursuit le jeune psychologue spécialisé dans l'agressivité et les jeux vidéo. Mais une nouvelle génération débarque aujourd'hui, avec le désir de «rendre l'accessibilité accessible». Elle met en place les structures nécessaires pour que la science ouverte ne reste pas qu'une vaine promesse. Malte Elson se voit comme partie intégrante d'un nouveau mouvement «idéologique mais aussi technologique». Il a lancé le site journalreviewer.org, qui rassemble des expériences faites avec le peer review, ainsi que flexiblemeasures.com, qui examine minutieusement comment d'autres chercheurs mesurent l'agressivité, soulignant ainsi le manque de standardisation.

Malte Elson utilise avant tout l'outil Open Science Framework qui permet de documenter complètement le processus de recherche, «de la première idée à la publication». Cela améliore considérablement la transparence – pour le chercheur aussi: des années plus tard, il peut toujours comprendre précisément ce qu'il a fait. «Au final, cette pratique réfléchie de la recherche nous protège de nos propres erreurs.»



Succès et erreurs en ligne

Structure en réseau, flux ouvert d'informations, renégociation entre public et privé: le projet Open Source Malaria tourne beaucoup autour d'Internet. «Où qu'ils se trouvent, ce sont ceux qui investissent le plus d'efforts dans le projet qui en deviennent les leaders», glisse Alice Williamson, qui a lancé cette initiative pour découvrir des nouveaux principes actifs contre la malaria. Cette biochimiste travaille à Sydney, mais les chercheurs impliqués sont disséminés dans le monde entier – un spécialiste logiciel de l'EPFL y participe.

Toutes les données de recherche sont immédiatement divulguées. La communication entre les chercheurs se fait «aussi peu que possible par e-mail»: la préférence va à Github ou Twitter. La recherche est ainsi plus transparente, mais aussi plus efficace, selon Alice Williamson: c'est un «terrible gaspillage de fonds de recherche» lorsque différents laboratoires travaillent sur les mêmes substances et se retrouvent dans la même impasse. Elle organise régulièrement des ateliers consacrés à la tenue de journaux de laboratoire. Pour elle, il est tout à fait normal pour les jeunes chercheurs de partager succès comme erreurs. De la même manière qu'ils le font dans leur vie privée.



La science sur Reddit

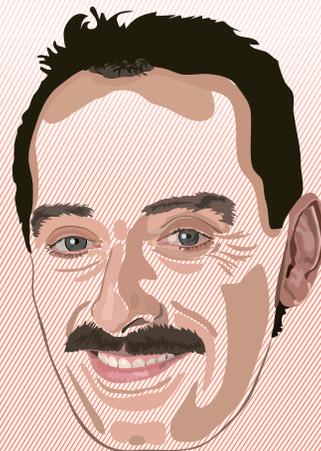
Pour la communauté du deep learning (une forme d'apprentissage automatique), les pistes et idées de recherche se discutent aussi sur des forums en ligne. «La tendance est à tout publier sur le serveur de prépublication Arxiv», explique Oliver Dürr, professeur à la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW). Généralement, le code est publié en même temps, et Arxiv sert de référence pour les discussions en ligne.

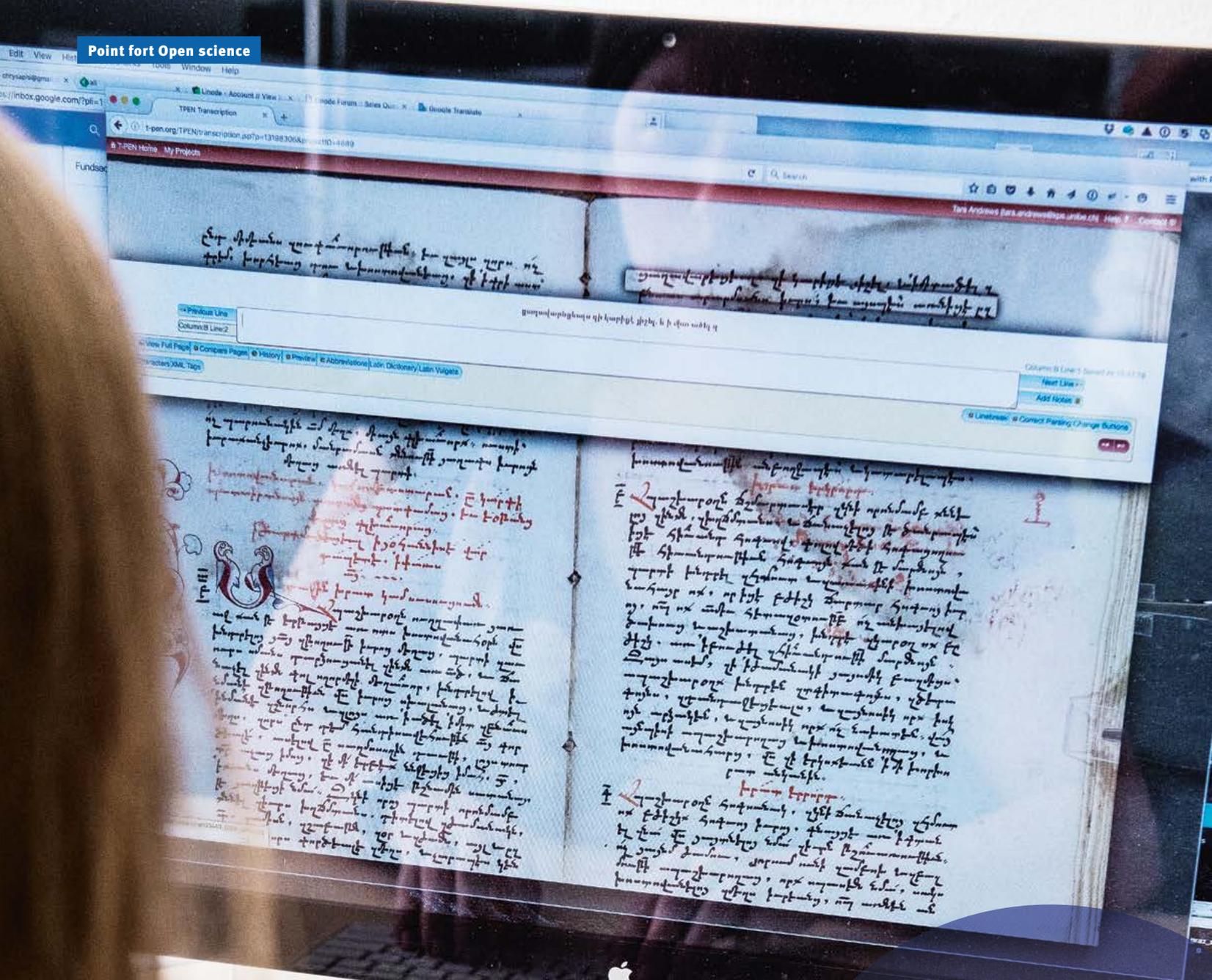
Reddit est très populaire. Des articles y sont mis en lien et commentés dans des sous-forums spécialisés. Le forum Ask Me Anything héberge des sessions de questions-réponses avec des chercheurs de renom. Les internautes votent à la hausse ou à la baisse sur les questions soumises par des experts. Si Oliver Dürr suit volontiers des blogs consacrés à la recherche en intelligence artificielle, le sien lui sert avant tout de journal de bord pour consigner ses idées. Les billets du chercheur Andrej Karpathy s'apparentent à des évaluations, et la colonne des commentaires fourmille de demandes et de suggestions. De nouveaux cercles de discussion se forment ainsi sans cesse, accessibles à tous, que l'on soit universitaire ou non.

La plaie des licences

Pour construire lui-même son équipement de laboratoire, le roboticien Francesco Mondada de l'EPFL utilise un logiciel de CAO (conception assistée par ordinateur). Il mettrait sans autre ses plans de construction à disposition du public, mais il se heurte aux licences d'utilisation des logiciels. Il existe des conditions spéciales pour les universités, d'autres onéreuses pour l'industrie, et pour chaque modèle le format de données est différent. A cela s'ajoute un imbroglio de dispositions que l'on accepte à l'achat du logiciel et qui ne prévoient pas la diffusion ouverte des données. C'est un peu comme si, avant de publier son roman, un écrivain devait en demander l'autorisation à Microsoft pour avoir rédigé son texte avec Word.

Francesco Mondada estime que la robotique n'est pas une exception pour l'open science: «Les biologistes commencent aussi à utiliser dans leurs laboratoires des imprimantes 3D nécessitant des logiciels spécialisés.» Depuis des années, il se bat pour des réglementations plus simples. A ses yeux, il existe un «clash entre deux conceptions de l'université»: un modèle ancien qui juge au cas par cas le transfert vers l'industrie, et un nouveau concept qui défend un échange ouvert et non bureaucratique – pas seulement entre universités, mais aussi avec l'industrie.





Parchemins 2.0

Digitaliser les manuscrits historiques pour permettre à des chercheurs du monde entier de les étudier, c'est bien. Pouvoir les commenter à distance et de manière collaborative, c'est mieux. A l'Université de Berne, l'historienne Tara Andrews utilise l'outil T-Pen pour effectuer ses annotations et les partager en ligne.

Photo: Valérie Chételat

A grande idée, grands défis

Les chercheurs apprécient l'open science, mais pas forcément pour eux. Crainte de voir ses idées volées, difficultés techniques et manque de reconnaissance officielle constituent autant d'obstacles à surmonter. Mais des solutions se mettent en place.

Par Sven Titz

C'est la vision de la science ouverte: les scientifiques divulguent systématiquement leurs plans d'études; jour après jour, ils documentent de manière transparente leurs progrès en laboratoire sur des blogs; leurs publications paraissent dans des revues scientifiques en libre accès après avoir été évaluées par leurs pairs de manière ouverte et leurs résultats, déposés dans des bases de données en ligne, sont accessibles à tous. Vision ou utopie?

Ce nouveau paradigme se heurte à des défis - voire des résistances - de taille. Soit c'est l'argent qui manque, soit c'est une personne disposant des compétences techniques nécessaires qui fait défaut. De manière générale, de nombreux scientifiques hésitent à divulguer leurs données par crainte de voir leurs concurrents leur voler leurs idées et publier avant eux.

Temps et compétences

La Big Science - comme le CERN ou le Human Genome Project - est connue pour partager ses données de recherche, mais ces exemples sont trompeurs. Il existe encore d'importantes entraves dans de nombreux domaines. Il est facile d'exiger ouverture et transparence, mais un tel appel peut décourager le chercheur individuel qui ne dispose ni des moyens ni de l'expertise nécessaires. Et ces données restent difficilement utilisables par d'autres scientifiques. «Le temps et les compétences manquent à de nombreuses personnes pour documenter suffisamment leurs données et les diffuser», indique Benedikt Fecher, un docto-

rant à l'institut allemand pour la recherche économique (DIW) et à l'institut Alexander von Humboldt pour l'Internet et la société (HIIG) à Berlin qui a étudié l'attitude des chercheurs par rapport à l'open science.

«Les scientifiques doivent reconnaître l'utilité d'une bonne gestion des données pour leur propre recherche.»

Alexandra Stam

Aux Etats-Unis et en Europe, les organisations d'encouragement de la recherche ont affirmé haut et fort leur volonté de faire avancer le partage des données, mais l'intention ne suffit pas pour imposer les standards de l'open science. Les chercheurs ont besoin d'être soutenus en termes d'organisation, de finances et de personnel. C'est ce que fait par exemple le Centre de compétences suisse en sciences sociales (FORS). Cette institution prête main forte au niveau de l'organisation, de la documentation et du stockage des données de recherches en sciences sociales, et met à disposition l'infrastructure nécessaire. Les scientifiques peuvent se former dans le cadre d'ateliers et accéder à des outils en ligne de gestion des données.

Le concept de l'open science est relativement bien établi dans les sciences naturelles, mais génère parfois davantage de méfiance dans les sciences sociales, notam-

ment parce qu'on y travaille le plus souvent avec des informations personnelles et soumises à la protection des données. Et les chercheurs en sciences humaines ont généralement moins l'habitude de documenter leurs travaux de manière standardisée, note Alexandra Stam, responsable du groupe Data Promotion du FORS: «De nombreux chercheurs ne réalisent pas que leurs données peuvent continuer à vivre une fois leur travail terminé.» Des détails importants se perdent ainsi inutilement. Les raisons sont aussi à chercher dans la formation: la gestion des données n'est pas formellement enseignée pendant les études. Souvent, les chercheurs oublient de documenter leurs résultats en cours de projet. Ils ne s'y mettent que lorsque ce dernier touche à sa fin.

Dans certains pays, par exemple aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, la demande de fonds de recherche doit souvent s'accompagner d'un plan de gestion des données. En Suisse, ce n'est pas encore le cas. Alexandra Stam espère que ce sera pour bientôt. Il est d'ailleurs essentiel que les bases de données soient conçues dans le long terme - sans quoi leur entretien reste en suspens une fois le projet terminé.

La peur du vol

Malgré des initiatives telles que le FORS, l'optimisme est mesuré. Même s'ils bénéficient d'un soutien, nombreux sont les chercheurs qui hésitent à divulguer leurs données. Lors de ses sondages menés auprès des chercheurs, Benedikt Fecher a constaté un fossé entre une attitude positive par

«Les chercheurs apprécieraient une reconnaissance académique pour les jeux de données.»

Benedikt Fecher

rapport à la science ouverte au niveau général et la retenue individuelle à partager ses propres données.

Souvent, c'est la peur du vol d'idées qui inhibe les chercheurs. Même si ce risque est largement surestimé, on ne peut nier que des cas existent. Titus Brown, chercheur en génétique à l'Université de Californie à Davis, a rapporté comment des concurrents avaient utilisé des méthodes qu'il avait inventées pour rédiger des articles scientifiques dont il aurait pu être l'auteur. Il est néanmoins resté favorable à la divulgation, car il est convaincu de son utilité pour la recherche.

La peur du vol d'idées inhibe souvent les chercheurs.

Bien entendu, il y a encore d'autres raisons à cette retenue. Une espèce de droit coutumier peut par exemple faire obstacle à la transparence. Dans la recherche médicale empirique, une vieille attitude reste répandue: l'auteur des données doit être aussi co-auteur d'une étude s'appuyant sur celles-ci, explique Benedikt Fecher.

Valoriser le partage

De manière générale, le système manque d'éléments encourageant à diffuser davantage de détails sur ses travaux. Aujourd'hui, les chercheurs sont évalués à l'aune de la qualité et de la quantité de leurs publications. Mais il n'existe encore aucune reconnaissance académique pour les jeux de données, «ce que les chercheurs apprécieraient», selon Benedikt Fecher. «Il est im-

portant que les gens reconnaissent l'utilité d'une bonne gestion des données pour leur propre recherche, au-delà du partage», renchérit Alexandra Stam.

Ces dernières années ont vu apparaître des revues spécialisées qui mettent les données au cœur des publications - à l'instar de «Scientific Data» du Nature Publishing Group. L'archéologie, les sciences de la Terre et d'autres branches scientifiques possèdent aujourd'hui de tels «data journals» spécifiques. Ces médias spécialisés combleront une lacune jusqu'à ce que les données de recherche soient formellement reconnues.

L'aide-mémoire en ligne

Les choses sont un peu différentes dans la divulgation des processus de recherche, par exemple avec les «open lab books», des carnets de notes de laboratoire ouverts. Carl Boettiger, biologiste à l'Université de Californie à Berkeley, avait déjà commencé à mettre en ligne ses notes de recherche lorsqu'il était doctorant. Il admet avoir eu de la chance: aucun supérieur ne s'en était offusqué. Mais ce n'est pas la règle. Certains jeunes chercheurs suscitent l'irritation de leurs collègues avec leur ouverture débridée. Dans certaines situations, ils portent même préjudice à leur carrière.

Carl Boettiger utilise surtout son cahier de laboratoire comme aide-mémoire et pour l'échange avec ses collègues. Il lui est arrivé que des co-auteurs d'articles scientifiques lui demandent de ne pas partager certaines informations sensibles. Mais sinon, il note tout, tout de suite, sans avoir jamais vu ses idées volées par d'autres. Outre les craintes parfois vagues liées à l'open science, les carnets de notes de la-

boratoire ouverts peuvent représenter un problème concret: ils sont chronophages et nécessitent de s'initier à certains programmes informatiques. Carl Boettiger a cofondé il y a quelques années le projet rOpenSci, une plateforme qui facilite l'organisation et le partage d'informations liées à une recherche.

L'open source dans les labos

La science ouverte ne se limite pas aux données et à la communication, mais inclut également le matériel et les logiciels. Dans les projets en open source, schémas de câblage et plans de construction sont mis à disposition, explique Lorenz Meier de l'Institute for Visual Computing de l'ETH Zurich. Il a développé le logiciel autopilote «PX4» qui permet de contrôler des drones et des avions miniatures. Le programme et les instructions sont téléchargeables gratuitement. «Dans le cas des drones, les solutions open source sont même supérieures aux logiciels militaires, dit-il. Plus aucune société privée n'est en mesure de développer toute seule un nouveau logiciel.»

Le doctorant a collaboré avec des entreprises dans le cadre de plusieurs projets. La plupart du temps, il a pu les convaincre de travailler avec des matériels et des logiciels ouverts. Dans le cas des logiciels, elles étaient souvent prêtes à communiquer les améliorations mises au point pendant le projet.

Pour Lorenz Meier, ces collaborations fonctionnent bien, même si ce n'est pas toujours du premier coup. Selon son expérience, elles se ferment au partage notamment lorsqu'elles imaginent des problèmes, comme une menace pour leur modèle d'affaire. Pour désamorcer ces résistances, il

Le laptop dans le labo

Essais, réussites et échecs: un biologiste consigne toutes ses observations sur papier ou sur ordinateur. Les chercheurs de la collaboration internationale Open Source Malaria vont plus loin et tiennent leur cahier de laboratoire sur une plateforme en ligne ouverte à tous, tel Volker Heussler de l'Université de Berne. Le meilleur moyen pour documenter ses progrès et éviter que d'autres scientifiques ne retentent les mêmes essais infructueux.

Photo: Valérie Chételat



«Avec des brevets offerts au mouvement open source, les nouveaux standards s'imposent beaucoup plus vite.»

Oliver Gassmann

faut clarifier ce qui est véritablement lucratif dans un projet. Or, souvent, ce n'est ni le plan de construction ni le logiciel, mais plutôt l'offre d'expertise et de services.

Des modèles tels Linux, où le code source est accessible à tous sans aucune protection, ont fait leurs preuves sur le marché. Les entreprises ont identifié semblables avantages et font même cadeau de certains brevets au mouvement open source, indique Oliver Gassmann de l'institut de gestion de la technologie de l'Université de Saint-Gall: «Les nouveaux standards s'imposent ainsi beaucoup plus vite qu'avec des solutions protégées.» La tâche d'une société est alors de chercher la création de valeur ailleurs.

Oliver Gassmann juge positive la collaboration entre instituts de recherche et entreprises privées: ces dernières accèdent à des connaissances fondamentales et les premiers à un financement supplémentaire. La science ouverte peut susciter des conflits lorsque les chercheurs publient tellement vite qu'ils entrent en collision avec l'état de la technologie au moment des demandes de brevets. Mais ce problème de fond, souligne-t-il, existe aussi dans les projets classiques de coopération entre hautes écoles et partenaires privés. Avec la science ouverte, il est seulement accentué.

Transparence et vie privée

L'exigence de transparence atteint ses limites lorsque les informations divulguées sont utilisées pour ternir des réputations. Certains climatologues - notamment dans les pays anglo-saxons - en savent quelque chose. Ils ont dû honorer d'agaçantes demandes de divulgation de données qui

s'appuyaient sur le Freedom of Information Act, une loi de 1967. Souvent, les informations obtenues ont ensuite été exploitées pour présenter comme douteux le consensus sur le climat. Michael Mann de la Pennsylvania State University est l'une des victimes les plus célèbres de ce genre d'activisme.

La question de savoir jusqu'où les chercheurs doivent aller dans la divulgation de leur travail n'est pas facile à trancher. Une trop grande pression à la transparence peut avoir un effet indésirable si l'autocensure conduit à un comportement conformiste qui grèverait les perspectives de succès de la science ouverte.

La transparence peut être utilisée pour ternir des réputations.

La vie privée devient un problème particulièrement sérieux lorsqu'il est question de droits de tiers, comme autoriser d'autres médecins à accéder aux données de patients ayant participé à des études cliniques ou génétiques. Mais les conséquences d'un blocage sont sérieuses: jusqu'à présent, les médecins confrontés à des patients atteints de maladies rares peinent à trouver des cas comparables pour orienter leur traitement. La protection des données leur fait obstacle.

Mais il existe des solutions même dans des cas aussi sérieux. Fondée en 2013 et réunissant plus de 380 institutions, la Global Alliance for Genetic Health élabore des pro-

cédures pour partager sur une base volontaire des données de patients de manière sûre et efficace. L'association a développé un modèle progressif d'autorisation de partage des données géré par les patients pour, notamment, faciliter les recherches sur les maladies rares et infectieuses ainsi que sur le cancer.

Sven Titz est journaliste scientifique à Berlin.

«Je suis frustré»

Partager ses données est nécessaire et débouchera sur des travaux de meilleure qualité, souligne le président du Conseil de la recherche du FNS. Martin Vetterli connaît bien l'open science: en tant que chercheur, il la pratique depuis des années.

Par Atlant Bieri



«Si nous passons à la science ouverte, nous publions moins d'articles et de meilleure qualité.»

En tant que chercheur, que signifie l'open science pour vous?

A la faculté d'informatique et communications de l'EPFL, nous avons pour tradition de mettre tous les articles publiés en ligne avec un accès gratuit. Nous fournissons par ailleurs l'ensemble des données et des codes sources. De cette manière, tous nos résultats sont susceptibles d'être reproduits par d'autres groupes de recherche.

Les chercheurs sont déjà noyés sous les articles. Comment garder une vue d'ensemble si tout est divulgué?

L'open science aura exactement l'effet inverse. Publier un article sur cette base signifie que toutes les données sont soigneusement documentées. Chaque étape ayant mené à un résultat est décrite afin de pouvoir être comprise par d'autres. Résultat: il y a moins d'articles publiés, et leur qualité s'améliore. La recherche gagne également en clarté.

Comment procédez-vous concrètement?

Nous publions toujours dans les revues traditionnelles, mais nous déposons toutes les données sur notre serveur en même temps que nous soumettons l'article. Dès qu'il est accepté, nous le mettons à disposition en libre accès.

Un chercheur ne devrait-il pas avoir le droit de garder pour lui ses recettes de laboratoire?

Certainement pas dans mon domaine. Mais c'est discutable aussi dans d'autres branches scientifiques. Il y a 350 ans, nous sommes sortis de l'alchimie pour entrer dans la chimie. Les alchimistes se contentaient d'affirmer qu'ils avaient fabriqué de l'or en suivant une méthode secrète. Il était impossible de vérifier leur affirmation de manière systématique. On pouvait y croire ou pas. Avec la chimie, les choses ont changé. Nous avons commencé à publier nos méthodes. Cela a marqué la naissance des sciences modernes. Si nous procédons différemment aujourd'hui, nous revenons à l'alchimie.

Seulement 40% des publications qui ont vu le jour suite à un financement du Fonds national suisse sont en libre accès. Cela vous satisfait-il en tant que président du FNS?

Non, je suis frustré. Nous sommes beaucoup trop lents. Aujourd'hui, le contribuable suisse paie trois fois. Une première fois pour la recherche, une deuxième pour l'abonnement à la revue spécialisée et une troisième fois pour les frais de publication en open access. Les maisons d'édition pro-

fitent à deux reprises. C'est tout à fait honteux. Nous ne pouvons le tolérer.

Que faites-vous là-contre?

Le FNS travaille avec Swissuniversities à l'élaboration d'une stratégie. Nous voulons que tous les articles soient librement accessibles, sans que nous devions encore nous acquitter d'une taxe. Nous espérons arriver à un accord avec les maisons d'édition pour que les chercheurs en Suisse obtiennent automatiquement le libre accès.

Comment voulez-vous y parvenir?

Si la place de recherche helvétique affiche une position unie, nous serons en mesure de dire aux maisons d'édition: soit vous passez un accord avec nous, soit notre communauté vous boycottera. C'est évidemment difficile. Mais les Pays-Bas y sont arrivés. Et cela a fonctionné.

Notre pays est-il prêt à franchir le pas?

Toute cette affaire est compliquée. Les divers acteurs de la place de recherche suisse ont des intérêts différents. Nous avons encore du mal à les coordonner.

«C'est le propre de la recherche de se mesurer dans la compétition.»

Le FNS ne serait-il pas en mesure de forcer les chercheurs à ne publier leurs données que dans des revues open access?

Ce n'est pas si simple, car suivant les circonstances, cela pourrait avoir un impact négatif sur leurs carrières. Un chercheur doit publier dans la revue la plus en phase avec ses résultats. Notre objectif est aussi d'encourager les carrières des chercheurs, pas de les entraver.

Vous allez prendre la présidence de l'EPFL. Pourquoi l'Ecole ne lancerait-elle pas sa propre revue?

Ce serait une très bonne idée. Mais ce n'est pas quelque chose qu'on peut ordonner d'en-haut. Cela doit venir de la communauté des chercheurs. Si elle décide de quitter la voie traditionnelle, alors cela se fera. Mais ce n'est pas moi qui décide. Un processus de ce genre suppose un changement de culture chez les chercheurs.

Est-ce que des chercheurs, ailleurs, ont déjà emprunté d'autres voies?

Oui. Le célèbre mathématicien Timothy Gowers de l'Université de Cambridge a

fondé la revue «Discrete Analysis» avec d'autres chercheurs. C'est une revue virtuelle. Le comité éditorial peut se concentrer complètement sur l'évaluation par les pairs, car c'est une entreprise externe qui s'occupe de la gestion des articles entrants. Les coûts sont d'environ 10 francs par manuscrit - jusqu'à mille fois moins qu'avec une revue traditionnelle.

«L'objectif de la science est une reproductibilité complète.»

En 2012, un article dans Nature montrait que sur 53 études «majeures» sur le cancer, 47 n'étaient pas reproductibles. Comment est-ce possible?

Il faut être juste et rappeler que dans certains domaines, la recherche est plus difficile que dans d'autres. En médecine, par exemple, on dispose seulement de faibles quantités de données parce qu'on travaille avec des êtres humains. La statistique pose souvent problème et avec elle, la reproductibilité.

Mais la crise de la reproductibilité concerne aussi d'autres domaines, comme la biologie, dans lesquels on peut choisir la quantité de données avec lesquelles travailler.

J'ai déjà entendu l'argument: «L'autre groupe n'a pas réussi à reproduire tel résultat parce qu'ils ne sont pas aussi bons que nous.» Certains chercheurs possèdent un talent particulier; ils gèrent si bien les organismes qu'ils réussissent des expériences que d'autres n'arrivent pas à reproduire. Néanmoins, je pense que c'est une faiblesse, car l'objectif de la science est une reproductibilité complète.

N'est-ce pas simplement dû à de la triche?

Cela arrive parfois, mais ce n'est pas la norme. Il ne faut pas oublier que les chercheurs sont en concurrence. Celle-ci est un peu trop forte aujourd'hui. Cette pression peut pousser un chercheur à publier des travaux inadéquats.

La concurrence est donc mauvaise pour la recherche?

Non, je ne simplifierais pas à ce point. En science, l'enjeu a toujours été d'être le premier à faire une découverte. C'est ainsi que nous faisons avancer la recherche, en étant plus malins et meilleurs que les autres. C'est le propre de la recherche de se mesurer dans la compétition.

Où est le problème, alors?

Il est devenu difficile, notamment pour les jeunes gens, d'être de vrais chercheurs. Il y a cinquante ans, on avait encore le loisir de méditer sur le monde et de générer de nouvelles idées. La recherche représente désormais un business. Le public, le politique et l'économie privée pensent qu'avec elle, on injecte de l'argent d'un côté pour obtenir à l'autre bout et un peu plus tard des résultats pratiques. Mais bien entendu, les choses ne se passent pas ainsi. La recherche a besoin de temps et d'espace pour la réflexion créative.

Mais les chercheurs de l'EPFL ne sauraient se plaindre de leurs bonnes conditions, non?

Il ne s'agit pas que de la Suisse. La recherche est mondialisée. Et on observe des phénomènes inquiétants. Dans certains pays asiatiques, le salaire d'un chercheur dépend des revues dans lesquelles il publie. C'est contestable, car de la sorte, on encourage directement des comportements malhonnêtes.

Et cela a des conséquences sur la Suisse en tant que place de recherche?

Oui. Les jeunes chercheurs sentent une pression à la publication. A partir du contenu d'un article, ils en font trois. Ça en impose davantage sur leur liste de publications. Nous constatons aussi cela au niveau des demandes d'évaluations. Leur nombre a explosé ces dernières années. Le système est complètement noyé. La qualité reste évidemment le parent pauvre.

Qu'est-ce que la science ouverte peut améliorer au niveau du système actuel?

Si nous passons à la science ouverte, nous publions moins d'articles et de meilleure qualité. Ils peuvent être vérifiés plus rapidement lors du processus d'évaluation, car tout est documenté.

Quelles mesures concrètes prévoyez-vous de prendre à l'EPFL pour encourager la science ouverte?

Je veux soutenir une culture dans laquelle les domaines qui sont déjà avancés sur le chemin de la science ouverte influencent les autres disciplines, afin que celles-ci y participent aussi. Nous mettons à disposition un outil pour aider les chercheurs à facilement placer leurs données en ligne, ce qui permet de les vérifier par la suite. Mais cet instrument doit aussi encourager la collaboration entre différents champs de recherche. En sciences de l'environnement, par exemple, on n'a pas forcément l'habitude de gérer d'importantes

quantités de données. Les mathématiciens ou les informaticiens pourraient ici prêter main forte.

Comment motivez-vous les jeunes chercheurs à adopter l'open science?

Je leur dis: le principal pour ta carrière, c'est que ton travail ait un impact important. Si tu mets tes données en ligne, il devient plus visible, et les gens te font confiance, d'où une influence plus grande. Je ne peux pas leur en donner l'ordre. Ils doivent parvenir eux-mêmes à cette conclusion.

Atlant Bieri est journaliste scientifique libre.

De président à président

Martin Vetterli est un adepte de la science ouverte. Il est professeur à la faculté d'informatique et communications de l'EPFL et préside le Conseil national de la recherche du FNS jusqu'à fin 2016. Il prendra ensuite la présidence de l'EPFL.

Pour une meilleure science

Chercheurs et décideurs se réuniront à Berne les 26 et 27 janvier 2017 afin de poser les premières bases d'une science créative, solide et engagée. Le congrès «We Scientists Shape Science» est organisé par l'Académie suisse des sciences naturelles et le Conseil suisse de la science et de l'innovation. www.naturalsciences.ch/wescientists

INTERVIEW

«La physique peut être simple et belle»

Roman Ernst, iPHO 2016



Chenkai Mao a gagné la médaille d'or lors des Olympiades internationales de physique à Zurich en juillet 2016. Fils d'un spécialiste en médecine traditionnelle et d'une infirmière, le Chinois de 19 ans s'est imposé parmi 400 participants venant de 86 pays.

Comment avez-vous préparé les Olympiades ?

Les compétitions de ce genre jouent un rôle important en Chine, car elles sont liées aux examens d'entrée à l'université. J'ai commencé à étudier la physique au lycée il y a trois ans et j'ai participé à quatre compétitions avant ma sélection nationale. Je me suis préparé pendant quelques mois. Nous nous sommes entraînés dans

l'équipe, mais on ne peut finalement compter que sur soi-même !

Pourquoi avez-vous participé ?

D'abord par passion pour la physique. Et à mon âge, il s'agit d'une occasion idéale. C'est un honneur de représenter mon pays.

Le plus difficile durant le test ?

Pour être honnête, la partie théorique était ardue, mais pas tant que ça pour l'équipe chinoise. Il a été plus dur de gérer le temps à disposition, environ cinq heures, pour effectuer toutes les expériences. Vous devez fixer des priorités. Faut-il par exemple prendre du temps pour obtenir des mesures plus précises ou aller de l'avant ?

A part votre médaille, qu'allez-vous ramener chez vous ?

C'était une expérience très motivante et inoubliable ! Rencontrer de si nombreux participants du monde entier était extraordinaire.

Pensez-vous devenir chercheur ?

La physique est une discipline fondamentale qui peut mener à différents domaines comme les maths ou la chimie. Il est difficile de dire ce qui se passera dans dix ans, mais mon rêve est de devenir professeur d'université ou de travailler dans la recherche.

Que représente la physique pour vous ?

Elle a changé ma vision du monde. Elle le décrit au moyen de principes universels et surtout très précis. La physique peut être simple et belle. En Chine, les gens pensent qu'elle n'est pas très pratique et trop éloignée de la société. Leur opinion est basée sur leurs expériences et ils ont leurs raisons, mais j'estime qu'il est important de motiver la jeune génération.

EN BREF

LA CITATION

«Tous les articles scientifiques devront être librement accessibles en Europe dès 2020»

La présidence néerlandaise de l'UE, le 27 mai 2016.

LE CHIFFRE

1000

Nombre de nouveaux postes de professeurs tenure-track que l'Allemagne veut créer avec un budget supplémentaire d'un milliard d'euros. Deux vagues de recrutement auront lieu en 2017 et 2019.

LA NOTE

Entre «faible» et «très faible»

Le niveau de crédibilité scientifique d'un article de Bjørn Lomborg publié dans The Telegraph le 5 mai 2016. La plateforme Climate Feedback permet à des chercheurs d'évaluer, noter et commenter des articles grand public sur la climatologie.

L'ACTION

3 millions d'euros pour la réplication

Montant réservé sur trois ans par l'organisation néerlandaise pour la recherche scientifique (NWO) afin de soutenir des projets visant à reproduire des résultats déjà existants.

L'APPEL

«Un suicide scientifique et industriel»

Après le cri d'alarme lancé par sept prix Nobel, le gouvernement français a réduit de moitié les coupes de 256 millions d'euros prévues dans le budget de la recherche.

L'OUTIL

Turkprime

Le site facilite la réalisation en ligne de sondages en psychologie et sociologie, en se basant sur la plateforme de crowdsourcing Amazon Mechanical Turk. Plus de 160 millions de réponses ont été fournies depuis le lancement en janvier 2015.

LE LOBBYISTE

The Guild

La nouvelle Guild of Research Intensive Universities regroupe 9 institutions pour faire du lobbying auprès de l'UE. Elle rejoint l'alliance LERU (21 universités), le Groupe de Coimbra (38), la géante AEU (850) et la petite EuroTech (5).

L'ACRONYME

ESFRI

21 projets et 29 infrastructures de référence ont été recensés par le Forum stratégique européen sur les infrastructures de recherche. Ils couvrent la Big Science habituelle (énergie, physique), mais aussi la santé, l'alimentation et les humanités numériques.

NEWS

Une impulsion bienvenue

La fondation privée d'encouragement de recherche biomédicale Wellcome Trust s'implique dans l'open access. Elle va lancer un journal en libre accès pour les chercheurs bénéficiant de ses subsides : «Wellcome Open Research». Elle versera de 150 à 1000 livres par article pour utiliser la plateforme de publication F1000 Research. De plus, elle engage avec la société Max Planck et le Howard Hughes Medical Institute quelque 25 millions de livres pour un nouveau financement de la revue en libre accès eLife.

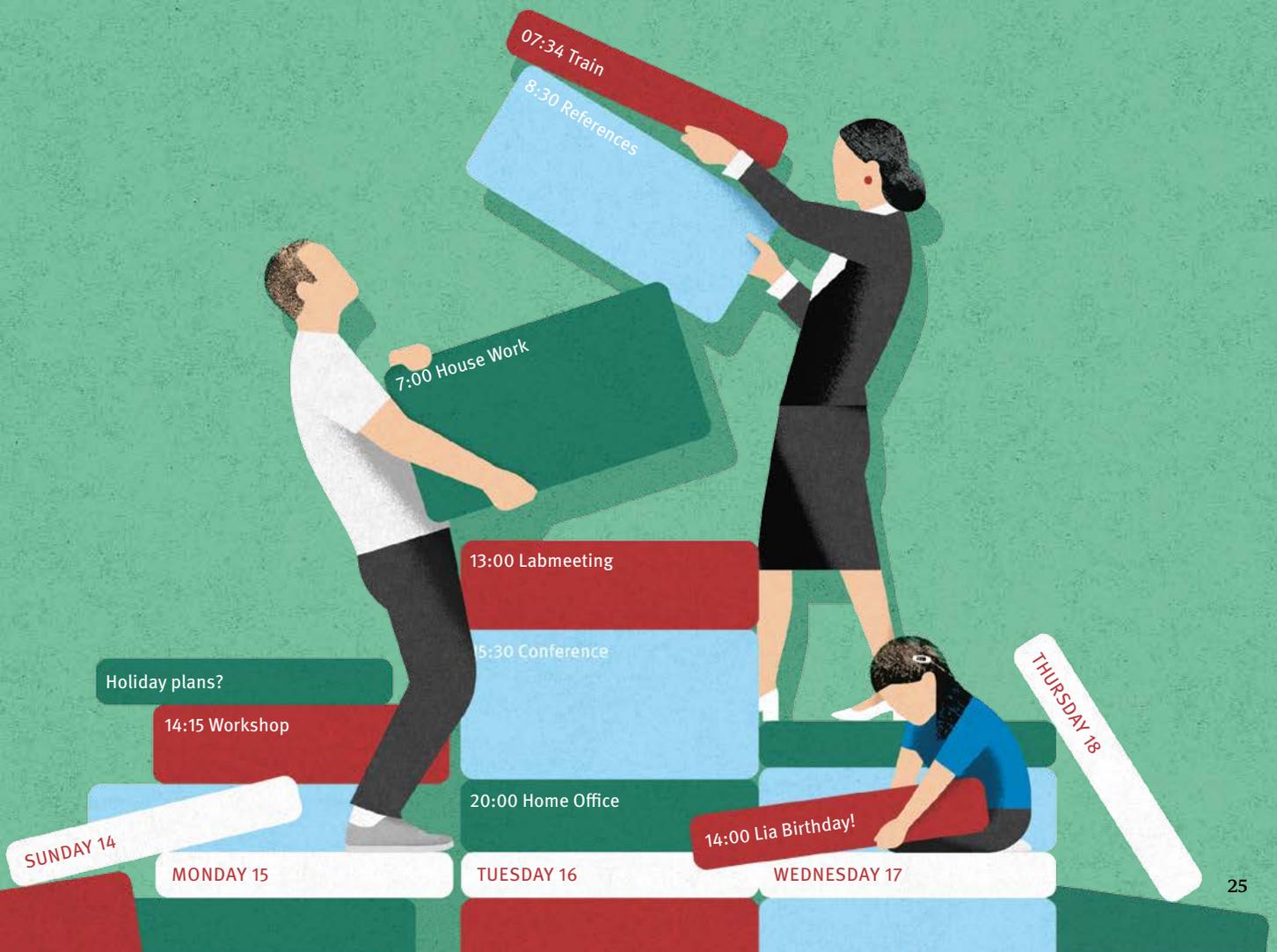
Intégrité scientifique : définir et agir

Sur 27 fondations et institutions de recherche interrogées, 24 disposent de règles pour gérer des problèmes liés à l'intégrité scientifique, révèle une enquête de Science Europe. Mais seules 18 d'entre elles ont défini formellement cette notion et 15 organisent, facilitent ou conseillent une formation sur ce thème pour leurs employés ou pour les chercheurs soutenus.

De la conférence au goûter d'anniversaire

Job sharing, doubles carrières, familles monoparentales, navette entre plusieurs pays: Horizons a invité six personnes à expliquer comment elles combinent carrière scientifique et vie de famille. Elles relèvent les mêmes défis - coordonner séjours à l'étranger et garde d'enfants, séance de travail et déclarations d'impôt - grâce à un savant mélange d'organisation et de créativité.

Par Pascale Hofmeier. Illustrations: Aurel Märki



Flexibilité et nerfs d'acier

Comment les scientifiques concilient vie de famille et carrière académique en Suisse

Teresa Montaruli

En attendant la crèche

«J'élève seule mes jumeaux de 3 ans. C'est la crèche qui me permet de gérer l'équilibre entre travail et vie privée. Enfin, depuis que les enfants y ont trouvé une place, ce qui a pris plusieurs années. Ma mère m'aide aussi, ainsi que mon salaire qui permet de couvrir le babysitting lorsque mon travail m'éloigne de Genève. Ce fut très astreignant de tout concilier lorsque j'ai dû commencer à enseigner deux ans seulement après être arrivée en Suisse sans connaissances en français. J'ai alors imaginé prendre un congé non payé pour le bien des enfants, mais ai renoncé à cause des frais de garde élevés. Je pense que les questions liées au genre sont particulièrement aiguës en physique, un milieu dominé par les hommes. Ça me soulage de voir que les familles de mes postdocs sont bien plus équilibrées que celles des collègues de mon âge.»

Teresa Montaruli, 48 ans, est professeure ordinaire à 100% de physique nucléaire et corpusculaire à l'Université de Genève. Elle dirige un projet de construction de télescopes de détection de rayons gamma ainsi que les Gender in Physics Days, une initiative d'Horizon 2020. Elle vit près de Genève.

- 1994 Diplôme de physique, Bologne
- 1998 Doctorat, Bari
- 1998 Postdoc et professeure assistante, Bari
- 2005 Professeure assistante, associée et ordinaire de physique, Wisconsin
- 2013 Naissance des jumeaux



Alexander Bertrams

Des périodes de doute

«Je tiens absolument à être là pour mes jumelles et pour ma femme. Mais aussi à assurer une recherche et un enseignement de qualité. Le semestre dernier, j'ai fait des concessions au niveau de la recherche. Et bien sûr, les loisirs sont les laissés-pour-compte. Il faudrait que je me remette au sport. Ma femme fait une pause dans son métier d'éducatrice et s'occupe de nos filles de 2 ans. Jusqu'en août, je faisais les trajets entre Augsburg, où vit ma famille, et mon travail à Berne. Ma belle-sœur me remplace dans mon rôle de papa quand je suis absent. Sans soutien social, ça ne fonctionnerait pas. Quand les filles étaient toutes petites et que je ne dormais pas assez, j'ai parfois douté d'être capable d'assumer un poste de professeur, physiquement et psychologiquement.»

Alexander Bertrams, 40 ans, est depuis 2015 professeur ordinaire à 100% de psychopédagogie à l'Institut des sciences de l'éducation de l'Université de Berne et directeur de l'institut depuis 2016. Depuis août 2016, il vit à Berne.

- 2006 Diplôme de psychologie, Erlangen
- 2009 Doctorat, Université de Mannheim
- 2010 Professeur junior de psychopédagogie, Université de Mannheim
- 2013 Habilitation
- 2014 Naissance d'Ida et d'Ilv



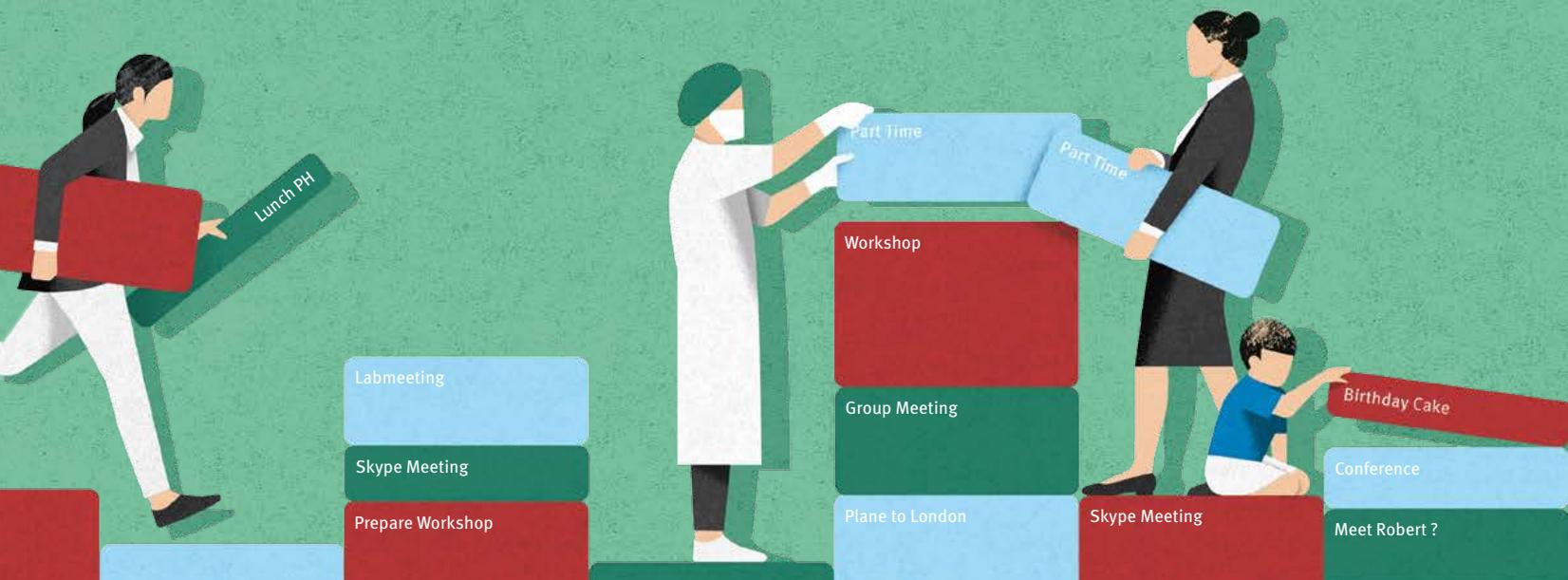
Patricia Purtschert

Partager ses univers

«La vie comme professeure et membre d'une famille est enrichissante, même si parfois j'ai l'impression d'être à bout de souffle. Avant, je passais souvent mes week-ends à l'ordinateur. Aujourd'hui, je chasse les escargots dans le jardin avec les enfants. Ce vécu enrichit mon travail, j'en suis convaincue. Les tâches familiales sont partagées avec ma partenaire, qui est aussi chercheuse. Cela exige beaucoup de concertation, mais l'avantage est que nous partageons nos univers. J'observe avec souci le débat actuel sur l'excellence. Ce concept s'aligne sur les carrières rectilignes et rapides. Les personnes qui ont des obligations familiales, surtout les femmes, risquent de passer au travers du filet.»

Patricia Purtschert, 43 ans, est professeure associée à 75% en études genre et coresponsable du Centre pour la recherche en études genre de l'Université de Berne. Elle vit près de Zurich.

- 2000 Licence en philosophie, Bâle
- 2002 Séjour de recherche, University of California Berkeley
- 2005 Doctorat, Bâle
- 2009 Premier enfant
- 2010 Subside Ambizione du FNS, ETH Zurich
- 2013 Deuxième enfant
- 2014 Postdoc, ETH Zurich



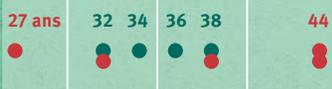
Claude Hauser

Obligation de choisir

«Dès le début, nous avons opté pour le modèle du job sharing. Ma femme est logopédiste, elle travaille à 50%. Je partage la chaire d'histoire contemporaine avec Alain Clavien. L'un des défis du temps partiel, c'est l'obligation de choisir. J'ai renoncé à un long séjour de recherche au Québec parce que l'organisation aurait été trop compliquée. Ma femme n'aurait probablement pas trouvé d'emploi. Nos enfants sont plus grands, il faut surtout être présent quand on nous le demande, écouter, discuter, gérer des agendas. Le plus important est de veiller sur la relation de couple. Si elle est bien huilée, il y a moins de frictions.»

Claude Hauser, 51 ans, est professeur à 50% en job sharing d'histoire contemporaine à l'Université de Fribourg et doyen à 20% de la faculté des sciences historiques d'UniDistance, une institution universitaire à distance. Il vit à Fribourg.

- 1992 Licence d'histoire, Fribourg
- 1997 Doctorat, Fribourg
- 1997 Naissance de Gilles
- 1999 Naissance de Félicien
- 2001 Naissance de Zacharie
- 2003 Professeur associé d'histoire moderne, Fribourg
- 2003 Naissance de Perrine
- 2009 Habilitation, Fribourg
- 2009 Professeur d'histoire contemporaine, Fribourg



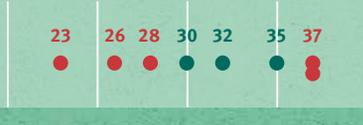
Isabelle Wildhaber

L'art du compromis

«Dans la compétition pour une place de professeur, il peut être difficile de s'imposer si l'on a toujours travaillé à temps partiel comme moi. J'ai souvent renoncé à me rendre aux conférences internationales à cause des enfants. Je travaille actuellement deux jours par semaine à Saint-Gall pendant les semestres académiques. Berlin est le point d'attache de ma famille. Mon mari est médecin-chef adjoint de cardiologie dans un hôpital universitaire. Dans une volonté de compromis envers moi et la famille, il a renoncé à plusieurs places de médecin-chef, a réduit son temps de travail depuis 2012 et a fondé une entreprise de technologie médicale.»

Isabelle Wildhaber, 43 ans, est professeure associée à 75% de droit privé et de droit économique, en particulier de droit du travail, et préside depuis 2016 la commission pour l'égalité de l'Université de Saint-Gall. Elle vit à Berlin.

- 1996 Licence en droit, Bâle
- 1999 Doctorat, Bâle
- 2001 Avocate à New York et Francfort
- 2003 Naissance d'Aron
- 2005 Naissance de Sophia
- 2008 Naissance de Dan
- 2010 Habilitation, Zurich
- 2010 Professeure assistante de droit du travail et de la responsabilité civile, Université de Saint-Gall



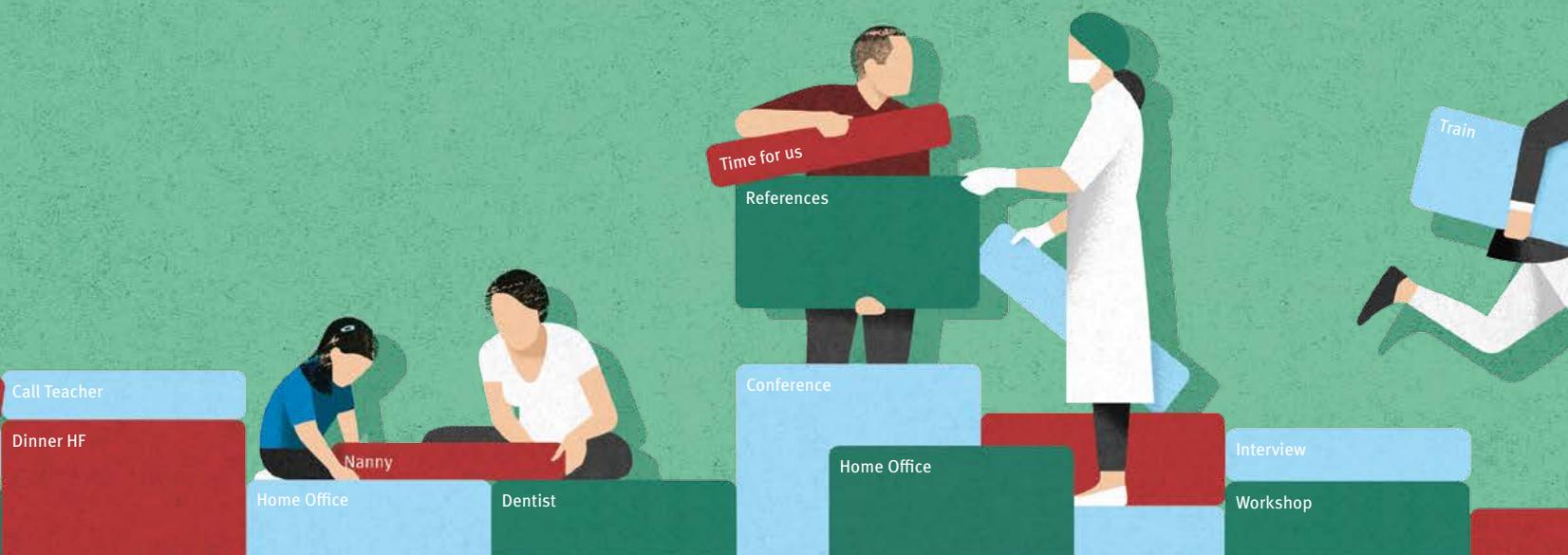
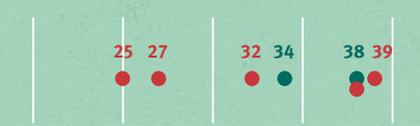
Anna Oevermann

Organisation et flexibilité

«Famille et carrière scientifique se stimulent réciproquement. Mes enfants apprennent beaucoup de choses de mon travail et, dans le domaine de l'organisation, je tire parti de ce que j'ai vécu en famille. Concilier les deux exige beaucoup d'enthousiasme pour son travail, une bonne capacité de coordination et de la flexibilité. C'est valable autant pour l'employeur que pour nous. Mon mari, originaire de Turin, est professeur à l'Université d'Edimbourg depuis janvier 2016. En 2003, Berne est devenue notre point d'attache après de nombreuses années de relation à distance. Chez nous, la garde des enfants est une construction complexe entre la crèche, une nounou et nous. La condition pour pouvoir se concentrer complètement sur son activité professionnelle, c'est de savoir que les enfants sont entre de bonnes mains.»

Anna Oevermann, 42 ans, est professeure extraordinaire à 100% de neuropathologie vétérinaire à la Faculté Vetsuisse de l'Université de Berne. Elle vit à Berne.

- 1999 Diplôme de médecine vétérinaire, Giessen
- 2001 Doctorat, Zurich
- 2006 Spécialisation européenne en anatomie pathologique vétérinaire
- 2008 Naissance de sa première fille
- 2012 Naissance de sa deuxième fille
- 2012 Habilitation, Faculté Vetsuisse, Berne
- 2013 Professeure assistante d'anatomie pathologique vétérinaire, Berne



La lente marche vers l'égalité

Après quinze ans de promotion de l'égalité dans les universités, la part de femmes professeures a doublé, mais reste très faible.

Les scientifiques comprennent une chose rapidement: difficile de mener une carrière académique sans travailler, parfois ou régulièrement, la nuit et le week-end. Sans effectuer de séjours prolongés à l'étranger, sans accepter d'emplois à durée limitée et de premiers salaires plutôt modestes. Combiné à des chances de succès incertaines, le tout peut décourager, notamment les femmes désireuses de fonder une famille.

De nos jours encore, les chercheuses «rencontrent souvent des difficultés plus grandes que leurs collègues masculins pour concilier vie professionnelle, vie de couple et de famille – ce qui affecte leurs chances de poursuivre une carrière universitaire», souligne le rapport «Couples à double carrière dans les universités suisses» de 2012. Ce dernier a évalué la troisième phase du programme de la Confédération «Egalité des chances entre femmes et hommes dans les universités suisses». Lancé en 2000, il est placé aujourd'hui sous la houlette de Swissuniversities et bénéficie chaque année de plusieurs millions de francs.

«Il serait temps de démystifier la carrière académique.»

Patricia Felber

Deux fois plus de femmes professeures

Depuis, bureaux de l'égalité et plans d'action en faveur de l'équité des chances ont vu le jour dans les hautes écoles. Le nombre de places de crèche dans les universités a augmenté, parfois doublé. Des programmes de mentorat ont été mis sur pied, tout comme des encouragements ciblés pour les femmes au niveau postdoc. Le Fonds national suisse s'engage depuis 2001 afin de suivre une perspective d'égalité des chances dans ses instruments, notamment avec des subsides «Egalité» et, dès 2013, avec des mesures d'allègement pour les femmes et les hommes assumant des responsabilités familiales. D'innombrables évaluations et rapports documentent les efforts menés ces quinze dernières années.

L'effet conjoint de ces mesures: depuis 2002, la part de professeures a doublé,

passant de 9,7% à tout juste 20% en 2013. En comparaison européenne, la Suisse arrive en milieu de peloton. En 2015, 37% des chaires dans les universités helvétiques ont été repourvues par des femmes.

«Il faudra encore s'armer de patience.»

Martina Weiss

Reste que notre pays n'a pas atteint son objectif de 25% de professeures en 2016. «Pour la Suisse, ce n'était pas très réaliste», analyse Martina Weiss, secrétaire générale de Swissuniversities. L'Office fédéral de la statistique prédit qu'il faudra attendre au moins 2023 pour y parvenir. Martina Weiss invite à ne pas se fixer sur un chiffre de référence; elle juge plus pertinent d'observer comment chaque haute école ou faculté évolue, afin de pouvoir faire des distinctions entre les disciplines. L'Université de Saint-Gall a par exemple multiplié par trois sa part de femmes depuis 2000 – elle est de 12,8% aujourd'hui.

La Suisse romande en avance

L'objectif de 40% de professeures assistantes est réalisable. Les progrès sont particulièrement visibles en sciences humaines et sociales, qui connaissent des proportions de femmes élevées: «La part de professeures y atteint parfois 50%», indique Marina Weiss. La Suisse romande a aussi une certaine avance par rapport à la Suisse allemande. Les femmes y travaillent souvent à 80%. Autre élément notable: l'Université de Genève a introduit un quota obligatoire de 30% de femmes dans les listes de candidats sélectionnés pour une nouvelle nomination. Si cet objectif n'est pas atteint, la faculté doit se justifier devant la direction de l'université. Son homologue lausannois prévoit de lui emboîter le pas dès 2017.

Dans l'ensemble, les chances de succès des femmes dans le monde académique se sont donc un peu améliorées au cours de la dernière décennie et, avec elles, les conditions permettant de concilier famille et carrière. Toutefois, le changement culturel et organisationnel ne s'impose que lentement au niveau des instituts. «Il faudra en-

core s'armer de patience», avertit Martina Weiss. La direction d'une université peut bien signaler qu'elle encourage le travail à temps partiel et le job sharing: au final, seuls les supérieurs hiérarchiques dans les facultés et les instituts ont le pouvoir de concrétiser cette volonté.

Et il reste encore beaucoup à faire. «Les jeunes chercheuses ne revendiquent souvent pas leur droit à un subside et à un temps partiel, car leurs supérieurs sont également leurs partenaires de recherche», explique Patricia Felber. Cette spécialiste de géographie sociale coordonne plusieurs programmes de mentorat et a rédigé le rapport «Evaluation de la situation des carrières des femmes scientifiques en Suisse» des Académies suisses des sciences. A cela s'ajoute le fossé entre le taux d'occupation prévu dans le contrat et l'engagement exigé de manière informelle – un obstacle pour les jeunes familles. De fait, coordonner carrière et vie de famille nécessite toujours beaucoup de volonté et de créativité.

«Il serait temps de démystifier la carrière académique», estime Patricia Felber, en évoquant la mauvaise conscience de nombreux chercheurs lorsqu'ils quittent leur bureau à 17 heures. Avant de dire tout haut ce que de nombreux scientifiques n'osent même pas penser tout bas: «Au final, travailler à l'université reste juste un boulot.»

Pascale Hofmeier est rédactrice scientifique du FNS.

«On ne documente pas une réalité qu'on préfère ignorer»

La Suisse a beau être une plaque tournante des matières premières, mais elle manque singulièrement de données sur ce marché en pleine expansion, souligne la juriste Elisabeth Bürgi Bonanomi.

Par Marcel Hänggi

Que savons-nous vraiment du secteur des matières premières?

Que la Suisse est la plus importante place de négoce au monde. Et que la richesse en matières premières est souvent néfaste pour les pays en développement où l'économie est orientée de manière très unilatérale, une industrie de transformation fait souvent défaut et les dépendances post-coloniales perdurent. Ces Etats ne pourront améliorer leur situation que si les nations hébergeant les sièges des entreprises actives sur ce marché assument leurs responsabilités. Ces dernières permettent les sorties de capitaux et faussent les termes de l'échange à coup de subventions et de droits de douane. Cependant, on manque de connaissances approfondies: les flux financiers sont dissimulés, aucune statistique officielle ne répertorie le détail des transactions ou le montant des impôts payés par ce secteur en Suisse.

Pourquoi dispose-t-on de si peu de données?

Quand on n'a pas envie de connaître une réalité, on ne la documente pas...

La volonté politique manque davantage que les connaissances scientifiques?

Les deux font défaut. Une volonté politique est bien entendu nécessaire si l'on veut changer quelque chose. Mais la recherche



Valérie Chételat

peut apporter une contribution importante. Nous adoptons intentionnellement une perspective de durabilité et de développement. La recherche dans les pays en développement ne suffit pas. La question de l'évasion fiscale est absolument centrale. Or, là, nous n'en sommes qu'au début.

A quoi ressemblerait un secteur des matières premières adéquat?

Les populations concernées dans les pays d'extraction auraient la possibilité de participer aux décisions: quelle ressource convient-il d'exploiter; qu'advient-il des recettes, et ainsi de suite. Une industrie transformatrice existerait sur place. Les

droits humains et la responsabilité environnementale seraient pris au sérieux. Les entreprises payeraient leurs impôts là où a lieu la création de valeur, et toutes les parties auraient accès à un système judiciaire qui fonctionne. Il y a toujours des perdants, mais il ne faut pas que ce soit toujours les plus vulnérables.

Marcel Hänggi est journaliste scientifique libre.

—
La Suisse et le négoce des matières premières, Swiss Academies Factsheets (2016)
Des matières premières profitables aux pays en développement, Swiss Academies Factsheets (2016)

Economiste et éthicienne

Elisabeth Bürgi Bonanomi est chercheuse au Centre pour le développement et l'environnement ainsi qu'au World Trade Institute, tous deux à l'Université de Berne. Elle coordonne une étude bibliographique sur le négoce des matières premières en collaboration avec l'Institut d'éthique des affaires de l'Université de Saint-Gall.

Le monde politique bouge

Les problèmes liés au négoce des matières premières sont sortis de l'ombre notamment avec la publication en 2011 d'un rapport de la Déclaration de Berne. En 2013, le Conseil fédéral présentait son «Rapport de base sur les matières premières». La révision en cours du droit de la société anonyme devrait apporter plus de transparence. L'initiative pour

des multinationales responsables déposée en avril 2016 représente aussi une pression politique. Les Académies suisses des sciences organisent un congrès sur la transparence dans le marché des matières premières le 20 septembre 2016 à Berne.



La chercheuse et les prisonniers

En Suisse, quelque 150 personnes font l'objet d'une mesure d'internement, dont de nombreuses à vie. Doctorante en ethnologie à l'Université de Neuchâtel, Irene Marti a partagé leur quotidien pour comprendre comment elles gèrent cette situation.

« La prison est un endroit très pratique pour mener une recherche. Les gens sont là, ils ont du temps pour les entretiens et sont intéressés à y participer. Il y règne une sorte de normalité artificielle: on est poli les uns à l'égard des autres; le déroulement de la journée est bien réglé; le plus souvent tout fonctionne parfaitement. La présence d'une chercheuse amène un changement bienvenu. J'ai passé quatre semaines dans l'établissement pénitentiaire de Lenzbourg (AG) et dans celui de Pöschwies (ZH). Je veux connaître l'impact de l'internement sur les détenus et comment ces derniers le vivent. Je n'exprime pas de jugement sur cette mesure; je veux uniquement éclairer le vécu des personnes concernées.

Au début, il a fallu créer un lien de confiance. C'est pourquoi j'ai passé du temps avec les prisonniers. J'arrivais à 7 heures du matin et les suivais à l'atelier de peinture ou à l'imprimerie. Le soir, je faisais

des parties de ping-pong ou de badminton, et ils m'ont initiée au jass. Le fait que je sois une femme a certainement aussi joué un rôle. Un détenu m'a dit quel bien cela lui faisait de parler à nouveau avec une personne de sexe féminin.

Meurtrier et humain

Ma féminité dans ce milieu masculin m'a interpellé. Le matin, je réfléchissais à ma tenue vestimentaire. Lors des activités sportives, j'étais particulièrement attentive à ne pas porter de vêtements trop près du corps. Je ne voulais toutefois pas non plus me déguiser, juste me sentir bien dans mon rôle de chercheuse. Je n'ai jamais eu peur. Il y avait des caméras dans de nombreux endroits, du personnel de surveillance se trouvait généralement à proximité, et lorsque j'étais seule dans une pièce avec un détenu, j'étais équipée d'une alarme. Les gardiens m'ont dit d'être prudente avec certains prisonniers.



Un changement bienvenu dans un quotidien qui se répète: un prisonnier discute avec Irene Marti dans l'établissement pénitentiaire de Lenzbourg (à gauche). L'ethnologue a également passé quatre semaines dans la prison de Pöschwies (ci-dessus). Photos: Andreas Moser (JVA Lenzburg, grande photo) et Amt für Justizvollzug des Kantons Zürich (ci-dessus)

Je n'ai pas consulté les dossiers des détenus au préalable. Je voulais les rencontrer sans a priori. Après une semaine, en revanche, je les ai tous lus. En particulier les plus jeunes internés m'ont paru les plus sympathiques et amicaux. Mais derrière cette apparence aimable se cachent aussi des actes parfois brutaux. J'avais de la peine à mettre en lien ces deux choses. J'ai remarqué rapidement que je devais séparer l'interlocuteur de son délit. C'est la condition pour une vraie rencontre. Un meurtrier n'est pas qu'un meurtrier, c'est aussi un être humain. Je n'ai pas parlé de culpabilité avec eux. Mais leurs actes étaient toujours présents. Je me disais: voilà pourquoi ils sont en prison alors que moi je peux partir le soir.

J'ai essayé d'établir des relations «normales» avec les détenus et je crois que j'ai réussi. Dans le cas contraire, je n'aurais pas pu poser des questions aussi personnelles lors de mes interviews. Ils ont fait preuve

de toute l'ouverture possible dans ce cadre. J'ai interviewé 18 personnes au total.

Rêver de clés

Pour ceux qui ont été interné récemment, il est difficile de réaliser qu'ils vont rester en prison jusqu'à la fin de leurs jours. Certains combattent cette idée. Pour eux, c'est un moteur, un moyen de rester en vie. D'autres ont renoncé et ne veulent plus que regarder la télévision et manger, comme s'ils étaient brisés par cette absence de perspectives. Mais il y a aussi ceux dont on ne penserait jamais qu'ils sont enfermés depuis des années. Ils sont pleins de force et de motivation, suivent des formations ou apprennent des langues. Ils ont travaillé sur eux, ont changé. Ils veulent montrer au monde extérieur quels hommes ils sont devenus. Un interné m'a confié qu'il ne pensait pas au futur, car il n'avait pas d'avenir, celui-ci se situant à l'extérieur, alors que lui n'allait jamais sortir. Très peu de prison-

niers tombant sous le coup d'une mesure d'internement sont effectivement libérés.

Le soir, je retournais dans ma chambre louée. J'y tapais les notes prises pendant la journée. J'avais la tête pleine d'impressions. J'étais comme immergée dans ce monde. Certaines histoires personnelles étaient dures, cela m'a pesé. Pendant cette période, j'ai souvent rêvé de clés, un symbole fort pour la prison. Je refaisais surface le week-end avec mes amis et ma famille. A la fin de cette expérience, j'ai apprécié de pouvoir à nouveau organiser mes journées à ma guise. J'ai traversé un champ, le soleil brillait et j'ai compris à quel point la liberté était précieuse. »

Propos recueillis par Anne-Careen Stoltze.

L'archipel des identités

Façonnée au gré des batailles d'influence de ses voisins, l'Ukraine est écartelée entre l'Europe et la Russie. Mais la citoyenneté ukrainienne gagne du terrain et s'étend même vers l'est, analysent les chercheurs.

Par Benjamin Keller

«La Suisse n'existe pas», déclamait en 1992 l'artiste Benjamin Vautier. Et l'Ukraine? Du tréfonds de son histoire jusqu'à la guerre qui la déchire aujourd'hui, l'ex-république soviétique, indépendante depuis le 24 août 1991, a toujours été tiraillée entre des influences, des appropriations et des identités variées. Cette apparition soudaine et tardive en tant qu'Etat sur la scène internationale a eu pour conséquence que l'on a commencé à s'y intéresser comme entité autonome que récemment.

Le conflit en cours permet d'éclairer le visage complexe et multiple de l'Ukraine. Les combats y ont éclaté en 2014 après le soulèvement - baptisé Euromaïdan - qui a conduit à la destitution du président Viktor Ianoukovitch, celui-ci ayant refusé de signer un accord d'association avec l'Union européenne. La situation s'est depuis inversée: le président Petro Porochenko, qui bénéficie de l'appui des Occidentaux, doit faire face à une rébellion pro-russe soutenue par la Russie au sud-est. L'Ukraine est le théâtre d'une lutte entre les puissances de l'Ouest et de l'Est. Et c'est le cas depuis longtemps.

«Les interprétations divergentes de l'histoire nourrissent les hostilités», explique Korine Amacher de l'Université de Genève. Dans une recherche démarrée en janvier dernier, la professeur d'histoire de la Russie et de l'URSS veut mettre en perspective les trajectoires croisées de l'Ukraine, de la Russie et de la Pologne. L'Ukraine (qui signifie «confins») partage avec ses voisins une histoire à la fois commune et antagoniste.

La Petite Russie

Après la fin de la période mongole au XIVe siècle, le nord-ouest de l'actuel territoire de l'Ukraine est globalement dominé par des forces occidentales (Pologne, Lituanie, Prusse, Autriche-Hongrie), tandis que le sud-est est accaparé par les Tatars et les Ottomans, suivis par l'Empire russe, dont l'assise devient la plus importante dès le XVIIe siècle. Au point qu'au XIXe, les territoires ukrainiens dans l'empire du tsar sont appelés «Petite Russie». L'Ukraine devient

brièvement indépendante après la révolution bolchévique de 1917, avant d'être envahie par l'Armée rouge et intégrée à l'URSS. Staline prendra les régions qui appartenaient encore à la Pologne lors de son partage avec l'Allemagne nazie en 1939. «C'est pour cette raison que l'on dit souvent que l'Ukraine doit ses frontières actuelles à Staline», relève Korine Amacher.

Visions antagonistes

Quand l'Ukraine acquiert son indépendance en 1991, c'est un pays composé de parties historiquement disparates qui voit le jour. «La Galicie (ouest) est d'abord tournée vers l'Autriche, puis la Pologne, donc plutôt vers l'ouest, tandis que le Donbass (où se déroule en ce moment la guerre, ndlr) est russe depuis le XVIIIe.» Ce à quoi il faut ajouter d'autres influences, comme celles de la Roumanie et de la Hongrie à l'ouest. «Certains Russes considèrent encore aujourd'hui que l'Ukraine ne devrait pas exister en tant qu'Etat, relate Korine Amacher. On peut même parfois entendre, autant en discutant avec des Russes dans la rue que de la bouche de certains hommes politiques, que tous les problèmes seraient réglés si chaque ancien empire reprenait le morceau d'Ukraine qui lui appartenait par le passé.»

«On dit souvent que l'Ukraine doit ses frontières actuelles à Staline.»

Korine Amacher

L'équipe de Daniel Weiss, professeur émérite de l'Université de Zurich, épluche interviews, déclarations gouvernementales, débats parlementaires et télévisés autour du conflit ukrainien afin d'identifier les termes les plus utilisés. «La Russie se conçoit comme le pays qui se défend depuis toujours contre les attaques de l'Occident, rapporte le chercheur. Telle la Pologne, le côté ukrainien se perçoit comme la

dernière fortification de l'Europe civilisée face à la barbarie. La Russie incarne la botte militaire, quelque chose de brutal. Il y a un épisode central pour les Ukrainiens: au XVIIe, le centre de l'Ukraine était plus ou moins souverain. C'était la république des Cosaques. Le Kremlin ne l'a jamais accepté et a anéanti cet Etat.»

L'argumentaire des séparatistes ukrainiens pro-russes fait, lui, ressortir «la crainte d'une catastrophe économique en cas d'adhésion à l'Union européenne, car l'est de l'Ukraine entretient des liens très étroits avec la Russie», indique Daniel Weiss. A l'instar des nationalistes et populistes de nombreux pays européens, les indépendantistes ukrainiens avancent aussi que l'UE est synonyme de perte de souveraineté. Autre objet de discorde: l'annulation en 2014 par le parlement ukrainien d'une loi conférant un statut particulier à la langue russe (mais la modification n'a jamais été avalisée par le gouvernement).

Valeurs communes

La construction tumultueuse de l'Ukraine a engendré un mille-feuille d'identités que décortique Ulrich Schmid, professeur de culture et société russes à l'Université de Saint-Gall. Aux printemps 2013 et 2015, il a réalisé deux sondages en Ukraine avec 6000





Qu'il ait le regard tourné vers l'Est ou vers l'Ouest, Lénine représente l'une des valeurs communes aux Ukrainiens. Le 14 août 2014, une statue du révolutionnaire se voit décorée par un drapeau national à Kratomorsk, dans l'est du pays.

Photo: Keystone/EPA/Roman Pilipey

participants chacun dans le but de réaliser une cartographie détaillée des valeurs selon les régions, consultable en ligne sur mapsukraine.ch. Les questions abordaient cinq thèmes: littérature, langage, histoire, religion et économie.

«Nous avons obtenu une image nettement plus différenciée que les a priori souvent trouvés dans la presse, souligne le spécialiste. Le préjugé de base, c'est que l'est de l'Ukraine est retardé, soviétique et pro-russe, et que l'ouest est moderne et en faveur de l'Europe. Nous avons constaté que la réalité est plus nuancée et mis en évidence des valeurs communes à tous les Ukrainiens.» La lutte contre la corruption en fait partie. Des figures telles que le poète romantique Taras Chevtchenko ou Lénine rassemblent également - ce qui n'a pas empêché les nationalistes de déboulonner une statue de ce dernier à Kiev durant l'Euromaïdan et de provoquer l'irritation des leaders du mouvement, ceux-ci étant conscients que Lénine est apprécié dans l'est et le sud du pays.

«Un autre thème très souvent simplifié est celui de la langue, poursuit Ulrich Schmid. En analysant le comportement des lecteurs en Ukraine, on remarque que le russe est présent dans toutes les régions et pas seulement à l'est. Il y a de plus un

consensus sur le fait que l'ukrainien doit être connu de chacun. De fait, une part considérable de la population parle les deux langues. Il existe par ailleurs un dialecte qui mélange le russe et l'ukrainien, le sourjik. Il est intéressant de noter que, parfois, ceux qui pensent parler le russe s'expriment en réalité en sourjik.»

«Ni Kiev ni Moscou ne sont attrayantes dans les zones rebelles.»

Ulrich Schmid

La majorité des indécis

Encore plus inattendu, Ulrich Schmid a découvert que la guerre a unifié des régions: «On observe du patriotisme même dans des zones où il est historiquement faible, comme en Bucovine du Nord.» De manière générale, le «consensus sur la citoyenneté ukrainienne» se déplace toujours plus à l'est. C'est chez les jeunes nés après la chute de l'URSS que le sentiment d'appartenance à l'Ukraine est le plus fort.

Les séparatistes apparaissent isolés: «Dans les zones rebelles, d'autres sondages

menés avant et après le début des hostilités montrent que l'identification à l'Ukraine et à la Russie y a reculé et que le taux d'indécis y est désormais majoritaire, ce qui laisse à penser que ni Kiev ni Moscou ne sont attrayantes pour eux. Ils voient que leur région est, dans un certain sens, perdue.»

La décentralisation de l'Ukraine, régulièrement évoquée, constitue-t-elle une solution? «C'est désirable mais pas réaliste, répond Ulrich Schmid. La dernière fois que cette possibilité a été discutée au parlement ukrainien, il y a eu trois morts au sein de manifestants furieux. Le problème est que la décentralisation constitue une condition du traité de Minsk 2 conclu en février 2015. Or, il est clair pour tous les Ukrainiens qu'elle a été imposée par les Russes, ce qui rend cette option peu populaire. Il faudra voir si le traité est reformulé, mais je pense que la Russie va insister sur une autonomie étendue des territoires occupés au Donbass.»

Benjamin Keller est journaliste à Tunis.

Les droits fondamentaux de l'humour à protéger

Raphaela Cueni se penche sur les aspects légaux de la satire. Pour elle, le faible nombre de procès en Suisse indique une saine culture du débat.
Par Isabel Zürcher

La satire n'obéit pas toujours aux règles du bon goût. Lorsque divergences politiques ou religieuses entrent en jeu, la liberté d'expression peut être remise en question. Dans sa thèse de doctorat en droit constitutionnel, Raphaela Cueni aborde ce sujet sensible.

Le droit définit-il formellement la satire?

Une définition légale et facilement applicable n'existe pas. Des tribunaux dans différents systèmes juridiques - dont le Tribunal fédéral - ont élaboré des définitions plus ou moins appropriées. Un élément constitutif de la satire est l'irritation qu'elle provoque, qui peut se muer en colère ou en agression. La satire s'en prend aux normes convenues socialement et utilise pour cela les possibilités esthétiques de l'expression verbale et gestuelle.

Pourquoi la Suisse ne connaît que peu de jurisprudences dans ce domaine?

Les tribunaux tout comme le Conseil suisse de la presse ont régulièrement à statuer sur ce type d'affaires. La jurisprudence en matière de satire est toutefois bien moins étoffée chez nous que, par exemple, en Allemagne. Cela pourrait indiquer que la culture du débat est plutôt saine en Suisse: on sait quand il est inutile d'entamer une procédure judiciaire. C'est aussi le cas en Grande-Bretagne. Bien que la satire y soit particulièrement agressive et malveillante, on n'y enregistre pas de poursuites judiciaires à grande échelle. Les éventuels plaignants savent que dans les affaires de calomnie, les remous liés à une telle procédure sont contreproductifs, indépendamment de l'issue du procès.

Les réactions suite aux caricatures de Mahomet au Danemark, l'attentat contre Charlie Hebdo à Paris ou encore le poème du comique Jörg Böhmermann insultant le président Erdogan montrent bien le caractère explosif de la satire.

Ces événements ultra-médiatisés font apparaître la pertinence et l'actualité d'une réflexion sur la satire et sur notre perception de la liberté d'expression. La situation française est particulièrement intéressante. Le



Même exposé dans une galerie, l'humour britannique reste mordant. Le Royaume-Uni connaît toutefois peu de procès visant à le limiter. Photo: Keystone/Camera Press/James Veysey

président François Hollande ne voit apparemment aucune contradiction à insister sur le caractère inconditionnel de la liberté d'expression tout en prônant sa limitation lorsqu'il s'agit des propos antisémites de l'humoriste Dieudonné.

«Le droit n'a pas la prétention de répondre de manière définitive aux questions éthiques.»

Ne retenir que les affaires médiatisées serait trop limité. Les questions juridiques les plus controversées liées à l'ampleur et aux limites de la protection des droits fondamentaux se posent souvent dans des cas peu spectaculaires. La comparaison effectuée dans le journal «Le Confédéré» entre l'ancien conseiller national UDC Oskar Freysinger et Adolf Hitler soulève des interrogations, notamment en ce qui concerne le rapport entre satire et vérité. Peu de gens se souviennent de ce cas remontant à 2007. Le droit n'est toutefois pas en mesure de

répondre de manière définitive aux questions morales et éthiques. Il n'en a d'ailleurs pas la prétention

La satire se heurte à des perceptions hétérogènes dans notre pays plurilingue et multiconfessionnel. Que signifient ces différences culturelles du point de vue juridique?

La question est de savoir dans quel cadre légal la satire bénéficie d'un espace de liberté approprié. Les différences dans les manifestations de l'humour et dans ses perceptions sont étroitement liées au rapport entre droit et culture. Le droit n'est rien d'autre que l'expression d'une culture donnée. En même temps, il crée le cadre dans lequel celle-ci peut se développer.

La doctorante Raphaela Cueni est assistante à la Faculté de droit de l'Université de Bâle. Elle vient d'effectuer un séjour de recherche à la Columbia Law School.

Isabel Zürcher travaille comme historienne de l'art et journaliste à Bâle.

La face cachée de la justice

La charge croissante de travail dont souffrent les tribunaux suisses pousse à l'engagement d'un nombre accru de greffiers. «Le public n'est pas conscient de leur énorme importance», relève Peter Bieri de l'Institut de droit public de l'Université de Berne. Ce juriste spécialiste de la gestion de la justice a récemment déposé sa thèse dans le cadre du projet de recherche «Fondements d'un bon management de la justice en Suisse».

La large palette des tâches des greffiers, fortement impliqués dans l'instruction et les décisions de justice, constitue une particularité helvétique. Dans beaucoup de tribunaux, ils sont plus nombreux que les juges. Renforcer leur présence représente certes une solution simple, mais elle soulève des questions de droit constitutionnel, note Peter Bieri. A ses yeux, il importe d'éclaircir les fonctions judiciaires qui sont déléguées aux greffiers afin que le droit à disposer d'un juge légal soit préservé.

Pour lui, l'indépendance de la justice est menacée quand un juge collabore avec trop de greffiers: «Une analyse sérieuse des différentes affaires n'est alors plus possible et peut conduire à une trop grande dépendance des magistrats judiciaires envers les greffiers.»

Il serait important de trouver d'autres moyens pour mieux gérer le volume de travail des tribunaux. Le chercheur propose par exemple de nommer des juges supplémentaires, de gérer les affaires de façon plus efficace ou d'avoir davantage recours à l'informatique. *Livia Willi*

P. Bieri: Law Clerks In Switzerland – A Solution To Cope With The Caseload? International Journal for Court Administration, 2016



Un nombre important de greffiers par juge menace l'indépendance de la justice.



Un quotidien banal peut devenir une justification pour l'abus d'alcool.

Mère alcoolique: regarder en face sa dépendance

Pour les personnes alcooliques, le risque de rechute après une thérapie est souvent plus élevé chez les mères que chez les pères. Des chercheurs de la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW) se sont penchés sur cette différence. Ils ont voulu connaître les défis que ces femmes se fixaient au quotidien. «Ne plus vouloir boire et espérer que tout ira obligatoirement mieux ne suffit souvent pas», souligne Silvia Gavez, directrice du projet. Avec son équipe, elle a interviewé 14 femmes ayant suivi une cure de désintoxication.

Les chercheurs ont fait des découvertes intéressantes. Le retour des mères dans leur environnement social se passe mieux si elles sont capables de dire dans quels domaines elles ont besoin d'aide et si elles sont en mesure de se confronter à leur biographie et à leur dépendance. Pour les sondées, la communication avec leurs proches est considérée comme un exercice d'équilibre entre ouverture et tabou.

«Les mères ne savent souvent pas comment aborder le thème de la dépendance avec leurs enfants», note Silvia Gavez. Or, elles ont intérêt à les informer de façon appropriée plutôt que d'éviter leurs questions par honte. Celles qui accordent de la valeur à leur rôle de femme au foyer et de mère réussissent mieux à se réinsérer dans la vie de tous les jours que celles qui trouvent leur existence ennuyeuse et banale. Ces dernières sont en effet susceptibles de justifier ainsi leur consommation d'alcool. Des changements tels une séparation ou un nouvel emploi peuvent se révéler positifs après la cure. Les résultats complets de la recherche font l'objet d'un livre publié cet automne. *Kathrin Zehnder*

S. Gavez et al.: Zurück in den Alltag – Mütter nach Behandlung ihrer Alkoholabhängigkeit. Budrich (2016)

Chalet suisse: un mythe s'effrite

Il a beau constituer pour beaucoup l'essence même de l'architecture helvétique, mais le chalet serait en fait une importation. Elle serait venue d'Allemagne, nourrie par l'enthousiasme alpestre des voyageurs étrangers et par la création de l'Etat fédéral au XIX^e siècle. C'est la conclusion de la thèse de Daniel Stockhammer effectuée à l'ETH Zurich.

Le chercheur met à mal le mythe de l'ancienne maison en bois comme symbole – avec les vaches, le fromage et les montres – de la parfaite suissitude: «Le chalet n'est pas une invention helvétique. Il y a certes eu une tradition de la construction en bois dans le pays, qui existe encore. Les projets et bâtiments dans le «style suisse» sont toutefois pour la plupart des créations d'architectes étrangers.» Il s'agit là, selon lui, d'un idéal de ruralité, de tradition et d'artisanat transposé dans le domaine architectural pour les élites européennes des XVIII^e et XIX^e siècles. «Le style suisse existait à l'étranger avant d'être connu chez nous», souligne le chercheur.

C'est le tourisme qui a redonné vie au chalet dans notre pays. Avec un succès manifeste: les constructeurs de chalets et les architectes autochtones ont commencé à reproduire le style suisse à partir d'œuvres de référence. Les modèles pour ces constructions avaient pour la plupart été imaginés par des concepteurs étrangers. Pourquoi? «La sélection et la réduction de la diversité des traditions régionales en matière de construction en bois ne pouvait se faire qu'à l'extérieur du pays», explique Daniel Stockhammer. Un regard sur le passé montre que l'image de l'architecture traditionnelle et la formation de l'identité helvétique ont connu une bien plus grande influence extérieure venant d'autres pays européens que ce que beaucoup veulent le croire aujourd'hui. *Astrid Tomczak-Plekawa*

D. Stockhammer: Schweizer Holzbautradition. Ernst Gladbachs Konstruktion eines ländlichen Nationalstils. Thèse ETH Zurich (2015); doi:10.3929/ethz-a-010657828



Esquisse de la «Grutlihaus» à Seelisberg (UR) effectuée par Ernst Gladbach en 1860.

Un homme en mission

Spécialiste des pays du Sud, l'épidémiologiste Jakob Zinsstag milite pour l'approche «One Health»: améliorer la santé publique exige d'englober médecine humaine et vétérinaire, alimentation et environnement.

Par Irène Dietschi

Depuis tout petit, Jakob Zinsstag savait ce qu'il voulait devenir: missionnaire ou coopérant au développement. Cette aspiration était si forte qu'à l'âge de 11 ans, il a invité une missionnaire à l'école du dimanche de Viège, sa ville natale, pour venir parler de son expérience dans les pays pauvres. Avant-dernier d'une fratrie de huit enfants, il aimait donner un coup de main à la famille de sa mère, agriculteurs dans le Jura. Son amour pour les animaux l'a poussé à étudier la médecine vétérinaire. A 25 ans, une fois son diplôme en poche, il a commencé à travailler dans un cabinet pour gros animaux à Porrentruy, au moment même où sa femme décrochait son premier poste de pasteur. Sa vie paraissait toute tracée, sans soucis. Mais Jakob Zinsstag s'ennuyait.

Son existence aujourd'hui est bien moins tranquille. Professeur d'épidémiologie à l'Institut tropical et de santé publique suisse (Swiss TPH) à Bâle, il revient d'un symposium de deux jours en oncologie. Il a séjourné auparavant en Ethiopie où il veut, avec des partenaires locaux, comprendre et améliorer la prise en charge sanitaire des nomades de l'Ogaden, une région au sud du pays.

«Nous travaillons depuis le début de manière interdisciplinaire, avec des médecins et des vétérinaires, mais aussi des spécialistes de l'élevage et des ethnologues, explique le chercheur âgé de 54 ans. Nous souhaitons connaître l'état nutritionnel des enfants, savoir si les femmes enceintes ont accès à des sages-femmes, mais aussi de quoi le sol est composé et comment se portent les animaux.» A partir des réponses à ces questions, des idées pourront être développées pour adapter

les services de santé aux besoins de la population locale. Cette approche qui englobe médecine humaine et vétérinaire, production alimentaire et considérations environnementales a un nom: «One Health». Jakob Zinsstag est l'un des principaux représentants de ce nouveau type de recherche. Il a écrit d'innombrables articles sur le sujet, publié un livre et surtout initié quantité de projets en Afrique, Asie et Amérique centrale qui suivent tous cette vision.

Provoquer le changement

Un tiers de son temps de travail est passé en voyages: «Je visite beaucoup de projets, mais nous trouvons toujours une solution.» Ces recherches sont transdisciplinaires. Cela signifie que les gens sur place y sont associés au même titre que les scientifiques suisses les ayant lancées. «Pour moi, le monde académique est un moyen d'arriver au but. Ce n'est pas la publication qui me comble le plus, mais le changement que je peux provoquer», dit-il pendant que nous nous rendons vers le café le plus proche. Avec ses jambes bien espacées, sa démarche rappelle celle du paysan qu'il aurait pu devenir.

En 1988, Jakob Zinsstag quitte son cabinet vétérinaire de Porrentruy pour effectuer un postdoc au Swiss TPH. Il vit ensuite huit ans en Afrique de l'Ouest avec sa femme et ses quatre filles nées entre 1989 et 1996. Il dirige des projets dans un centre de recherche sur la maladie du sommeil en Gambie, puis devient directeur du Centre suisse de recherches scientifiques (CSRS) à Abidjan, en Côte d'Ivoire.

C'est Marcel Tanner, alors directeur du TPH, qui pousse Jakob Zinsstag à revenir





«Le monde académique est un moyen d'arriver au but.»

en Suisse: «Je lui ai proposé de mettre sur pied, dans l'optique de la médecine vétérinaire, un programme de recherche sur la population nomade du Tchad, qui vit en symbiose avec ses animaux. Les affections zoonotiques - les maladies qui passent de l'animal à l'homme ou vice-versa - représentent un grand défi à l'échelle mondiale. L'idée était de coupler médecine humaine et vétérinaire, et de mettre en pratique le concept du One Health.»

Partager la chaîne du froid

L'idée a fonctionné. Jakob Zinsstag et son équipe ont constaté sur le terrain que les vaches des communautés nomades étaient vaccinées, mais les enfants presque pas. «Il est alors apparu évident de créer des services de vaccination communs pour les hommes et les animaux, en partageant la chaîne du froid et le transport.»

Les données des chercheurs bâlois ont aussi permis de lutter contre la rage au Tchad, qui est principalement transmise par des chiens et représente surtout un problème dans les villes. «Nous avons développé un modèle mathématique qui indique qu'il est plus efficace et moins onéreux de vacciner préventivement les chiens plutôt que de soigner individuellement les hommes après une morsure.»

En 2012 et 2013, il organise avec son équipe une campagne de vaccinations de masse sur 20 000 chiens à N'Djamena qui a permis de stopper la transmission de la rage dans la capitale tchadienne. La preuve que cette maladie peut être éradiquée, un objectif que l'Afrique veut atteindre d'ici 2030, selon Jakob Zinsstag. Il souligne que l'engagement de l'Etat tchadien en personnel et en logistique a été décisif.

Parallèlement à ses travaux sur le terrain, le professeur du Swiss TPH a poursuivi sa carrière académique. En 2004, il a été nommé privat-docent à l'Université de Bâle. En 2008, il a reçu deux propositions alléchantes, une de l'Université de Munich pour un poste de professeur de médecine vétérinaire tropicale, l'autre de l'Université de Zurich pour une chaire en épidémiologie. Il les a toutefois repoussées toutes les deux par loyauté à l'égard du Swiss TPH et parce que «les conditions de travail y sont uniques».

Ses yeux brillent lorsqu'il parle de son épiphanie: le moment où il s'est rendu compte qu'en tant que vétérinaire, il peut mettre en pratique les connaissances issues d'une vingtaine de disciplines pour des projets dans les pays en développement. D'une certaine manière, Jakob Zinsstag a bien fini par devenir un missionnaire.

Irène Dietschi est journaliste scientifique à Zurich.

Au-delà des frontières et des disciplines

Jakob Zinsstag défend résolument la transdisciplinarité. Ses projets intègrent toujours des partenaires locaux venant d'autres disciplines. Il a implémenté cette vision au CSRS à Abidjan: d'une destination de recherche pour des Suisses, il en a fait une plateforme pour des chercheurs locaux.

Les microbes qui font pousser les salades

Les champignons et bactéries trouvés dans les sols peuvent être aussi bien nuisibles que bénéfiques. Des chercheurs tentent de faire la distinction à l'aide de la biologie moléculaire. *Par Florian Fisch*

L'humanité fait face à un énorme défi: produire davantage de nourriture pour une population croissante tout en ménageant l'environnement. Mark Bailey du Centre for Ecology and Hydrology à Wallingford en Angleterre s'intéresse aux phénomènes globaux. Mais l'objet de ses recherches est microscopique: le monde des bactéries, des champignons et autres microbes qui pululent dans le sol.

Pour de nombreux articles spécialisés, la microflore du sol représenterait une révolution. On la compare à l'invention de l'agriculture il y a 10 000 ans ou au développement des variétés à haut rendement au milieu du XXe siècle. L'optimisme actuel vient des nouvelles méthodes de biologie moléculaire capables d'analyser rapidement les communautés microbiennes (voir «Identifier les microbes», p. 39).

«On trouve jusqu'à 10 milliards de micro-organismes dans un gramme de terre.»

Franco Widmer

Les bactéries ont fait parler d'elles dans un autre biotope: l'intestin. Elles aident la digestion, nous protègent des maladies et des allergies, fabriquent des vitamines et influencent peut-être même notre moral. Aux Etats-Unis, plusieurs projets sur ces communautés ont été lancés. Le Human Microbiome Project a démarré en 2008. Le sol est depuis 2010 au centre du Earth Microbiome Project auquel participe Mark Bailey. Et en mai 2016, le gouvernement américain a investi plus de 100 millions de dollars dans un programme global, la National Microbiome Initiative.

La diversité du fumier

L'un des experts helvétiques de la biodiversité microbienne du sol est Franco Widmer de l'Institut fédéral de recherche Agroscope à Reckenholz (ZH). «Dans un gramme de terre, on trouve jusqu'à 10 milliards de micro-organismes appartenant à 7000 espèces

différentes», explique-t-il. Avec une équipe de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) et de l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), il a comparé la microflore de sols exploités de manière biologique ou classique (voir «Agricultures bio et conventionnelle au banc d'essai», p. 39).

L'étude a notamment montré que le type de fertilisation a une grande influence sur les microbes. Les sols sur lesquels on répand du fumier et du lisier affichent une plus grande diversité que ceux n'ayant reçu que des engrais minéraux. Quant à ceux qui n'ont pas du tout été fertilisés, ils renferment d'autres communautés de bactéries et de champignons.

Dans le cadre d'une nouvelle recherche, les chercheurs réunis autour de Franco Widmer ont observé pendant cinq ans dix sols différents de forêts, de champs et de prés. Là aussi, le spectre des microbes s'avère caractéristique du type d'exploitation agricole en surface. «Sur la base de la microflore, nous pouvons dire de quel sol il s'agit», souligne-t-il. Et la composition n'a quasiment pas changé au cours du temps.

Des bactéries protectrices

Monika Maurhofer de l'ETH Zurich étudie en laboratoire l'influence des bactéries et des champignons sur la santé des plantes. «Nous savons qu'il existe des sols qui stimulent les maladies et d'autres qui les enravent», note la chercheuse. La grande question est de savoir quels sont les micro-organismes qui entrent en jeu. Un projet du Programme national de recherche «Ressource sol» (PNR 68) veut déterminer si des pseudomonades - des bactéries du sol connues pour leurs effets antimycosiques - peuvent réellement protéger les plantes. Les chercheurs ont récolté des échantillons de sol de dix champs de blé et recherché la présence de trois espèces de pseudomonades. Ils ont plus précisément déterminé si des gènes typiques pour ces espèces étaient présents.

Les sols ont ensuite à nouveau été plantés avec du blé en laboratoire, et l'effet de deux champignons pathogènes ajoutés a été analysé. Comme prévu, les chercheurs

ont trouvé de grandes différences entre les sols. Un lien modéré avec la présence de pseudomonades a aussi pu être établi.

La diversité n'est pas tout

«Les choses ne sont manifestement pas aussi simples, poursuit Monika Maurhofer. L'idéal serait de disposer d'organismes indicateurs qui nous diraient si un sol est approprié ou non pour la culture du blé.» Chez les spécialistes de la biologie des sols, l'exemple des anciennes monocultures de tabac de Morens près de Payerne (VD) est bien connu. Pendant des décennies, elles n'ont étonnamment pas eu de problèmes avec des champignons pathogènes, et les spécialistes aimeraient bien comprendre ce qui rend ces terres si saines. «Il ne faut pas généraliser et affirmer que plus la microflore est diversifiée et plus le sol est sain, argue Monika Maurhofer. Une certaine diversité est nécessaire, mais on ne connaît pas encore les espèces qui jouent un rôle.» Nous sommes encore bien loin de pouvoir catégoriser un champ selon la biologie moléculaire.

Mark Bailey du Earth Microbiome Project est du même avis. «Manipuler le microbiome dans des conditions de terrain est très difficile.» Et il n'est pas aisé de déterminer le rôle de l'ensemble de la microflore. «Les surfaces arables les plus fertiles présentent toutefois aussi la plus grande diversité bactérienne», explique le chercheur. Une grande variété peut donc apporter à la fois davantage d'organismes protecteurs et d'agents pathogènes.

«On ne peut affirmer que plus la microflore est diversifiée, plus le sol est sain.»

Monika Maurhofer

La santé des sols peut tout à fait être influencée. L'agriculture mécanisée provoque un fort compactage et donc une aération plus faible. En raison des changements ainsi induits dans la microflore, les sols deviennent toxiques pour certaines



Ces carottes cultivées près d'Ins (BE) dans le Seeland doivent bénéficier d'une microflore adéquate.

Photo: Agroscope (Gabriela Brändle, Urs Zihlmann) et LANAT (Andreas Chervet)

plantes. C'est pourquoi les cultures sans labours sont souhaitables. Et une rotation de cultures très variée empêche l'accumulation d'agents pathogènes.

L'adjonction de micro-organismes a aussi un impact positif sur la santé des plantes. Des vers ronds peuvent lutter contre des insectes nuisibles; certains champignons s'opposent aux hannetons alors que d'autres sont combattus au moyen de bactéries.

Cultiver la symbiose

Les auxiliaires utiles les plus connus sont les champignons mycorrhiziens qui vivent en symbiose avec les racines des plantes. Dans l'agriculture biologique, des spores fongiques sont déjà depuis longtemps épandus avec les semences. Ian Sanders de

l'Université de Lausanne est allé plus loin et a découvert une méthode permettant de les cultiver de façon ciblée. Des cultures de riz en laboratoire et de premiers essais en plein champ avec du manioc ont débouché sur des hausses de rendement impressionnantes.

En 2014, Ian Sanders a décrit sa vision dans le podcast *Gastropod*: «Pendant des décennies, les hommes ont cultivé des plantes grâce aux variations génétiques naturelles et ont ainsi accru la productivité. Il n'y a pas de raison pour que nous ne parvenions pas à faire de même avec les champignons mycorrhiziens.» Mais cette révolution, elle aussi, prendra des années.

Florian Fisch est rédacteur scientifique du FNS.

Agricultures bio et conventionnelle au banc d'essai

Depuis 1978, une comparaison à long terme unique en son genre est menée à Therwil près de Bâle entre cinq types d'agriculture: biodynamique, bio-organique, conventionnelle intégrée, conventionnelle minérale et totalement sans engrais. Après bientôt quatre décennies, cet essai montre que la productivité par mètre carré est, suivant les cultures, inférieure jusqu'à 20% avec des procédés biologiques. La consommation d'énergie est toutefois jusqu'à 35% plus faible si l'on tient compte de la production d'engrais et de pesticides. L'expérience est le fruit d'une collaboration entre Agroscope et le FiBL.

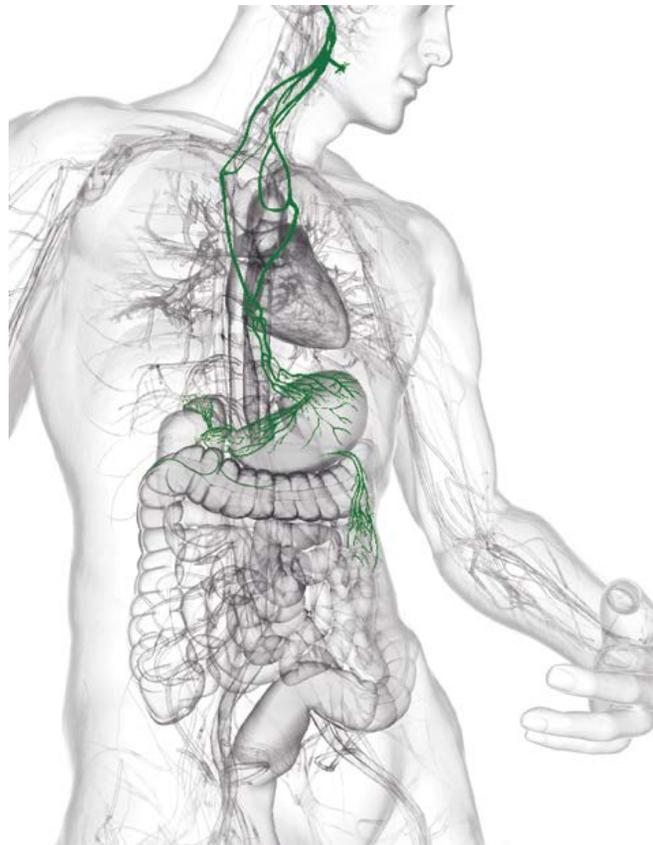
Identifier les microbes

Les méthodes de la biologie moléculaire permettent de déterminer presque tous les champignons et bactéries dans divers biotopes, dans l'intestin comme dans le sol. En recherchant certains gènes qui classifient les micro-organismes en différents groupes, on obtient un aperçu de l'ensemble de cette communauté, le microbiome, et de sa diversité.

Ce que le ventre dit à la tête

La communication entre l'appareil digestif et le cerveau influence notre comportement alimentaire. Mieux connaître les voies empruntées par ces signaux pourrait aider à développer de nouveaux traitements contre l'obésité.

Par Stéphane Praz



Le nerf vague (en vert) et les hormones informent le cerveau sur ce qui se passe dans nos viscères. Image: Bryan Christie Design

L'être humain mange parce qu'il a faim, mais pas seulement: aussi par envie, par frustration ou à cause du stress. On sait depuis longtemps que l'appareil digestif et le cerveau contrôlent conjointement notre comportement alimentaire. Comprendre le fonctionnement de ces mécanismes revêt une importance croissante au vu de l'augmentation des cas de surpoids, d'obésité et de diabète de type 2.

Actuellement, les interventions chirurgicales - by-pass gastrique et réduction de la taille de l'estomac (gastrectomie longitudinale ou «sleeve») - sont les méthodes les plus efficaces pour combattre l'obésité. «Étonnamment, ces modifications sont radicalement différentes au niveau anatomique, mais elles modifient toutes totalement et durablement l'équilibre hormonal», explique Ralph Peterli, spécialiste de chirurgie bariatrique à l'Hôpital St. Clara à Bâle. Son équipe a été la première à mettre en évidence ce phénomène dans le cas d'un «sleeve» en 2009.

«C'est là que le cerveau entre en jeu, poursuit le médecin. Il doit forcément être impliqué si les patients, après l'opération, n'ont soudainement plus aucune envie de gras et se resservent au contraire de légumes.» Les chercheurs bâlois étudient actuellement les réactions des sujets lorsqu'ils ingèrent différents aliments au moyen de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf).

Manger moins souvent

Mais comment les signaux remontent-ils du ventre à la tête? C'est ce que Wolfgang Langhans, spécialiste de physiologie à l'ETH Zurich, cherche à mettre en évidence. «Cela pourrait déboucher sur des stratégies pharmacologiques et donc des alternatives aux interventions chirurgicales qui

présentent certains risques», indique le chercheur. Il étudie notamment le rôle de l'hormone GLP-1 (glucagon-like peptide 1), liée à la satiété. L'intestin en sécrète d'importantes quantités dès qu'il est rempli de nourriture. L'hormone atteint probablement le cerveau par la circulation sanguine, mais Wolfgang Langhans suppose qu'elle envoie aussi des signaux neuronaux en s'amarrant aux récepteurs au GLP-1 du nerf vague qui relie l'intestin et le cerveau.

«La chirurgie influence simultanément de 50 à 100 mécanismes hormonaux.»

Ralph Peterli

Les chercheurs ont testé leur hypothèse sur des rats chez qui l'hormone a la même fonction que chez l'être humain. Ils ont injecté dans leur nerf vague des vecteurs viraux (des virus génétiquement modifiés) capables d'inhiber la production de récepteurs au GLP-1 dans les cellules nerveuses de l'intestin. Leur effet: le nombre de récepteurs a diminué de moitié environ.

La réduction de la connexion inter-neuronale GLP-1 de l'intestin au cerveau a bel et bien entraîné une modification du comportement alimentaire: les rats mangeaient plus longuement et davantage à chaque repas et affichaient ensuite une gly-

cémie nettement plus élevée. La quantité journalière de nourriture ingérée est restée néanmoins la même: ils mangeaient davantage, mais moins souvent.

Chirurgie ou médicaments

«Le résultat peut paraître décevant, reconnaît Wolfgang Langhans. Mais il est physiologiquement fascinant. Il confirme le rôle du GLP-1 et du nerf vague dans la sensation de satiété tout en montrant que le contrôle de la prise alimentaire est sous-tendu par un mécanisme très robuste.»

Ralph Peterli en est convaincu lui aussi. Mais c'est précisément ce qui le fait douter d'une alternative pharmacologique à la chirurgie. «La chirurgie n'agit pas seulement sur une ou deux hormones, elle influence simultanément de 50 à 100 mécanismes dont nous ne connaissons pas la plupart.» Il imagine toutefois que des préparations hormonales ou certains antagonistes de récepteurs puissent venir en renfort de l'opération. Une application pratique des substances actives se dessine donc. Mais la science est encore très loin d'avoir complètement saisi les interactions complexes entre intestin et cerveau.

Stéphane Praz est journaliste scientifique libre.

J. P. Krieger et al.: Knockdown of GLP-1 Receptors in Vagal Afferents Affects Normal Food Intake and Glycemia. *Diabetes* (2016)

Salome Dürr



Les chiens errants et mobiles propagent la rage.

Un modèle informatique contre la rage

Plus de 55 000 personnes en Afrique et en Asie décèdent chaque année de la rage. Les experts craignent que le virus migre tôt ou tard de l'Indonésie à l'Australie, jusqu'ici préservée: un chien infecté présent sur un bateau de pêcheurs suffirait. Développé par Salome Dürr de l'Université de Berne avec des collègues australiens, un modèle informatique simule comment la rage se propage par morsures au sein d'une population canine. Un outil qui pourrait aider les autorités à développer une stratégie de lutte.

Le plus grand risque de transmission est lié aux chiens en liberté dans les territoires aborigènes du nord de l'Australie. A l'aide de colliers GPS, Salome Dürr a analysé les déplacements de 69 animaux dans six villages. Certains s'en sont tellement éloignés qu'ils auraient pu contaminer des chiens sauvages. Un sondage a souligné un autre facteur de risque: la moitié des propriétaires de chiens les emmènent régulièrement avec eux à la chasse.

L'ampleur de cette mobilité suffirait à déclencher une épidémie, indique le modèle informatique. «Sans des contre-mesures appropriées, la rage pourrait se propager en Australie tel un feu de paille», avertit la chercheuse. Mais la simulation montre également que l'épidémie pourrait être stoppée en quelques mois par une rapide campagne de vaccination. D'autres mesures, comme enfermer les chiens ou les garder en laisse, seraient en revanche insuffisantes et difficilement applicables.

Ce modèle devrait prochainement être utilisé dans d'autres pays, à l'instar du Tchad dont la capitale Ndjamena est actuellement touchée par le fléau.
Yvonne Vahlensieck

E. G. Hudson et al.: A Survey of Dog Owners in Remote Northern Australian Indigenous Communities to Inform Rabies Incursion Planning. PLOS Neglected Tropical Diseases (2016)

Casser les antibiotiques pour en créer de nouveaux

Les antibiotiques deviennent de moins en moins efficaces, car les bactéries développent des résistances. Une équipe de chercheurs de l'Université Harvard aux Etats-Unis a élaboré une méthode qui permet de synthétiser en peu de temps des centaines de substances potentiellement efficaces.

Jusqu'à présent, de nouveaux composés étaient en général créés en ajoutant des groupes d'atomes à des molécules déjà existantes, ce qui générerait une structure très similaire. La technique a été notamment employée avec les antibiotiques de la famille des macrolides. «Elle est néanmoins très peu efficace et n'a permis de développer que six nouveaux antibiotiques en soixante ans», souligne la chimiste Audrey Langlois qui a participé à la phase initiale du projet à Harvard et travaille aujourd'hui chez Novartis.

Avec le nouveau procédé, les chercheurs ont divisé les macrolides en de nombreux petits éléments. Ces fragments ont ensuite été modifiés avant d'être réassemblés pour former des macrolides basés sur des structures internes totalement différentes.

Quelque 350 nouvelles molécules ont été ainsi créées, et 80% d'entre elles ont démontré un effet antibactérien lors de premiers tests. Deux molécules ont même éliminé des germes multi-résistants. La technique pourrait maintenant également être utilisée pour d'autres groupes d'antibiotiques comme la pénicilline. «Evidemment, cela prend des années avant de mettre au point une substance active à partir de nouveaux composés. Mais au moins, nous disposons aujourd'hui de matériaux avec lesquels nous pouvons travailler», note Audrey Langlois.
Atlant Bieri

I. B. Seiple et al.: A platform for the discovery of new macrolide antibiotics. Nature (2016)

James Gathany/CDC



Des bactéries multirésistantes (à droite) tiennent en échec un nombre croissant d'antibiotiques.

E. Fisch-Gomez et al.: Brain network characterization of high-risk preterm-born school-age children. Neuroimage: Clinical (2016)



tisskanamat/Shutterstock

Les prématurés peuvent connaître plus tard des difficultés de concentration.

Prématurés: des cerveaux différents

Les bébés nés avant la 28^e semaine de grossesse présentent aujourd'hui rarement de graves lésions cérébrales grâce aux soins hospitaliers. Ils ont toutefois des difficultés à l'école: ils apprennent moins bien, font preuve d'une capacité de concentration moins élevée et peinent parfois à interpréter correctement les émotions de leurs camarades. Une hypothèse pour leur vie future et un poids pour leurs proches.

Afin de mieux comprendre la cause de ces problèmes, des chercheurs ont étudié le connectome - l'ensemble des connexions neuronales du cerveau - de jeunes sujets concernés au moyen de l'imagerie par résonance magnétique nucléaire de diffusion. Une analyse du réseau a révélé l'intensité des communications entre les fibres nerveuses au sein de modules définis et à quel point ceux-ci étaient interconnectés.

«Nous avons localisé l'origine des difficultés des prématurés derrière le front», résume la responsable de l'étude, Petra Hüppi de l'Université de Genève. Certains secteurs dans le lobe frontal qui se forment à un stade précoce sont reliés entre eux et avec le système limbique de façon différente chez les enfants nés à terme que chez les grands prématurés présentant un poids très faible. Le lobe frontal et le système limbique sont des zones importantes pour la concentration et l'interprétation des émotions.

Sur la base de ces données, Petra Hüppi entend vérifier ces prochaines années si des activités musicales et des exercices d'apprentissage et de concentration pratiqués de la naissance jusqu'à 13 ans peuvent avoir une influence positive sur cette zone du cerveau. Et ainsi aider les enfants prématurés.
Karin Hollricher

E. Fisch-Gomez et al.: Brain network characterization of high-risk preterm-born school-age children. Neuroimage: Clinical (2016)

Le geste juste

Les prothèses robotisées doivent devenir plus précises et plus fiables. Pour y parvenir, elles pourront tirer parti d'une base de données de mouvements naturels.
Par Geneviève Ruiz

La majorité des personnes amputées recourent à des prothèses dont la fonction est purement esthétique. Il leur est difficile d'accepter un membre artificiel robotisé, en général compliqué à utiliser et dont les mouvements ne sont guère naturels. La plupart des modèles disponibles sur le marché sont capables uniquement d'effectuer quelques gestes simples comme ouvrir et fermer la main, et de manière souvent saccadée. Les usagers ne contrôlent pas toujours bien l'ampleur des mouvements, ce qui peut poser des problèmes de sécurité.

Les scientifiques cherchent à rendre les prothèses plus proches du fonctionnement naturel des membres en s'appuyant sur l'apprentissage automatique, une technique notamment mise en œuvre en intelligence artificielle. Grâce à des algorithmes, la prothèse apprend à effectuer les mouvements corrects à partir de l'observation des gestes naturels.

Etudier le geste

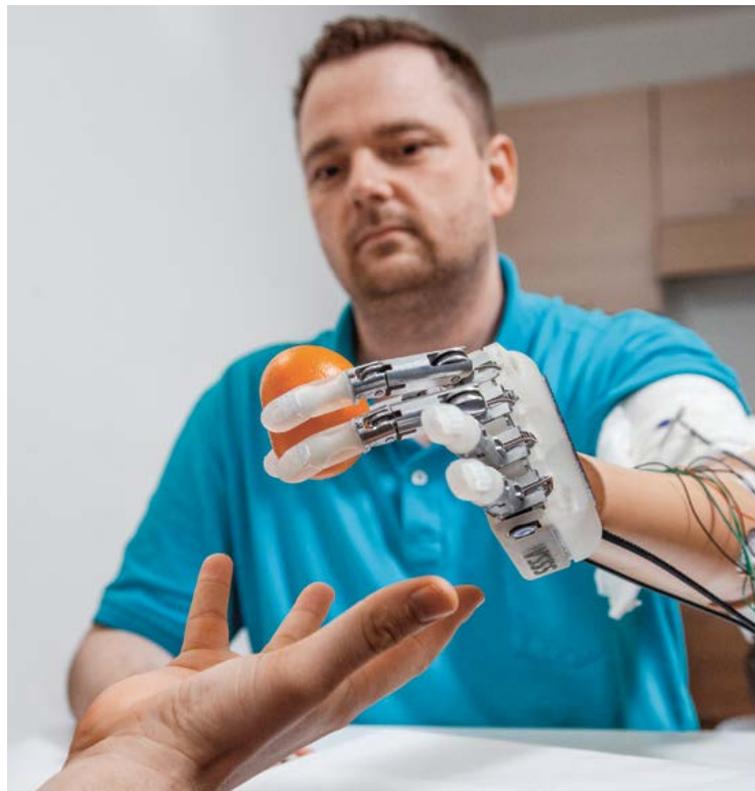
L'objectif d'Henning Müller, professeur à l'Institut Informatique de gestion de la haute école spécialisée HES-SO Valais à Sierre, est de créer la plus grande base de données de mouvements de la main disponible pour la communauté scientifique. Celle-ci répertorie pour l'instant une cinquantaine de gestes mesurés chez 78 participants sains ou amputés. «Nous avons collaboré avec des physiothérapeutes qui travaillent avec des amputés au quotidien, explique Henning Müller. Ces données permettront de créer des algorithmes améliorant la dextérité des prothèses, ce qui les rendra plus acceptables aux yeux des patients.»

Un autre volet du projet consiste à mieux saisir les mécanismes neuropsychologiques en jeu. «Nous connaissons mal les effets d'une amputation sur le cerveau, poursuit le chercheur. Or, cet aspect est essentiel pour concevoir des prothèses intelligentes que les patients acceptent d'intégrer à leur corps.» Le spécialiste essaie également de comprendre pourquoi certaines personnes parviennent mieux que d'autres à utiliser leur prothèse. Ses travaux montrent que la précision des mouvements augmente avec

l'ancienneté de l'amputation ainsi qu'avec l'intensité des douleurs fantômes (liées à l'absence du membre), probablement parce que celles-ci sont liées à une connectivité nerveuse plus grande.

Apprendre des erreurs

L'apprentissage automatique se retrouve également dans les travaux de José Millán. En 2010, ce chercheur de l'EPFL avait déjà développé une chaise roulante pilotable par la pensée via un bonnet à électrodes mesurant des impulsions neuronales dans le cerveau. Il a développé depuis de nouvelles interfaces cerveau-machine qui apprennent d'elles-mêmes à effectuer les mouvements corrects pour piloter un bras robotique. «Le cerveau émet une impulsion électrique spécifique lorsque nous échouons à effectuer un geste», explique José Millán. Son dispositif décode ce signal d'erreur et le transmet à un bras artificiel qui distingue les mouvements corrects et incorrects, et se constitue ainsi une base de données d'actions. «Cette approche permet d'obtenir des résultats plus rapidement. Sans elle, le patient doit apprendre l'équivalent d'une nouvelle capacité motrice, ce qui nécessite beaucoup de temps, comme on peut le voir chez les enfants.»



Dennis Aabo Sørensen est le premier amputé à ressentir des sensations transmises par une prothèse haptique, développée à l'EPFL en 2014.

Photo: Lifehand2/Patrizia Tocci

D'autres chercheurs utilisent des implants pour relier la machine directement à l'intérieur du cerveau ou aux nerfs périphériques du bras. C'est le cas de Silvestro Micera, du Centre de neuroprothèses de l'EPFL, dont l'équipe a réussi en 2014 à redonner une forme de sens du toucher à un patient amputé. La main artificielle mise au point transforme ses informations sensorielles en courant électrique qui est converti en impulsions nerveuses par des électrodes greffées dans le bras du patient. Silvestro Micera est convaincu qu'à l'avenir toutes les prothèses seront reliées à un implant: «Pour qu'un patient intègre sa prothèse, il est important qu'elle lui donne des sensations naturelles, et on obtient de meilleurs résultats avec des implants.» Mais la question de base demeure: les individus amputés accepteront-ils qu'un membre artificiel soit lié de façon aussi intime à leur corps?

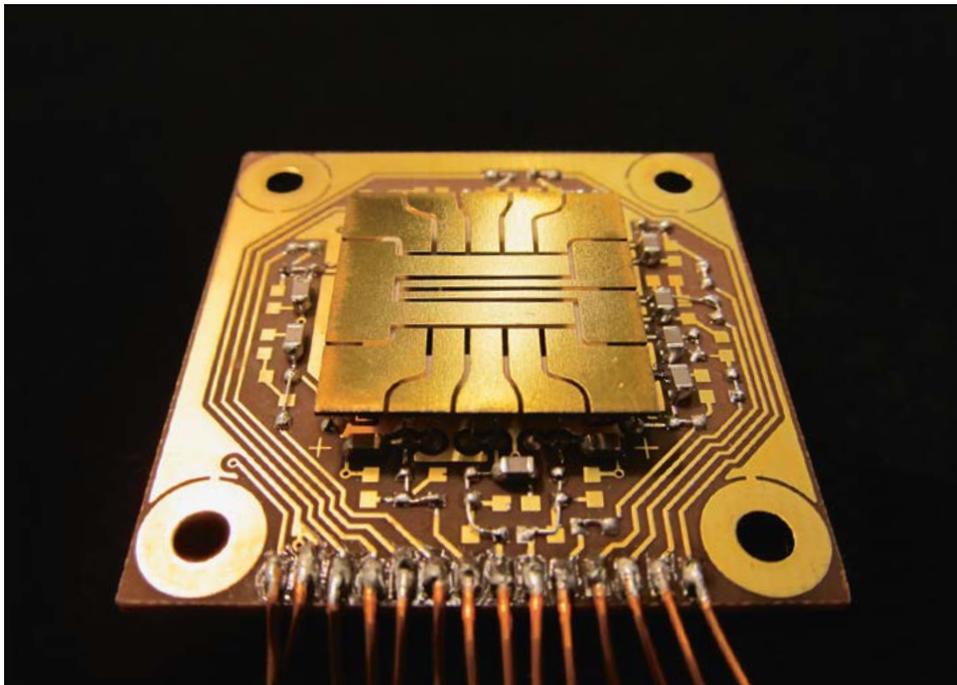
La journaliste Geneviève Ruiz est responsable éditoriale de la revue *Hémisphères*.

M. Atzori et al.: Effect of clinical parameters on the control of myoelectric robotic prosthetic hands. *Journal of Rehabilitation Research & Development* (2016); doi: 10.1682/JRRD.2014.09.0218

Un saut quantique pour l'industrie

L'UE injecte un milliard d'euros dans un nouveau programme Flagship pour développer les technologies quantiques. Certaines sont mûres, d'autres devront franchir des obstacles importants. Les chercheurs suisses sont bien placés.

Par Edwin Cartlidge



Cette puce développée à l'Université de Bâle manipule des atomes refroidis à -275 °C susceptibles de représenter de l'information quantique. Photo: Stefan Willitsch

Le concept d'informatique quantique peut être déroutant. Les ordinateurs classiques traitent des données représentées par des bits - des «0» et des «1». Mais une fois gouvernés par les lois étranges du monde microscopique, ceux-ci deviennent des «qubits» (pour «quantum bits») qui peuvent prendre en même temps la valeur «0» et «1» ou encore «s'intriquer», c'est-à-dire partager une forme de lien à distance. Ces propriétés font que les ordinateurs quantiques, en principe du moins, pourraient traiter simultanément toutes les valeurs possibles d'un ensemble de qubits et ainsi résoudre certains problèmes beaucoup plus rapidement que les calculateurs usuels.

La Suisse est bien positionnée sur la carte des technologies quantiques, qui regroupent les calculateurs, la communication et les appareils de mesure quantiques (elle figure avec l'Autriche en tête du dernier classement de Technopolis publié en 2011). Depuis cinq ans, le Pôle de recherche national (PRN) «QSIT - Science et technologie quantiques» a mis en réseau les compétences du pays.

Une startup montre l'exemple

Pour le directeur du programme, Klaus Enslin de l'ETH Zurich, la force de la Suisse réside dans l'ampleur des recherches: «A dix mètres de mon bureau, des chercheurs travaillent sur toute une palette de systèmes

physiques, alors qu'ailleurs en Europe les centres sont plus spécialisés.» Mais les institutions helvétiques sont moins bonnes à convertir les découvertes scientifiques en produits industriels, dit le chercheur - et il n'est pas le seul. Daniel Loss de l'Université de Bâle souligne que les Pays-Bas, le Danemark, le Japon ou encore l'Australie ont mis sur pied des fonds spécialement destinés à la réalisation d'un ordinateur quantique, un financement qui, en Suisse, «fait quelque peu défaut».

«Nous ne devons plus attendre.»

Nicolas Gisin

La spin-off de l'Université de Genève ID Quantique montre peut-être la voie à suivre. Elle commercialise des détecteurs de photons et des équipements de cryptographie qui permettent de crypter et décrypter des messages confidentiels au moyen d'une clé secrète constituée par les états quantiques d'une série de photons. Les lois de la mécanique quantique assurent que toute tentative d'espionnage modifie automatiquement la clé et peut être ainsi détectée, ce qui assure une sécurité en principe absolue. Fondée en 2001, la société vend sa technologie à des banques, des multinationales et des gouvernements.

Mais ce succès helvétique reste encore isolé. Alors que des firmes comme Google, Microsoft, IBM ou Toshiba développent des technologies quantiques, aucune grande entreprise suisse ne fait de même, remarque Nicolas Gisin de l'Université de Genève, l'un des fondateurs d'ID Quantique. Il espère que les choses changeront grâce à un nouveau programme Flagship d'un milliard d'euros (l'un des deux premiers Flagship, en 2013, est allé au Human Brain Project de l'EPFL). Annoncé par l'UE en avril 2016, il vise à développer et commercialiser ces technologies. «Nous ne devons plus attendre, dit Nicolas Gisin. L'information quantique va révolutionner les communications et l'informatique ces deux prochaines décennies.»

La taille compte

Depuis l'émergence du domaine il y a trois décennies, la recherche sur les ordinateurs quantiques est restée essentiellement académique. Les physiciens ont toutefois réalisé des progrès majeurs en correction d'erreurs, une technique indispensable pour compenser l'inévitable dégradation des délicats états quantiques due aux interférences extérieures. Des composants logiques sont sur le point de fonctionner de façon suffisamment fiable pour que les erreurs n'augmentent pas de façon démesurée avec le nombre d'éléments. Car les systèmes actuels ne comprennent guère

(suite page 46)

Les promesses des technologies quantiques

Basées sur les propriétés étonnantes du monde microscopique, de nouvelles approches développent des systèmes de cryptage inviolables et rêvent d'ordinateurs surpuissants.

Texte: Daniel Saraga

Infographie: onlab, Thibaud Tissot

Gravitation

Basés sur la nature ondulatoire de la matière, des interféromètres atomiques peuvent détecter d'infimes changements dans le champ gravitationnel. Applications: gyroscopes pour navigation inertielle ou relevés géologiques.

Horloges

Des montres recourant à des qubits intriqués sont déjà plus précises que les horloges atomiques classiques utilisées dans les satellites GPS ou définissant la durée officielle d'une seconde.

Microscopie

Un dispositif d'imagerie utilisant des photons intriqués pourrait améliorer la microscopie en faible luminosité.

Capteur magnétique

Un défaut du cristal de diamant agit comme un atome artificiel sensible à des champs magnétiques extrêmement faibles, utile pour l'imagerie médicale ou la prospection pétrolière. Ce capteur pourrait remplacer les SQUID, une technologie quantique ne fonctionnant qu'à $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Chiffrement

Le cryptage quantique a été démontré avec des fibres optiques sur des distances de plus de 100 kilomètres. La Chine a lancé un satellite en août 2016 afin de tester le chiffrement quantique via satellite.

Communication

Sécuriser



Trois nouvelles technologies

Détection quantique

La nature ondulatoire de la matière est très sensible à l'environnement. Mesurer la rapidité avec laquelle elle disparaît (la décohérence) permet de quantifier des signaux extrêmement faibles.

Communication quantique

Des photons (des particules de lumière) intriqués peuvent être utilisés pour le cryptage. Un émetteur et un récepteur créent et partagent instantanément une succession aléatoire de bits (011011101011...) utilisables comme clé pour chiffrer un message. Ce dernier est transmis de manière conventionnelle, mais seul le récepteur, qui détient l'unique copie de la clé, peut le décoder.

Ordinateurs quantiques

L'information stockée sous forme de bits quantiques (qubit) est très fragile. L'intrication et le parallélisme quantiques permettent en principe de résoudre plus rapidement certains problèmes que les ordinateurs classiques.

Détection quantique
Dépasser les limites

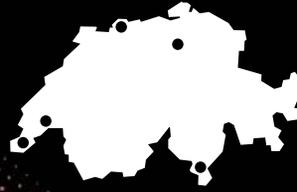


Long terme

Prochaines semaines

Aujourd'hui

Une Suisse quantique



Internet quantique
La transmission longue distance de qubits pourrait sous-tendre un réseau Internet sécurisé. Compenser les pertes de signal exigerait d'inventer des répéteurs quantiques, et de meilleurs détecteurs et sources de photons uniques seraient nécessaires pour augmenter la bande passante.

Doté d'un budget de 115 millions de francs pour la période 2011-2018, le PRN «QSIT – Science et technologie quantiques» rassemble cinq universités et IBM Zurich.

L'Université de Genève et sa start-up ID Quantique sont des leaders mondiaux en cryptographie quantique.

L'Université de Bâle est pionnière en matière d'ordinateurs quantiques à base de semi-conducteurs et de détection à l'échelle atomique.

Des chercheurs de l'ETH Zurich développent des ordinateurs quantiques, corrigent des failles en cryptographie et sont des experts de la technologie de D-Wave.

Une machine universelle
Un véritable ordinateur quantique pourrait en plus résoudre des problèmes algébriques (utiles pour décoder les systèmes de chiffrement actuels) et rechercher les bases de données. Il exigerait des millions de qubits adressables individuellement.

Simulateurs quantiques
Un ordinateur quantique basique pourra simuler parfaitement d'autres systèmes moléculaires en chimie et science des matériaux, une tâche impossible actuellement. Des «quantum annealers» pourraient résoudre des problèmes d'optimisation (comme trouver le meilleur itinéraire ou horaire).

Premiers pas
Les meilleurs appareils de laboratoire peuvent contrôler une douzaine de qubits seulement. L'entreprise D-Wave loue des machines avec 1152 qubits, mais sans avoir pu démontrer son utilité.

quantique
les messages

Des étranges propriétés

Ondes et particules

De très petits objets tels qu'électrons, atomes ou photons affichent un comportement quantique dont on peut tirer parti, à condition qu'ils restent extrêmement bien isolés de leur environnement

Information quantique

De l'information digitale peut être stockée dans des bits quantiques (qubits), définis par exemple par le sens de rotation d'un électron ou les niveaux d'énergie d'un atome.

Superposition

Un qubit peut représenter à la fois un 0 et un 1 en même temps, avec des rapports arbitraires.

Parallélisme

Plusieurs qubits peuvent être manipulés en même temps.

Intrication

Des qubits intriqués partagent un lien intrinsèque: mesurer l'un affecte automatiquement l'autre, peu importe leur éloignement.



Ordinateurs quantiques
Calculer avec des quantita

Aujourd'hui

Prochaines décennies

Long terme

plus d'une douzaine de qubits et devront faire place à des machines en contenant des millions.

Différents types de systèmes peuvent être utilisés en information quantique. En 1998, Daniel Loss proposait d'utiliser le spin d'un électron (une forme de rotation intrinsèque d'une particule) piégé dans une boîte quantique, une nanostructure façonnée dans un matériau semi-conducteur. Ces qubits conviennent bien pour des ordinateurs quantiques de grande taille, car ils sont petits et rapides, et pourraient bénéficier des techniques standard de fabrication des puces électroniques. A l'ETH Zurich, Andreas Wallraff travaille sur des qubits enregistrés dans des boucles de circuits supraconducteurs, les 0 et 1 correspondant aux deux sens possibles du courant.

D'autres stratégies sont imaginables. Un groupe dirigé par Jonathan Home, également à l'ETH Zurich, emprisonne des atomes à l'aide de champs électriques et façonne des états superposés grâce à des faisceaux laser. Cette technologie a permis la création du plus grand nombre de composants logiques fiables et de qubits intriqués. Selon le chercheur, le fait que les ions soient tous identiques devrait permettre d'augmenter la taille des calculateurs et d'utiliser des corrections d'erreurs basées sur la symétrie.

«Nous devons faire appel à une approche de l'ingénieur.»

Andreas Wallraff

Cent millions de qubits

Quelle que soit la technologie qui l'emportera, la commercialisation représentera un énorme défi. L'une des utilisations les plus connues des calculateurs quantiques est la factorisation de grands nombres, ce qui leur permettrait de s'attaquer à la sécurité des communications sur Internet. Mais plus de 100 millions de qubits seraient nécessaires pour un dispositif capable de compromettre la sécurité du réseau actuel, selon les estimations de John Martinis de l'Université de Californie à Santa Barbara. Pour Andreas Wallraff, y arriver représente moins un défi fondamental que technique, comme gérer suffisamment de faisceaux laser ou pouvoir refroidir le dispositif: «Nous devons faire appel à une approche qui est plus celle de l'ingénieur.»

Les montants que l'industrie voudra investir détermineront la rapidité avec laquelle ces défis seront relevés, selon Daniel Loss: «C'est difficile lorsque vous êtes un petit groupe avec juste un ou deux post-docs engagés à titre temporaire. Il est bien entendu plus facile de faire des progrès si vous disposez d'une grande équipe permanente.»

En comparaison, commercialiser la cryptographie quantique s'est avéré plus facile. La technologie est plus simple: elle ne requiert l'envoi et la détection que d'un seul photon, plutôt que l'intrication de multiples particules quantiques nécessaire pour un ordinateur. Pour l'instant, elle est avant tout déployée afin de relier des centres informatiques à des systèmes de sauvegarde. Nicolas Gisin imagine à l'avenir des connexions quantiques entre les plus grandes villes de Suisse. Les usagers d'Internet pourraient alors choisir des protocoles classiques, bon marché mais relativement peu sûrs, ou des liaisons sécurisées par la cryptographie quantique.

L'ultime mesure

Les appareils de mesure quantiques sont également plus mûrs. Par exemple, ajouter un atome d'azote au cœur de la structure cristalline d'un diamant artificiel résulte en un détecteur de champ magnétique ultrasensible. L'équipe de Patrick Maletinsky de l'Université de Bâle place un tel dispositif à la pointe d'un microscope à force atomique (AFM) qui permet de détecter des champs magnétiques extrêmement faibles et de réaliser des imageries très précises de la surface des échantillons, à l'échelle du nanomètre.

Selon Patrick Maletinsky, la technique pourrait être employée pour cartographier de minuscules variations spatiales des champs magnétiques autour de films minces utilisés pour le stockage des données. Elle pourrait aussi être utilisée afin d'étudier les vortex dans les supraconducteurs, employés par exemple dans les appareils d'imagerie IRM. Dans les sciences de la vie, elle pourrait potentiellement servir à déterminer la structure de protéines individuelles, car les spins nucléaires créent de très petits champs magnétiques. Le groupe bâlois devrait lancer d'ici fin 2016 une société pour commercialiser ces dispositifs.

La recherche du Graal

En fait, même les ordinateurs quantiques ont fait leur entrée sur le marché. En 2007, l'entreprise canadienne D-Wave a présenté

un «quantum annealer», un cousin de l'ordinateur quantique capable de résoudre des problèmes d'optimisation. Une technologie impressionnante: sa dernière version affiche 1000 qubits supraconducteurs. La firme a loué des appareils pour des millions de dollars à la NASA, Google et au géant de l'armement Lockheed Martin. Mais de nombreux experts doutent que ces dispositifs tirent vraiment parti d'effets quantiques. Matthias Troyer de l'ETH Zurich a notamment montré que, contrairement aux annonces de l'entreprise, ses machines ne fonctionnaient pas plus rapidement que les appareils standard, pour l'instant du moins.

La commercialisation des ordinateurs quantiques représentera un énorme défi.

Le premier véritable ordinateur quantique capable d'exécuter des opérations impossibles à réaliser sur des appareils classiques est attendu dans une dizaine d'années, prédit Andreas Wallraff. Cette machine pourrait contenir quelques centaines de qubits et être utilisée pour effectuer des simulations de petites molécules.

Pour Daniel Loss, le Graal de l'information quantique demeure la mise au point d'un ordinateur quantique «universel», capable d'effectuer des opérations sophistiquées. L'industrie étant maintenant intéressée, cet objectif pourrait enfin être atteint, dit le chercheur. Qui espère que des entreprises suisses et européennes rejoindront leurs homologues américains dans cette course.

Basé à Rome, Edwin Cartlidge écrit pour Science et Nature.

Des larves qui font mouche

En accélérant le compostage des déchets organiques, des larves de mouche peuvent améliorer les conditions d'hygiène dans les pays tropicaux et aider l'agriculture locale. Et également nourrir poules et poissons.

Par Simon Koechlin



Des animaux s'en régaleront: des larves de la mouche soldat. Photo: FiBL

Malgré son nom martial, elle est inoffensive. La mouche soldat reste une vraie dévoreuse de nourriture, du moins en tant que larve. Celle-ci se nourrit de matières organiques avariées telles que des résidus d'aliments ou du lisier. «Elles réduisent en peu de temps une grande partie du volume de pratiquement n'importe quel type de déchets organiques», note Noah Adamtey de l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL) à Frick (AG).

Le chercheur dirige le volet scientifique d'un projet visant à exploiter la voracité des larves de la mouche soldat (*Hermetia illucens*) dans les pays en développement. Il est mené dans l'agglomération d'Accra, la capitale du Ghana. «A l'image d'autres grandes villes des régions tropicales, le compostage est lacunaire à Accra», poursuit Noah Adamtey. Cela provoque d'énormes problèmes d'hygiène, car les déchets organiques constituent dans les pays en développement plus de la moitié des ordures. Ces ressources potentielles sont gaspillées. La croissance rapide de la population exige une agriculture productive, mais les sols sont épuisés et peu fertiles.

Nourrir les poules et les poissons

En collaboration avec des collègues ghanéens, les chercheurs du FiBL veulent rendre le compostage profitable pour les habitants d'Accra. De minuscules larves de mouches soldats sont placées dans les déchets organiques. Elles s'en nourrissent et réduisent la durée du compostage d'environ

un tiers pour atteindre moins de 80 jours. Les agriculteurs peuvent ensuite répandre ce compost sur leurs champs. Un autre objectif du projet est de réutiliser les asticots comme aliment pour les élevages de poissons, qui peinent à couvrir les besoins de la population au Ghana. «Du fait de leur valeur nutritive, ainsi que de leur teneur en graisse et en acides aminés, les larves constituent une excellente nourriture pour les animaux», souligne Noah Adamtey.

Un avis partagé par Stefan Diener de l'Institut de recherche sur l'eau (Eawag) à Dübendorf, qui étudie lui aussi l'utilisation de la mouche soldat dans le traitement des déchets. Des larves séchées pourraient être par exemple vendues aux aviculteurs ougandais qui mélangent eux-mêmes la nourriture données aux poules. Un projet de l'Eawag prévoit par ailleurs de vendre des larves vivantes à des éleveurs de passe-reaux en Indonésie.

«Les larves constituent une excellente nourriture pour les animaux.»

Noah Adamtey

Le point le plus important dans ce type de projet est de valoriser les déchets organiques, souligne Stefan Diener: «Sans bénéfice économique, de gigantesques tas d'ordures puantes s'amoncellent et deviennent un problème.» Savoir si la mouche soldat est

la meilleure solution dépend des réalités locales. «Au cas où les besoins en énergie dans une région sont très grands, des centrales à biogaz pourraient par exemple être plus rentables», souligne le chercheur. Les déchets organiques seraient alors essentiellement transformés en méthane.

Des déchets mal triés

Il est crucial d'anticiper les pièges éventuels. Le compostage au moyen de mouches soldats nécessite sur place une production d'œufs en continu ainsi qu'une procédure de tri rationnelle afin de séparer les larves matures du compost. «On doit être sûr que ceux qui achètent les asticots comme aliment pour animaux acceptent que les larves se soient nourries d'immondices.» Mais dans ce cas, la mouche soldat a alors un grand potentiel.

Comme à Accra, où le projet du FiBL est sur les rails, selon Noah Adamtey. Les analyses biologiques de base étant terminées, un guide pour le compostage au moyen de mouches soldats va maintenant être élaboré pour la population. Mais un problème demeure: au Ghana, les déchets organiques et inorganiques ne sont souvent pas séparés. Cela rend le compostage plus difficile. Car même les larves de la mouche soldat se cassent les dents sur le plastique, le verre et les composants électroniques.

Simon Koechlin est journaliste scientifique et rédacteur en chef du magazine «Tierwelt».

Une ceinture pour diabétiques

Comment mesurer efficacement la glycémie chez des patients diabétiques? Très répandue, la ponction sanguine à l'aide d'une petite aiguille sur le bout de l'index donne des taux de glucose précis. Mais elle est douloureuse et ne permet pas de surveillance en continu, ce qui peut s'avérer dangereux: «Certains diabétiques subissent ainsi des hypoglycémies sans s'en rendre compte», explique Jean-Eudes Ranvier, du Laboratoire de systèmes d'information répartis de l'EPFL.

Avec des collègues de la HES-SO Valais, le doctorant en sciences informatiques travaille à la mise au point d'une nouvelle manière de surveiller la glycémie en permanence afin de détecter à temps ces événements. Elle est estimée en prenant en compte l'apport alimentaire du patient (saisi dans une application mobile) ainsi que les dépenses énergétiques (évaluées par une ceinture cardio pour sportif). Cette dernière est en mesure d'enregistrer les mouvements du patient ainsi que sa fréquence respiratoire, reflets de son activité physique. Elle mesure également son électrocardiogramme, dont on sait qu'il est modifié en cas d'hypoglycémie.

L'ensemble des informations récoltées sont envoyées toutes les cinq minutes à un serveur distant via un smartphone. «Nous avons développé un modèle basé sur une approche sémantique – c'est-à-dire capable d'extraire du sens de ces données brutes – afin d'en déduire la présence d'une hypoglycémie», détaille Jean-Eudes Ranvier. Dans un tel cas, une notification est envoyée sur le téléphone du patient pour rapidement l'avertir. Ce modèle doit encore s'affiner grâce à de nombreux exemples provenant de volontaires diabétiques afin de parfaire sa précision. L'acquisition des données se terminera dans les prochains mois. *Fabien Goubet*

J.-E. Ranvier et al.: Detection of Hypoglycemic Events through Wearable Sensors, Proceedings SEMPER 2016

Jean-Eudes Ranvier



Cette ceinture cardio peut signaler une chute de glycémie sans prise de sang.



Embarqué sur le navire de recherche G.O. Sars, ce tube prélève des échantillons du fonds marin.

Etudier la vie primitive grâce au baryum

Les trois quarts de l'oxygène du globe sont produits dans la partie supérieure des océans. Analyser les dépôts formés au fond des mers permet d'étudier la production biologique des eaux de surface ayant pris place il y a des millions d'années. Des scientifiques de l'Université de Berne et du US Geological Survey développent depuis 2010 une nouvelle méthode basée sur le baryum afin d'en apprendre davantage sur la vie du passé.

Le baryum ne constitue pas un élément essentiel pour les êtres vivants, mais certains organismes l'incorporent en très petites quantités dans leur coquille, à la place du calcium. Le rapport entre ces deux éléments dans le calcaire (constitué notamment de restes de coquillages) a fait ses preuves comme étalon de mesure pour évaluer la richesse nutritive des eaux à la surface des mers. Il offre ainsi des renseignements sur l'activité biologique.

Cependant, les résultats peuvent être faussés, car le baryum ne reste pas définitivement dans les sédiments: une partie est lessivée. Les scientifiques étudient la répartition des isotopes lourds de baryum, qui ont moins tendance que les légers à être emportés. «Nous voulons utiliser le baryum comme empreinte géochimique», explique Thomas Nägler, responsable de l'équipe bernoise. Pour analyser correctement les traces de vie dans les sédiments marins, nous devons comprendre ce qui influence les rapports entre les isotopes du baryum.» Grâce à une série de mesures standard, les chercheurs ont rendu possibles des comparaisons internationales. «Nous ne savons toutefois pas si notre méthode pourra un jour vraiment être appliquée», note Thomas Nägler. *Florian Fisch*

K. van Zuilen et al.: Barium Isotopic Compositions of Geological Reference Materials. Geostandards and Geoanalytical Research (2016)

Réchauffement climatique: plus d'azote, plus de croissance

L'impact du réchauffement climatique sur les écosystèmes reste largement méconnu. L'équipe de Melissa Dawes de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) a analysé l'influence de températures plus élevées sur la circulation de l'azote dans le sol, un élément indispensable à la croissance des plantes.

Dans le cadre d'une étude de six ans menée sur le site du Stillberg près de Davos, les chercheurs ont augmenté de 4 degrés la température d'un terrain de 40 mètres carrés. Ils ont ensuite régulièrement mesuré sa teneur en azote. Résultat: cette substance nutritive circulait plus rapidement entre le sol et les plantes.

Cette accélération accroît l'offre d'azote minéral dans la terre. L'effet est particulièrement important dans les sols froids et pauvres en substances nutritives situés à la limite des arbres dans les régions alpines. Les scientifiques ont aussi constaté que les pins de montagne et les buissons de myrtilles croissaient mieux, du moins au début. Après quatre ans, l'excédent d'azote a toutefois diminué pour revenir aux valeurs d'origine. Selon Melissa Dawes, cette observation s'explique par le fait que les plantes ont réagi à l'augmentation initiale en absorbant davantage d'azote, l'excédent étant ainsi épuisé.

Ce renversement de tendance a pu être mis en évidence grâce à la longue durée de l'étude, note Christian Körner de l'Université de Bâle. «Cela montre notamment que les modifications du cycle de l'azote n'ont pas seulement des effets à court terme.» Les espèces réagissent de plus de manière différenciée. Si certaines plantes profitent du réchauffement climatique, la communauté végétale va aussi s'adapter, ce qui influencera l'écosystème avec ses plantes et ses animaux.» *Martin Angler*

M. A. Dawes et al.: Soil warming opens the nitrogen cycle at the alpine treeline. Global Change Biology (2016)



Les chercheurs ont chauffé artificiellement une parcelle de cette forêt près de Davos.

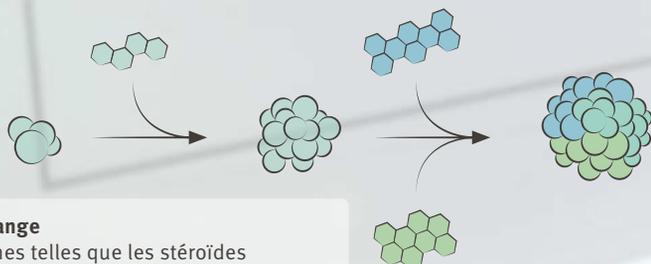
Nicholas Dawes

In vitro en 3D

Des startups helvétiques développent des tissus cellulaires en trois dimensions. Comparés aux cultures standard en 2D, ils permettent de réaliser des tests plus fiables pour les médicaments et matériaux biocompatibles.

Texte: Daniel Saraga

Infographie: Ikonaut

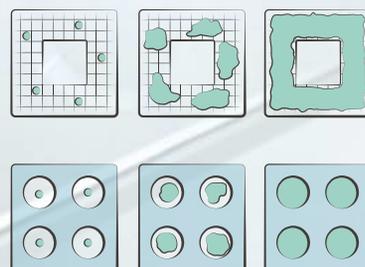


1 Le bon mélange

Des hormones telles que les stéroïdes stimulent la croissance de cellules souches pluripotentes extraites d'un organe. D'autres hormones peuvent ensuite guider la différenciation des cellules en divers tissus afin de créer un «organe» miniature rudimentaire, ou organoïde. La rotation ou l'agitation de l'échantillon permet de répartir les cellules pour créer une structure 3D.

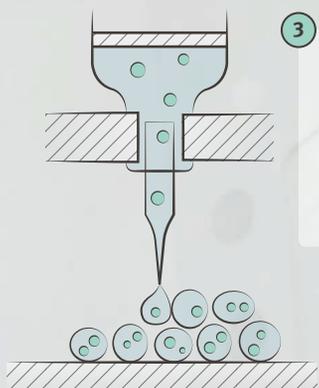
2 Des échafaudages pour guider le développement

La croissance des cellules peut être encouragée grâce à des échafaudages ou des matériaux comme de l'hydrogel contenant de nombreuses cavités. Pour les tissus devant être réimplantés, ces structures doivent être composées de matériaux biodégradables ou directement fabriqués par les cellules, à l'image du cartilage.



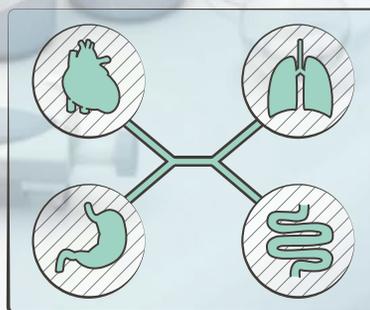
3 Impression 3D

Une imprimante 3D façonne la structure couche par couche en ajoutant des cellules petit à petit, en combinaison avec un liquide qui fournit de l'oxygène et des nutriments.



4 Organes sur puces

Des canaux microfluidiques connectent les cultures cellulaires de différents organes afin d'imiter les échanges ayant lieu dans le corps. On peut ainsi tester de manière plus fiable des substances qui sont traitées par un organe (comme le foie ou les reins) avant d'atteindre les autres. Aucune start-up suisse ne commercialise un tel produit pour le moment.



! Les défis

Le contrôle de qualité est difficile à assurer, selon la spécialiste en ingénierie tissulaire Stephanie Mathes de la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW): «Il est difficile de caractériser des structures dynamiques tridimensionnelles de façon non destructive. On ne peut simplement reprendre les méthodes standard utilisées avec les cultures 2D.» Comme les vaisseaux sanguins font généralement défaut, la croissance est limitée par l'accumulation de déchets au cœur de la structure et par le manque d'oxygène et de nutriments. Créer des vaisseaux sanguins artificiels ou les imiter au moyen de la microfluidique pourrait offrir une solution.

Startups helvétiques

| | |
|---|-----|
| Neurix (GE, 2011): mini-cerveaux | 1 |
| InSphero (ZH, 2009): gouttelettes suspendues pour organoïdes | 1 |
| Elanix (VD, 2012): tissus conjonctifs pour transplantation | 1 |
| Cellec Biotek (BS, 2011): bioréacteurs | 1 2 |
| CellSpring (ZH, 2015): composants pour la synthèse d'échafaudages | 2 |
| Sun Bioscience (VD, 2016): échafaudages d'hydrogel | 2 |
| Qgel (VD, 2009): tumeurs 3D | 2 |
| Regenhu (FR, 2007): bio-imprimantes 3D | 3 |

La médecine personnalisée pour tous

Par Maurice Campagna

Les développements dans les sciences de la vie concernent chacune et chacun d'entre nous, et cela de façon très intime. La médecine personnalisée modifie complètement notre manière d'appréhender la santé et la maladie. Les projets de recherche fondamentale et clinique dans les hautes écoles et hôpitaux du pays engendrent d'énormes quantités de données personnelles. La génétique s'ajoute aux

données cliniques et aux informations issues de biobanques.

Mais comment évaluer ces informations de façon sûre et sensée afin que chaque patient puisse bénéficier de meilleures mesures préventives et thérapeutiques ou que, par exemple, des maladies rares soient détectées plus tôt et sans effort disproportionné? Les excel-

lentes recherches menées sur la place scientifique helvétique produisent régulièrement des résultats et des nouvelles méthodes qui distinguent la Suisse sur le plan international. Les défis auxquels font face les chercheuses et chercheurs sont immenses. Les données doivent être évaluées de manière sensée. Il faut garantir leur échange et leur interopérabilité – tous deux essentiels –, assurer le stockage et la qualité, et éclaircir la question des droits de propriété.

Les Académies suisses des sciences s'engagent pour que le thème de la médecine personnalisée soit abordé sous diverses perspectives et progresse en toute transparence scientifique. Lancé en

2014, le Swiss Personal Health Network regroupe tous les acteurs importants du secteur afin de garantir que les progrès dans les sciences de la vie moléculaires et dans les technologies de l'information soient accessibles pour la recherche et l'innovation académiques ainsi que pour l'industrie. Au lieu d'avoir des doublons et des «cimetières» de données régionaux, c'est la base nécessaire à la recherche de pointe et à de meilleurs soins de santé qui se met en place.

Des institutions et des chercheurs de premier plan ont reconnu le rôle moteur joué par l'Académie suisse des sciences médicales (ASSM) dans ce domaine. En partenariat avec l'Institut suisse de bioinformatique, elle va assurer la coordination de 2017 à 2020. Cette initiative à l'échelle nationale permet de réunir le savoir de toutes les académies et de tous les centres de compétence. L'expertise développée par ce réseau de 100 000 membres a justement pour but de mettre en relation les acteurs et les projets au-delà des frontières actuelles. Un thème aussi personnel que la médecine personnalisée exige que l'on puisse s'appuyer sur l'ensemble du savoir à disposition.

Maurice Campagna est président des Académies suisses des sciences depuis le 1er janvier 2016.



Valérie Chételat

14 septembre 2016

«Vivre ensemble»

Des experts discutent des bénéfices pour les communes de l'engagement intergénérationnel de la société civile
[Université de Fribourg](#)

8 octobre 2016

Compétition d'exosquelettes

Zurich organise avec le cybathlon la première compétition sportive réservée à des athlètes avec handicap utilisant des équipements bioniques.
[ETH Zurich](#)

12 au 14 octobre 2016

Tester les limites

Le dialogue annuel sur la science est consacré aux avantages et aux risques de l'absence de limites dans la recherche.
[Academia Engelberg](#)

Jusqu'en décembre 2016

Inventions du Moyen Age

Cette exposition destinée notamment aux enfants permet de découvrir l'inventivité sous-estimée de cette période de l'histoire.
[Espace des inventions, Lausanne](#)

Jusqu'en février 2017

«Se reposer, c'est se rouiller!»

Muscles, tendons et fascias: l'exposition passe l'appareil locomoteur humain à la loupe.
[Musée d'anatomie de Bâle](#)

Jusqu'en mai 2017

«A quoi bon?»

Une fois par mois, les cafés scientifiques Bancs publics se demandent pourquoi se donner de la peine, dans tous les domaines.
[Musée d'histoire des sciences de Genève](#)

Courrier des lecteurs

Les scientifiques ne sont pas censés croire

«Faut-il croire aux univers parallèles?» Je trouve cette question déplacée dans un magazine scientifique (Horizons, juin 2016, p. 8). Les scientifiques ne sont pas censés croire. Ils analysent, émettent des hypothèses et des théories, et cherchent à les confirmer au moyen de preuves et d'expériences. Les deux personnes interrogées ne disent pas autre chose. «Nous devons rester ouverts d'esprit en qui concerne la possibilité de multiples univers», suggère Martin Rees. «Peut-être que l'idée de multivers nous donnera un jour une prédiction sérieuse qu'il sera possible de tester», dit Carlo Rovelli. Aucun n'affirme qu'ils existent ou n'existent pas. Les scientifiques ne

sont pas censés croire ni inviter à croire. Et un magazine de recherche non plus.

Rolf Kickuth, *Gaiberg bei Heidelberg (RFA)*

Prendre ses responsabilités

Heureuse initiative d'Horizons que d'évoquer la responsabilité des chercheurs quant à l'usage fait de leurs découvertes (éditorial du No 109, juin 2016). La réponse classique à cette question était qu'ils ne sauraient être responsables de ce que d'autres – l'industrie, les Etats – font de leurs résultats. En soi raisonnable, elle apparaît néanmoins de plus en plus courte aujourd'hui, alors que les potentiels de changements et de «perturbations» induits par ce qui est ouvert par la science croît de manière exponentielle. Une attention adéquate aux aspects éthiques

(y compris en termes de justice sociale) des développements envisageables devrait intervenir non seulement a posteriori, mais au préalable. Il importe de rappeler, comme le fait l'éditorial, que «comme tout absolu, la liberté de la recherche a ses limites» – même s'il n'est pas bien populaire de le dire.

Jean Martin, ancien médecin cantonal et membre de la Commission nationale d'éthique, Echandens (VD)

De la CTI aux Académies

DR



Claudia Appenzeller-Winterberger est la nouvelle directrice des Académies suisses des sciences. Elle entend renforcer le réseau des quatre Académies et de leurs deux Centres de compétences et l'étendre aux acteurs de la science et de la société les plus divers. Elle était auparavant responsable suppléante du domaine d'encouragement «Start-up et entrepreneuriat» de la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) et directrice de l'Association des Olympiades scientifiques suisses.

Mettre les biobanques en réseau

Grâce à l'initiative Biolink, le FNS souhaite mieux relier les collections d'échantillons biologiques. Des chercheurs de toutes les disciplines qui se penchent sur des questions scientifiques originales et actuelles nécessitant la mise en réseau de diverses biobanques peuvent demander des subsides pour des systèmes IT. Les requêtes doivent être déposées jusqu'au 23 septembre 2016.

Approbation des premiers «Investigator Initiated Clinical Trials»

Le FNS a approuvé les neuf premières études cliniques sur des thèmes qui ne figurent pas parmi les priorités de l'industrie pharmaceutique. Celles-ci bénéficieront d'un soutien à hauteur de 12,6 millions de francs. En règle générale, ces essais s'étalent sur une durée de quatre à cinq ans et comprennent entre 100 et 400 patients. Avec 75 requêtes soumises, ce programme spécial a suscité un vif intérêt. Une deuxième mise au concours a été lancée en août 2016.

Mise au concours du PNR «Economie durable»

Le Programme national de recherche «Economie durable: protection des ressources, vision pour le futur et innovation» (PNR 73) a un nouveau site Internet. Les chercheurs intéressés peuvent soumettre leur esquisse de projet jusqu'au 26 septembre 2016.

Le dernier texte de Gottfried Schatz

Décédé en 2015, le biochimiste et ancien président du Conseil suisse de la science et de l'innovation Gottfried Schatz n'a pas pu présenter lui-même son dernier exposé sur une saine croissance de la science. Son manuscrit qui a été publié dans la série «Swiss Academies Communications» plaide en faveur d'un meilleur enseignement de la science en lieu et place du gavage de connaissances dispensé du jardin d'enfants à l'université.

La sélection végétale devance la réglementation

sinitar/Fotolia.com



La publication «Nouvelles techniques de sélection végétale pour l'agriculture suisse - gros potentiel, avenir ouvert» des Académies suisses des sciences analyse les nouvelles techniques précises de modification du patrimoine génétique à la lumière de la législation suisse sur le génie génétique. Les auteurs du Forum Recherche génétique estiment qu'une réglementation plus stricte sur les plantes ainsi sélectionnées ne se justifie pas scientifiquement, pour autant que la sécurité soit garantie.

Nouveau directeur suppléant du FNS

DR



Le Comité du Conseil de fondation du FNS a élu François Baumgartner en tant que nouveau directeur suppléant. Il a travaillé ces dernières années à l'Office fédéral de la statistique en tant

que directeur suppléant, directeur ad interim et chef de la division Santé et affaires sociales. Il a succédé le 1er septembre 2016 à Angelika Kalt, la nouvelle directrice du FNS depuis le 1er avril 2016. François Baumgartner est titulaire d'un doctorat en géophysique ainsi que d'un master en administration publique.

Horizons

Le magazine suisse de la recherche paraît quatre fois par an en français et en allemand. Edition spéciale imprimée aussi en anglais. 28e année, n° 110, septembre 2016. www.snf.ch/horizons

Editeur

Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS)
Wildhainweg 3
Case postale
CH-3001 Berne
Tél. 031 308 22 22
abo@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
Florian Fisch (ff)
Pascale Hofmeier (hpa)
Marcel Falk (mf)
This Rutishauser (tr)

Graphisme, rédaction photos

2. stock süd netthoel & gaberthüel,
Valérie Chételat
Illustration couverture et couverture intérieure:
Tina Berning
Illustration éditorial: Gregory Gilbert-Lodge

Traduction

Marie-Jeanne Krill, Catherine Riva

Correction

Jean-Pierre Grenon

Impression et lithographie

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

Tirage

39 500 exemplaires en allemand et
17 200 en français

© Tous droits réservés.

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

L'abonnement est gratuit. La version papier est normalement distribuée en Suisse et, à l'étranger, à des organisations.

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

Le FNS

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

Les Académies

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

«Ceux qui s'investissent
le plus dans le projet
deviennent des leaders.»
Alice Williamson page 14

«La physique peut être
simple et belle.»
Chenkai Mao page 24

«Le monde académique est
un moyen d'arriver au but.»
Jakob Zinsstag page 36