

**Science sans frontières ..... 10**

**Peut-on mesurer la qualité de la recherche? ..... 8**

**Chasse aux parasites au Tchad ..... 29**

**Ce qui réunit les évêques et les eunuques ..... 40**

## Seul chez soi

La date du 9 février 2014 restera ancrée dans les mémoires des personnes qui sont sensibles aux questions politiques. Sous l'influence des milieux conservateurs et nationalistes, les citoyens ont, une fois de plus, décidé de se distancer de l'Europe. Vive le repli sur soi helvétique! Pour la place scientifique suisse, cette décision est lourde de conséquences. C'est ce que révèle le point fort de ce numéro (à partir de la page 10 et aussi en page 50). Nos chercheurs entretiennent en effet des liens étroits et variés avec l'Europe et le monde. Ils procèdent à des échanges avec d'autres scientifiques, par exemple dans le cadre du programme SCOPES qui encourage depuis vingt-cinq ans la coopération entre la Suisse et l'Europe de l'Est dans ce domaine. La science est par essence universaliste, explique la sociologue Bettina Heintz. Un principe que la votation du 9 février remet fondamentalement en question.

Nous avons également une question qui vous est directement adressée, chers lectrices et lecteurs: nous aimerions savoir ce que vous pensez de notre magazine qui compte actuellement quelque 50 000 abonnés et paraît aussi en anglais dans sa version électronique. Nous serions heureux que vous répondiez au questionnaire affranchi encarté dans cette édition (vous pouvez également le remplir en ligne: [www.sondage-horizons.ch](http://www.sondage-horizons.ch)). Nous sommes curieux de connaître la manière dont vous jugez notre ligne rédactionnelle ainsi que la façon dont nous présentons des résultats et des découvertes scientifiques ainsi que des débats autour du thème de la politique de la science. Vos appréciations nous aideront à améliorer notre revue.



Urs Hafner, responsable de la rédaction

# horizons





Point fort recherche internationale



Biologie et médecine

## 10

### La science n'a pas de frontières

Le oui à l'initiative «contre l'immigration de masse» menace la place scientifique suisse. Les conséquences du verdict du peuple montrent combien le monde de la recherche est marqué du sceau de l'universalisme.

13 **Malaise à l'Université**

15 **Moscou, aller-retour**

18 **«Il ne s'agit pas de résoudre les problèmes des partenaires, mais d'améliorer la recherche.»**

19 **Le patient européen**

20 **La dimension internationale de la place scientifique suisse**

29 **Du sang, de la sueur et des excréments**

Au Tchad, des médecins soutiennent des communautés nomades.

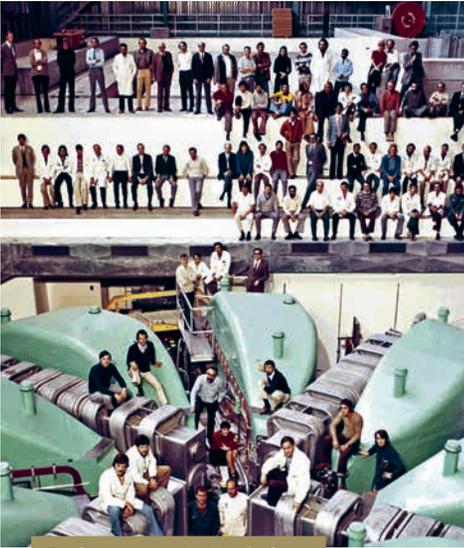
32 **Grouillement bienfaisant**

L'agriculture devrait davantage se soucier de la vie souterraine des plantes.

33 **Soulager la douleur grâce à des vers  
L'attaque du réplicon  
Les effets protecteurs de la sérotonine**

# 34

Paul Scherrer Institut



Environnement et technique

## 34 Pas une ride

Vieux de quarante ans, l'accélérateur de protons du PSI figure encore parmi les meilleures installations de recherche.

## 36 Qui finance quoi?

De quelles infrastructures la recherche suisse a-t-elle besoin?

## 38 L'image qui vaut dix mille chiffres

La visualisation des données nous aide à découvrir des relations cachées.

## 39 Nouveau senseur pour mesurer l'état des océans Comment faire parler les supervolcans Dangereuses zones humides

# 40

Wikimedia Commons



Culture et société

## 40 Des hermaphrodites, des eunuques et des évêques

Au Moyen Age, les frontières entre les genres étaient plus fluides.

## 42 Entre science et administration

Dans les hautes écoles, impossible d'ignorer les gestionnaires de recherche.

## 44 Le tourisme globalisé

L'expansion des lieux touristiques dans le monde ne s'est pas déroulée de façon linéaire.

## 45 Comment le stress perturbe le sommeil Les vertus de l'économie solidaire Albanais dans la Waffen-SS

### En image

6 Importante pelote de fil

### Débat

8 Mesurer la qualité: vaste problème

### Portrait

24 Stéphane Udry, astronome

### Lieu de recherche

26 La magie des racines

### Questions-réponses

28 Olivier Schneider, pourquoi la physique des particules est-elle si coûteuse?

### Entretien

46 Selon Monika Dommann, le livre reste essentiel pour les sciences historiques.

### Comment ça marche?

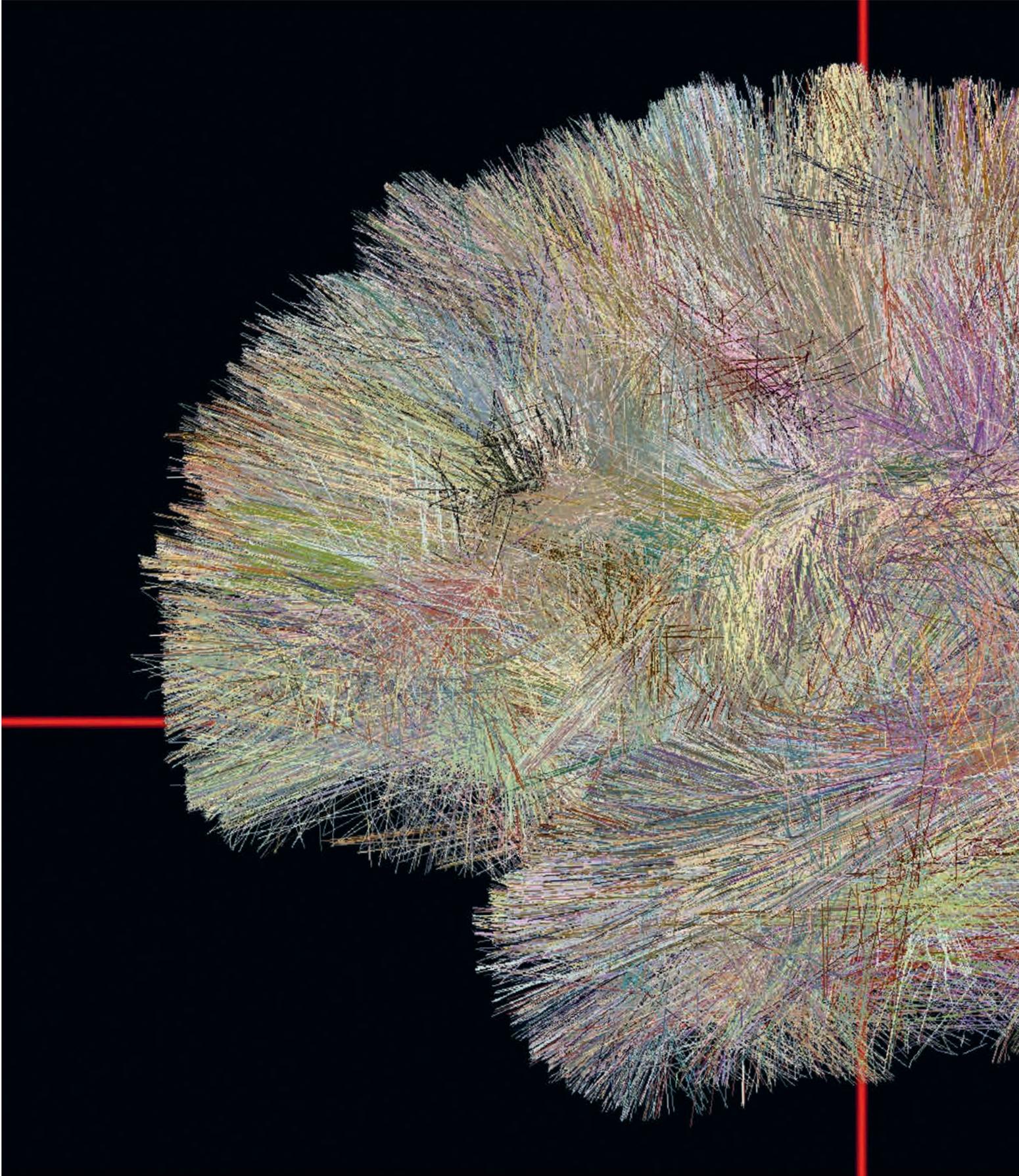
49 Les crèmes solaires

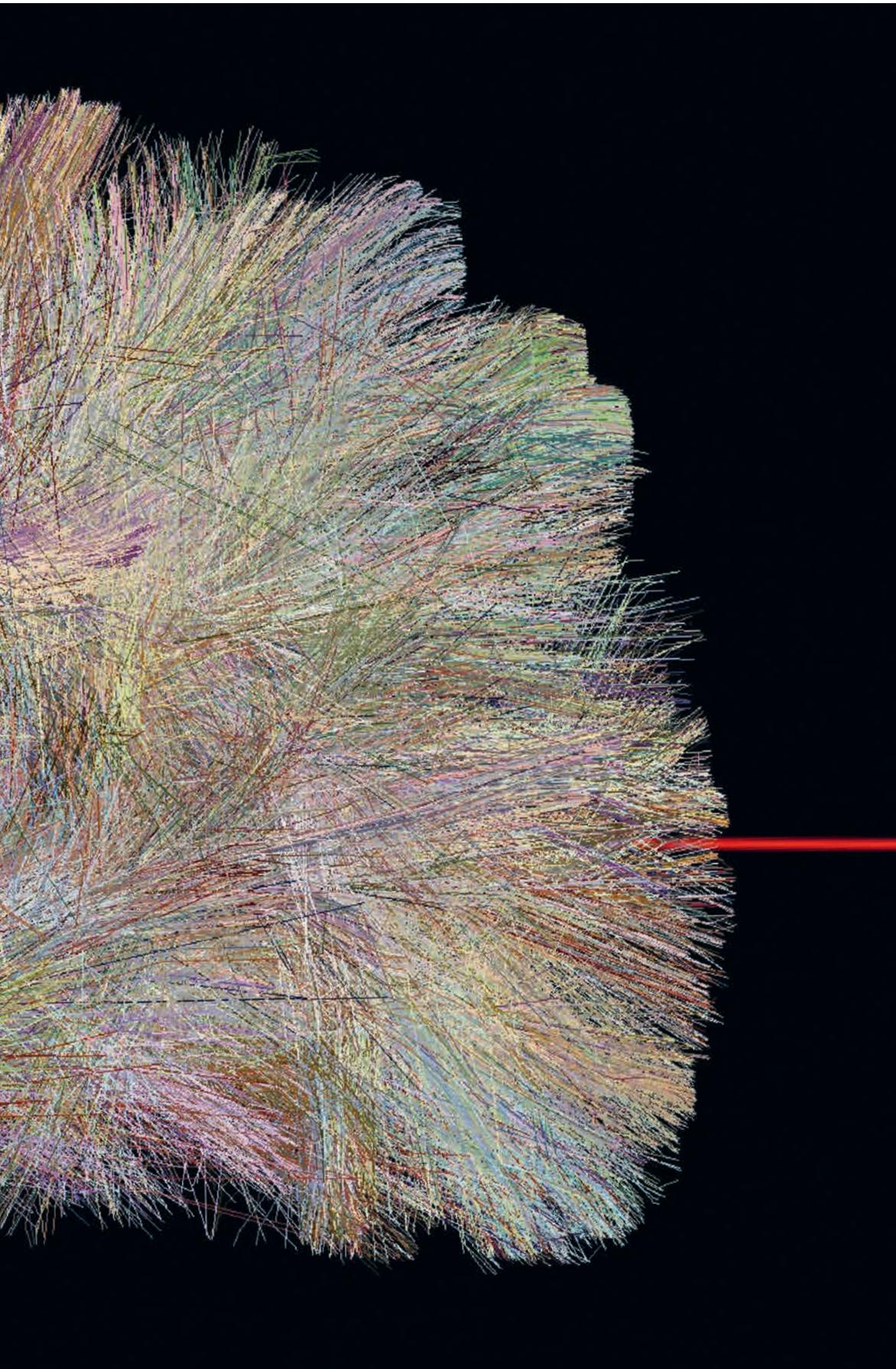
### Verbatim

50 Thierry Courvoisier, président des Académies suisses des sciences, s'exprime sur la Suisse et l'Europe du savoir.

### En direct du FNS et des Académies

51 Stratégie nationale pour l'éducation





## Importante pelote de fil

Ce qui, sur cette illustration, apparaît comme un enchevêtrement de fils colorés représente en fait les connexions nerveuses dans la matière blanche du cerveau d'un enfant de 6 ans. Cette dernière est essentiellement composée de fibres nerveuses, alors que la matière grise contient les corps cellulaires des neurones. L'image a été réalisée au moyen d'un procédé non invasif par des chercheurs placés sous la direction de Petra Hüppi, des Hôpitaux universitaires de Genève (HUG). La méthode utilisée par les scientifiques repose sur la mesure des mouvements des molécules d'eau au sein du tissu cérébral, ce qui leur permet d'inférer la trajectoire des faisceaux de fibres nerveuses. Ils ont ainsi pu montrer que les cerveaux des grands prématurés ne sont pas « câblés » de la même manière que ceux des enfants nés après 28 semaines de gestation. Pendant sa maturation, le cerveau cherche des voies de communication entre les différentes régions cervicales qui sont en train de se spécialiser. Chez les prématurés, ce phénomène est moins développé: les faisceaux de fibres nerveuses sont disposés de manière moins efficace et le cerveau est moins bien organisé. Selon les chercheurs, ces différences structurelles pourraient expliquer les troubles cognitifs et moteurs ainsi que les difficultés sociales dont souffrent souvent plus tard ces enfants nés trop tôt.

Anna-Katharina Ehlert

E. Fischi-Gomez et al. (2014): *Structural brain connectivity in school age preterm infants provides evidence for impaired networks relevant for higher-order cognitive skills and social cognition. Cerebral Cortex online* (doi 10.1093/cercor/bhu073).

Image: Laura Gui, Cyril Poupon et Petra Hüppi

# Mesurer la qualité: vaste problème

En signant la Déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche ou Declaration on Research Assessment (DORA), le Fonds national suisse reconnaît que l'analyse quantitative est un indice modérément adéquat pour évaluer l'impact d'un projet de recherche. Que nous dit la bibliométrie sur la qualité de la science?

Je suis d'accord avec la DORA sur un point: appliquée sans le moindre esprit critique, une bibliométrie présente d'importantes faiblesses si elle repose uniquement sur des facteurs d'impact («impact factors»). De nombreuses mesures proposées par la déclaration sont sensées. Mais avec son refus catégorique de toute bibliométrie («eliminate the use of journal-based metrics»), la DORA manque sa cible. Et n'offre, pour ainsi dire, aucune alternative. Dans sa référence 11 consacrée à cette question, six des sept hyperliens n'existent plus.

Les bibliométries - de revues spécialisées ou de chercheurs individuels - partent de l'idée que l'attention dont jouit une contribution (c'est-à-dire la fréquence à laquelle elle est citée) constitue un indice de sa qualité. Or, je préfère une bibliométrie à une évaluation purement subjective par des collègues du même domaine de recherche (pairs) où le risque d'influence des coteries est important. Une évaluation par les pairs est plus transparente, et donc plus raisonnable, si elle est étayée par une bibliométrie quantitative. Ces derniers ont alors toujours la possibilité de la corriger, voire de s'en écarter, s'ils ont des raisons valables de le faire.

Il existe différents types de bibliométries. Elles ont toutes leurs faiblesses. Mais combinées, elles peuvent être exploitées de manière utile pour évaluer la recherche:

1. Les facteurs d'impact des revues spécialisées proviennent de banques de données de firmes privées; ils ne sont sou-

vent guère comparables d'une discipline à l'autre et peuvent être manipulés par les éditeurs moyennant des autocitations. Ils ne conviennent donc que pour une classification grossière des revues, et leur rang («ranking») au sein de la discipline compte davantage que le chiffre

«Je préfère une bibliométrie à une évaluation purement subjective par des pairs.»

Chris Boesch

absolu. Mais le ranking permet une distinction qualitative entre les auteurs qui publient régulièrement dans des revues de tiers supérieur, et ceux qui publient presque exclusivement dans celles de la moitié inférieure.

2. Les analyses individuelles de citations, comme l'indice h, doivent être considérées dans le contexte de la discipline. En raison des différences de cultures, mais aussi parce que certaines disciplines documentent différemment les acquis de connaissance. En sciences de l'ingénieur, par exemple, les brevets et les contributions de plusieurs pages à des congrès comptent comme une publication. Il faut aussi s'intéresser à l'évolution dans le temps du nombre de citations, pour pouvoir prendre en compte la situation

professionnelle du chercheur, comme une réduction de son activité de publication lors de la mise en place d'un groupe de recherche.

3. Enfin, l'analyse des paternités des publications dépend de la discipline. L'évaluation du premier et du dernier auteur a tout son sens en biologie et en médecine, mais n'est d'aucun secours en mathématiques ou en physique des particules. Par ailleurs, si un article du CERN repose sur le travail de centaines d'auteurs, quelle est la contribution d'un médecin parmi les dix auteurs d'un «case report» (étude du cas d'un seul patient)? Les différentes disciplines doivent déterminer elles-mêmes les formes optimales de publication, ainsi que leur pondération. Mais au-delà des diversités, une bibliométrie spécifique à chaque discipline serait souhaitable.

Il est décisif qu'une analyse des publications s'appuie sur une base aussi large que possible et qu'elle implique les points critiques. Malgré toutes les faiblesses de la bibliométrie, je suis convaincu que la qualité de la recherche mérite d'être quantifiée. Les pairs peuvent ensuite se former une opinion sur la base de ces chiffres.

Chris Boesch dirige le Département de spectroscopie et de méthodologie IRM à l'Université de Berne. Il est aussi membre de la division biologie et médecine du Conseil national de la recherche du FNS.

Valérie Chételet (photomontage)





**D**ans les divers domaines scientifiques couverts par le Fonds national suisse (FNS), une idée prime sur toutes les autres: la qualité des recherches à soutenir. Cette dernière tient à la nature des projets soumis, mais aussi au profil des chercheurs. En ce qui concerne les projets, l'originalité, la pertinence et la faisabilité constituent les principaux critères d'évaluation. Pour ce qui relève du profil, dans les sciences naturelles, la médecine et une partie des sciences sociales, les évaluateurs disposent d'instruments de mesure par lesquels ils estiment le « poids » d'une chercheuse ou d'un chercheur. Ce poids peut correspondre à une fréquence de citations d'un auteur, ou à une mesure de l'impact d'une chercheuse dans sa discipline. Il présente l'avantage de reposer sur des critères identiques pour l'ensemble des personnes.

Mais tout n'est pas si simple! Une application extrême de cette démarche aurait pour conséquence que les fonds de la recherche seraient alloués à des savants en fonction de quelques indications chiffrées. Or, une telle approche présente deux désavantages: en définissant les critères permettant de calculer de tels indices, il est facile d'influencer le processus. Et résumer le travail d'un chercheur à une valeur numérique peut paraître certes commode, mais c'est également une démarche excessivement simplificatrice. Ainsi, une longue liste d'articles n'est pas toujours synonyme de qualité, et le fait d'être cité fréquemment à un moment donné ne signifie pas néces-

sairement que l'on aura un impact durable sur la recherche. C'est pourquoi de nombreuses voix s'élèvent pour que l'évaluation des chercheurs et de leurs projets se fasse sur une base plus large. La Déclaration de San Francisco, qui émane des milieux de la biologie, fait écho à une revendication dans

**«Nos chercheuses et chercheurs ne sont pas seulement l'expression d'une valeur numérique.»**

Paul Schubert

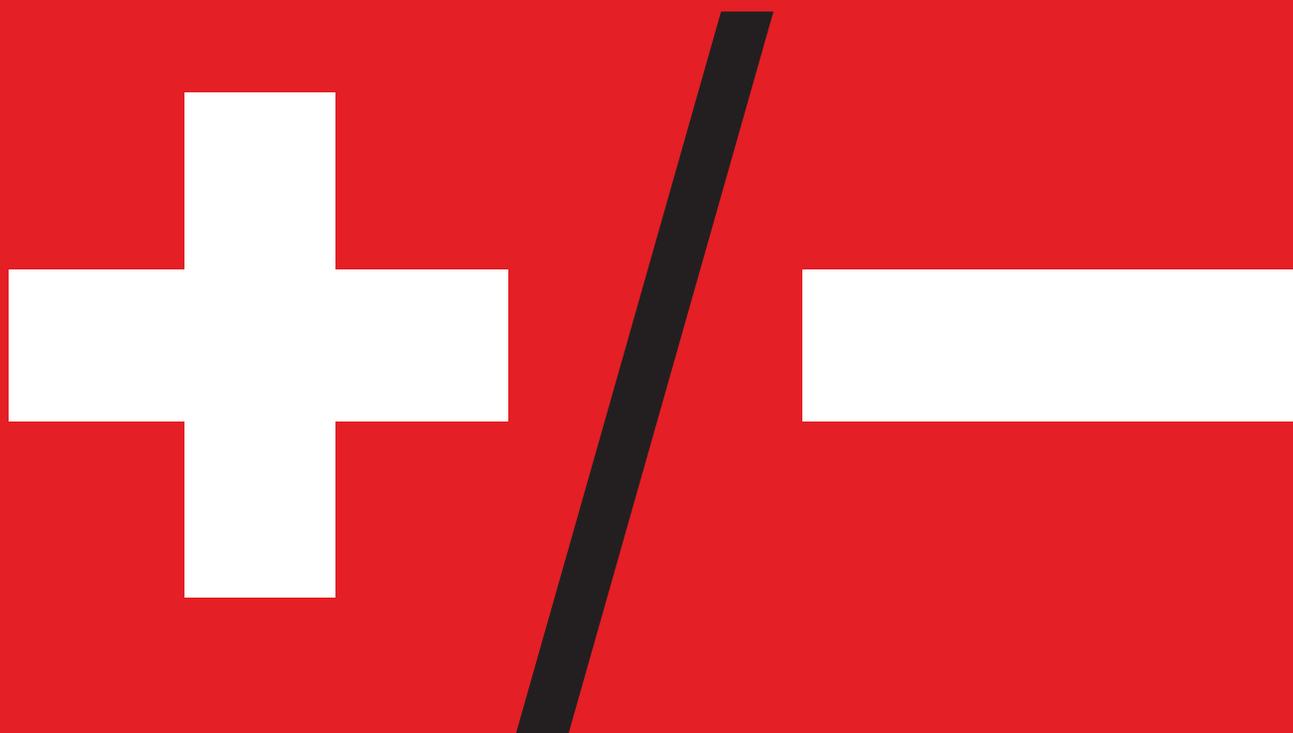
laquelle se reconnaissent aussi de nombreux chercheurs des sciences humaines.

Il ne s'agit pas d'interdire l'usage des index de référence numériques, mais d'encourager en parallèle l'utilisation d'autres approches reposant notamment sur la lecture critique des publications. De plus, pour des évaluateurs connaissant bien leur discipline, le poids d'un chercheur peut être mesuré par les résultats effectifs qu'il a obtenus, par l'influence de ses recherches dans le monde de l'éducation ou de la politique, ou par sa capacité à faire avancer un nouveau concept dans la perception des autres chercheurs.

Dans la pratique du FNS, c'est bien une approche mixte qui est privilégiée: lorsque les indices de mesure existent dans un domaine, ils sont complétés, à des degrés

variables selon les disciplines, par un examen plus fin couvrant aussi les aspects qualitatifs d'un dossier. Nos chercheuses et chercheurs ne sont pas seulement l'expression d'une valeur numérique. Ils produisent également des résultats dont les effets concrets peuvent être appréciés dans le paysage scientifique ainsi que dans la société. Le travail de sélection réalisé par le Conseil national de la recherche doit donc reposer à la fois sur l'utilisation d'indicateurs et sur une capacité à repérer dans de nouveaux projets ceux qui porteront la science de demain.

Paul Schubert est professeur de grec à l'Université de Genève et préside la division des sciences humaines et sociales au sein du Conseil national de la recherche du FNS.



# Science sans frontières

La Suisse a décidé de s'isoler. Une attitude qui menace sa place scientifique. Celle-ci entretient en effet des liens étroits avec l'Europe et l'ensemble du monde.



**Des étudiants protestent contre les conséquences pour la recherche du vote du 9 février dernier (EPFL, 10 mars 2014).**

Photo: Keystone/Laurent Gillieron

# Malaise à l'Université

Le oui du peuple suisse à l'initiative de l'UDC «contre l'immigration de masse» touche la recherche de plein fouet. Et porte atteinte à la norme de l'universalisme qui fonde le système scientifique.

Par Urs Hafner

**A**vant la votation du 9 février 2014, lors de laquelle les citoyens helvétiques ont accepté l'initiative populaire de l'UDC «contre l'immigration de masse», le monde scientifique est resté discret. Mais depuis le oui et la réaction de l'Union européenne (UE) qui exclut la Suisse de ses grands programmes de recherche, l'indignation est de mise. Et l'on s'insurge contre ce verdict du peuple qui compromet l'avenir de notre pays en tant que place de recherche.

Le credo est un peu partout le même: la place scientifique suisse est menacée, car une bonne science et une bonne recherche ont besoin de réseaux internationaux et de coopération. A noter que «réseau» et «international» sont avant tout des slogans dont se pare volontiers l'activité scientifique mondialisée. Même le scientifique qui, à force de réseautage, court d'un congrès à l'autre et ne trouve plus le temps de faire de la recherche, souligne à quel point le «réseautage international» est important pour son travail.

«La science internationalisée est perçue comme excellente en tant que telle, indépendamment de ses performances», explique Marcel Weber, spécialiste en philosophie des sciences à l'Université de Genève. Pour les scientifiques, se profiler au-

tant que possible au niveau international serait donc le moyen efficace et flatteur d'accéder au pouvoir et à l'argent dans leur domaine. Mais le chercheur fait aussi valoir que le prestige international ne sert pas seulement à satisfaire la vanité. La reconnaissance par les pairs joue un rôle important dans l'autogestion de la science. Le prestige serait donc comme une monnaie d'échange, débouchant sur une «allocation optimale des ressources». Et, en tant que tel, il fait partie intégrante de la raison scientifique.

Bettina Heintz, spécialiste en sociologie des sciences à l'Université de Lucerne, dit ne pas pouvoir souscrire mot pour mot à l'affirmation selon laquelle le réseautage international serait indispensable pour la recherche scientifique. «La formule évacue les différences techniques entre sciences naturelles et sciences humaines», relève-t-elle. La physique expérimentale ou la biologie moléculaire sont, par exemple, deux disciplines hautement spécialisées, et la complexité des appareillages qu'elles nécessitent les contraint à une coopération internationale impliquant une division du travail.

Les sciences humaines, en revanche, dépendent moins de la coopération. Pour l'historienne ou le germaniste, l'échange personnel avec des collègues de l'étranger est important et enrichissant mais, finalement, ils sont souvent seuls lorsqu'ils rédigent leurs travaux. Si l'accès aux textes des collègues est donc indispensable, la coopération dans le cadre d'une association de recherche, elle, ne l'est pas.

## Potentiel de connaissances

Toutefois, pour Bettina Heintz, il ne faut pas que les différences entre les disciplines soient comprises comme un refus du contact transfrontalier entre les sciences. Au contraire, affirme-t-elle, chaque chercheur doit avoir théoriquement l'opportunité d'entrer en rapport avec d'autres scientifiques dans le monde afin de pouvoir exploiter le potentiel existant de connaissances et d'expériences. A ce propos, elle rappelle que le système des sciences est fondé sur la «norme de l'universalisme», formulée par le sociologue américain Robert King Merton.

La dynamique des sciences transcende les frontières géographiques. Ce phénomène peut être observé dès ses débuts, au

bas Moyen Age et à la Renaissance, lorsque les premières universités ont été fondées. Thomas d'Aquin, Albert le Grand et d'autres avaient fait leurs études et enseignaient dans les universités et les écoles conventuelles de Bologne, de Padoue, de Paris et de Cologne, rappelle Michael Hagner, historien des sciences à l'EPFZ. L'orientation de l'Université de Göttingen, première université moderne de recherche fondée au début du XVIIIe siècle, était internationale, elle aussi. La science n'a jamais été aussi cosmopolite qu'au moment de la «République des Lettres» du Siècle des Lumières, ni avant ni après. Dans toute l'Europe, les savants correspondaient entre eux en latin et en français, les langues scientifiques de l'époque.

#### «Raison locale et limitée»

A l'inverse, les systèmes scientifiques isolés de leur environnement ont stagné ou se sont atrophiés. Michael Hagner cite l'exemple de l'Université de Tübingen qui, au XVIIe siècle, léguait ses chaires aux dignitaires locaux. Avec, pour résultat, l'avènement d'une «raison locale et limitée». Pour le XXe siècle, l'historien cite les cas bien étudiés de l'Allemagne nazie et de l'Union soviétique. Des dictatures totalitaires où seules les disciplines qui stabilisaient le système étaient productives, notamment les disciplines technologiques et militaires. En Allemagne, notamment, la bactériologie, qualifiée de «science juive», avait été reléguée à l'arrière-plan. Et même après le national-socialisme, l'histoire des sciences a végété en vase clos dans ce pays pendant des décennies, avant de s'ouvrir dans les années 1980 au monde anglo-américain.

Selon Michael Hagner, même les exemples d'isolement intellectuel, a priori fructueux, confirment la thèse selon laquelle la science a besoin de l'échange. Une fois à la retraite, le philosophe allemand Hans Blumenberg a certes produit une œuvre colossale après s'être complètement coupé du monde. Mais il n'y serait pas arrivé si, en tant que jeune savant, il n'avait pas pu glaner des expériences au-delà d'un système scientifique fermé. Il en va de même pour Marcel Proust qui n'a écrit sa légendaire «Recherche» que dans la seconde moitié de sa vie. Enfin, Marcel Weber indique qu'Emmanuel Kant et Gregor Mendel, considérés comme des génies

solitaires, entretenaient des échanges nourris avec d'autres savants et que, sans eux, ils ne seraient jamais parvenus à leurs concepts pionniers.

La votation du 9 février ne rompt pas tous les liens entre les scientifiques travaillant en Suisse et leurs collègues de l'étranger. Mais le dommage provoqué par le verdict du peuple risque de ne pas se limiter aux millions qui vont à présent manquer aux hautes écoles qui ont reçu beaucoup d'argent de Bruxelles au cours des dernières années. Avec le principe rigide des contingents prévu par l'initiative et qui concerne aussi les pays de l'UE, notre pays s'apprête à introduire dans ses universités une «protection des espèces pour les Suisses», déplore Bettina Heintz. Le système des contingents existant déjà pour les ressortissants non européens, la nationalité passe désormais définitivement avant la qualité.

Le principe des contingents ne porte pas seulement atteinte à la norme de l'universalisme, mais aussi à l'intégrité des scientifiques étrangers qui sont maintenant marginalisés. Parmi ceux qui vivent en Suisse depuis longtemps, certains se sentent d'ailleurs mal à l'aise depuis le 9 février dernier. «Je mentirais si je disais que ce n'est pas le cas», admet Michael Hagner.

Urs Hafner est rédacteur scientifique du FNS.

# Moscou, aller-retour

Depuis un quart de siècle, le programme de recherche SCOPES soutient la coopération scientifique entre la Suisse et les pays d'Europe de l'Est. L'intérêt pour cet instrument d'encouragement ne faiblit pas. *Par Simon Koechlin*

**L**e rideau de fer, qui a séparé pendant des décennies l'Europe de l'Est et l'Union soviétique du monde occidental, est tombé voilà vingt-cinq ans. Ce moment historique a aussi marqué le début d'un processus difficile pour les anciens Etats communistes qui, d'un jour à l'autre, ont dû passer de l'économie planifiée à l'économie de marché, et où l'industrie a, tout à coup, dû faire face à une concurrence globale. Dans de nombreux pays d'Europe orientale, cette nouvelle donne a entraîné un effondrement économique.

Dans ce contexte, la Suisse - comme d'autres Etats européens - a débloqué un crédit d'aide pour épauler ces pays à bout de souffle. «L'idée de soutenir la science avec une partie des fonds accordés a très vite émergé», explique Evelyne Glättli, de la Division Collaboration internationale du Fonds national suisse (FNS), qui coordonne le programme SCOPES (Scientific Co-operation between Eastern Europe and Switzerland). Ce dernier a été lancé en 1990 conjointement par le FNS et la Direction pour le développement et la coopération (DDC) avec des fonds du crédit pour l'Europe de l'Est.

## Débuts modestes

A ses débuts, SCOPES était très modeste. Jusqu'en 1995, le programme a soutenu beaucoup de petits projets de recherche, des échanges de personnes et des participations à des conférences. Au départ, il était financé seulement par la DDC. Au milieu des années 1990, il a suscité davantage d'intérêt et gagné en ampleur. Aujourd'hui, il est pris en charge pour moitié par le FNS et pour moitié par la DDC. La palette des

mesures de soutien s'est elle aussi élargie. Aujourd'hui, deux secteurs se voient allouer la majorité des fonds: d'un côté, des projets de recherche communs, menés conjointement par des scientifiques d'Europe de l'Est et de Suisse; de l'autre, des partenariats institutionnels où les partenaires helvétiques soutiennent leurs collègues d'Europe orientale pour faire avancer la modernisation du champ de recherche.

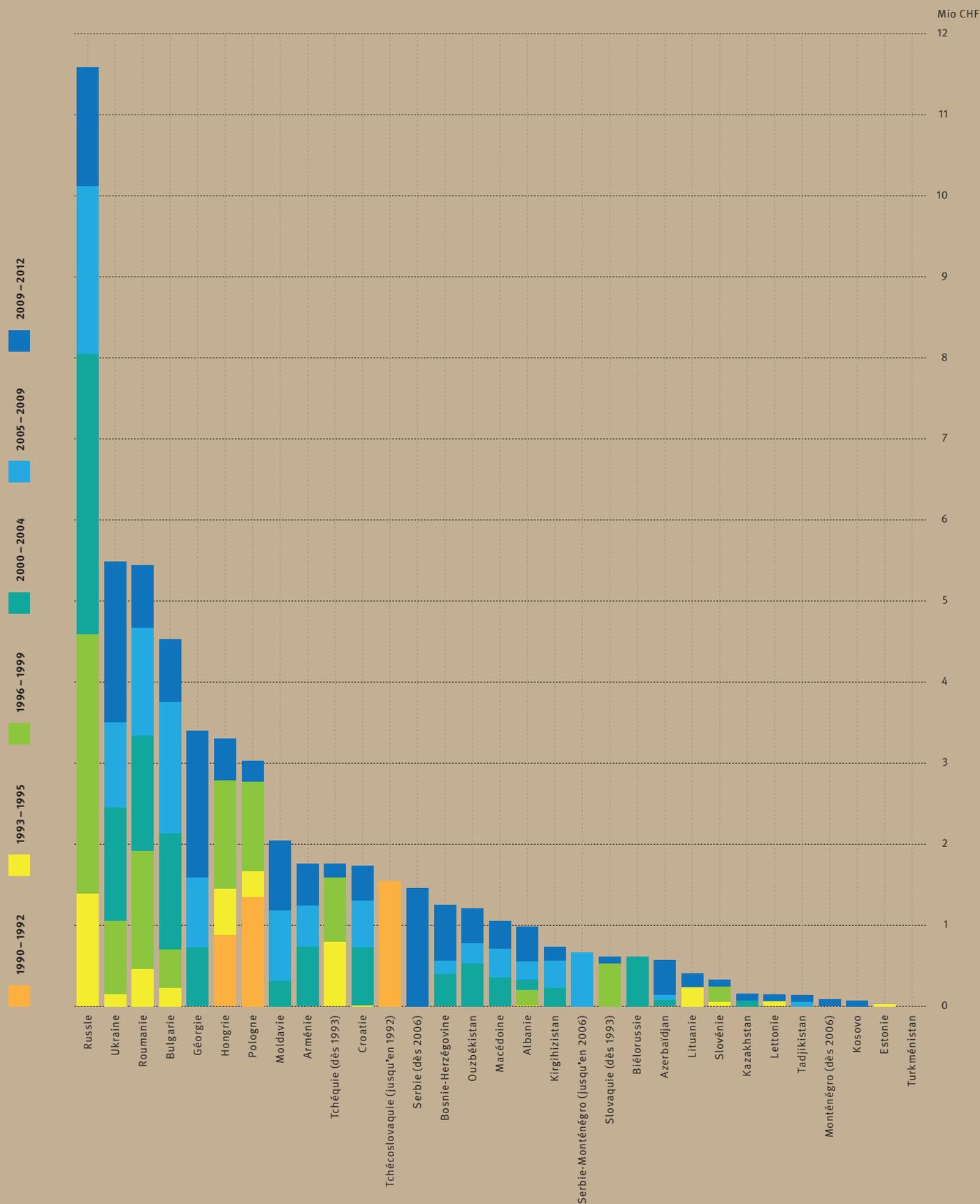
Evelyne Glättli rappelle que, dans les pays socialistes, pendant la Guerre froide, la science et la recherche n'étaient pas organisées de la même façon qu'en Europe occidentale. Les académies assuraient la recherche fondamentale alors que les universités ne faisaient pratiquement pas de recherche. Elles n'étaient que des lieux d'enseignement, avec une forte orientation idéologique. Venaient ensuite des instituts qui menaient une recherche sectorielle, limitée à l'agriculture par exemple. Entre ces trois domaines, il n'y avait pratiquement aucun échange. Par ailleurs, l'organisation et les processus étaient souvent peu efficaces. Un seul institut pouvait facilement employer plusieurs centaines de personnes. Mais la collaboratrice du FNS souligne aussi l'excellence de nombreux chercheurs en Europe de l'Est et la tradition russe de grande puissance scientifique.

## Partenariats enrichissants

«Les projets communs avec des collègues est-européens revêtent donc aussi un intérêt pour les chercheurs de Suisse», poursuit-elle. En sciences naturelles et en sciences de l'ingénieur, notamment, la collaboration peut s'avérer particulièrement intéressante. Dans ce domaine, les jeunes chercheurs talentueux sont en effet nombreux en Europe orientale. Autre intérêt du programme SCOPES pour nos scientifiques: l'Europe de l'Est abrite des archives, des écosystèmes ou des groupes de patients qui n'existent pas en Suisse.

Souvent, relève Evelyne Glättli, les projets SCOPES ont leur source dans des partenariats ou des contacts préexistants entre des chercheurs des pays de l'Est et de Suisse. Certains partenaires helvétiques sont d'ailleurs originaires d'Europe de l'Est et entretiennent encore des relations avec leur pays d'origine. A l'instar de Mikhail Shaposhnikov, du Laboratoire de physique des particules et de cosmologie de l'EPFL. Ce professeur russe a déjà dirigé deux

**SCOPES finance depuis vingt-cinq ans des partenariats de recherche entre la Suisse et les pays d'Europe de l'Est.**



projets SCOPES avec des collègues de son ancienne patrie, mais aussi d'autres pays d'Europe orientale. Chercheur en Union soviétique jusqu'en 1991, il a gardé des contacts avec de nombreux scientifiques. Etant donné la recherche remarquable menée par ces pays dans son domaine, Mikhail Shaposhnikov a trouvé «tout à fait naturel» de reprendre contact avec ses anciens collègues et d'initier les projets SCOPES qui ont été «couronnés de succès», dit-il. Pour les partenaires est-européens, les soutiens financiers étaient très importants: «En Russie, en Ukraine ou en Géorgie, les post-doctorants gagnent à peine de quoi vivre, ce qui les oblige à avoir des emplois annexes, remarque-t-il. Grâce à SCOPES, les participants au projet ont pu se concentrer complètement sur la science.» Pour les partenaires suisses, ajoute-t-il, il était intéressant «de voir débarquer ces jeunes chercheurs enthousiastes, venus faire de la recherche avec nous».

### Coûts non couverts

Dans le cas de Thomas Breu, du Centre interdisciplinaire pour le développement durable et l'environnement (CDE) de l'Université de Berne, ce sont aussi des contacts préexistants qui ont mené à un projet SCOPES. Le chercheur a travaillé pendant plusieurs années, dans le cadre du Pôle de recherche national (PRN) «Nord-Sud», avec des partenaires du Tadjikistan et du Kirghizistan. Un projet SCOPES où des chercheurs de ces deux pays d'Asie centrale ont été formés à l'application de systèmes d'information géographique a offert la possibilité de renforcer ce partenariat. «Nous aussi, nous en avons profité», précise-t-il. Des étudiants suisses de master ont ainsi beaucoup appris sur les défis locaux. Par ailleurs, de tels projets permettent de rester présent sur place et de maintenir l'accès à des informations actuelles. Même si, côté suisse, ces projets ne couvrent pas leurs coûts, admet Thomas Breu.

Evelyne Glättli confirme qu'en termes de fonds les projets SCOPES ne sont pas particulièrement attrayants pour des chercheurs de notre pays. «La plus grande partie des montants alloués vont aux partenaires est-européens du projet», indique-t-elle. Les chercheurs suisses qui participent ne reçoivent que de quoi couvrir certaines dépenses particulières, comme les frais de voyage. Néanmoins, l'instrument d'encou-

agement est très apprécié: 350 requêtes ont été déposées l'an dernier. «Alors que nous en escomptions environ 200», affirme Evelyne Glättli. Résultat: les fonds d'encouragement disponibles n'ont permis d'autoriser que près de 20% des demandes, et beaucoup de bons projets ont dû être refusés.

Comparée à d'autres structures d'encouragement dotées de programmes similaires, la diversité des pays avec lesquels la Suisse collabore dans le cadre de SCOPES est exceptionnelle. De nombreux Etats de l'Union européenne (UE) se limitent à un pays ou à une région, par exemple à l'Asie centrale. Au cours des vingt-cinq dernières années, les points forts des projets se sont sans cesse déplacés. Des contrées comme les Balkans, le Caucase du Sud et les pays d'Asie centrale sont venus s'ajouter aux bénéficiaires. Ainsi, la Serbie et la Géorgie comptent aujourd'hui parmi les partenaires SCOPES les plus fréquents, à côté de pays comme la Russie, l'Ukraine, la Bulgarie et la Roumanie. «La Serbie semble avoir ré-évalué l'importance de la recherche pour son développement», fait valoir Evelyne Glättli. Les chercheurs serbes qui obtiennent des fonds de recherche SCOPES touchent de la part de leur gouvernement des fonds supplémentaires, en guise de «récompense».

Au cours des vingt-cinq dernières années, des centaines de projets SCOPES ont fait avancer la science en Europe de l'Est et dans les Etats qui ont succédé à l'Union soviétique. Il s'agit d'assurer une «remise en forme» de la recherche en Europe orientale, pour qu'elle soit en mesure de participer aux programmes de l'UE, explique Evelyne Glättli. D'un côté, tous les scientifiques n'ont pas l'habitude de rédiger les requêtes correspondantes et de placer leurs résultats dans des revues scientifiques. De l'autre, même un quart de siècle après la chute du mur, les structures de nombreux pays ne sont toujours pas comparables à celles d'Europe occidentale. «Les équipes soutenues sont comme des cellules germinales qui initient les changements nécessaires», conclut Evelyne Glättli. Et chaque nouveau projet représente le terreau idéal pour consolider les compétences et améliorer les réseaux.

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

«Les équipes soutenues sont comme des cellules germinales qui initient les changements.»

Evelyne Glättli,  
Fonds national suisse



Manu Friederich

## «Il ne s'agit pas de résoudre les problèmes des partenaires, mais d'améliorer la recherche»

L'importance des collaborations de recherche est incontestée. Mais on oublie souvent celles menées avec les pays émergents. Elles peuvent aussi s'avérer significatives pour la recherche en Suisse, affirme Laurent Goetschel, chercheur spécialiste de la paix à l'Institut européen de Bâle. *Par Roland Fischer*

**Laurent Goetschel, vous plaidez pour qu'en matière de recherche la Suisse collabore aussi avec des pays à peine visibles dans le monde scientifique. Parlez-vous alors de «recherche en développement» ou de «recherche Nord-Sud»?**

Le terme de recherche en développement est proche de celui d'aide au développement: une recherche censée fournir les idées sur la meilleure manière de faire du travail de développement. Je préfère parler de recherche sur des problèmes et des défis globaux dans des contextes locaux. Cette attache géographique compte en raison des différences d'approches. Celles-ci vont des questions de gouvernance à l'assainissement, en passant par la pauvreté et la mondialisation. Leur dénominateur commun: aborder un thème de recherche en collaboration avec des partenaires venant de pays avec des niveaux socio-économiques différents.

### **Cela n'implique-t-il pas forcément du paternalisme?**

C'est un préjugé que ce genre de recherche combat depuis longtemps: l'aide excluait l'excellence et inversement. Or, il ne s'agit pas de résoudre les problèmes des partenaires, mais d'améliorer la recherche, ensemble, avec des avantages pour les deux parties. Il est clair que les conditions nécessaires à ce genre de projets Nord-Sud ne seraient fréquemment pas réunies pour des scientifiques sur place. La recherche dans notre pays profite toutefois également de ce type de collaboration. Là aussi, cela peut mener à l'excellence.

### **Par exemple?**

En testant dans d'autres contextes des concepts et des réflexions déjà connus. Certains sujets, qui nous concernent directement, ne peuvent être étudiés de manière intéressante qu'en collaboration avec de tels partenaires: la biodiversité, les matières premières, la santé, les migrations. Discuter avec des Soudanais de projets de paix, c'est passionnant et cela ouvre des perspectives très différentes.

### **Et la fuite des cerveaux? Ces collaborations n'ont-elles pas surtout pour effet de pousser les chercheurs prometteurs à émigrer?**

90% des chercheurs concernés dans des pays émergents poursuivent leur recherche sur place. Nous savons comment aménager les projets pour qu'ils ne quittent pas leur pays.

### **Le Pôle de recherche national «Nord-Sud» s'est achevé l'an dernier. En matière de structures durables, qu'a-t-il produit?**

Il ne sera guère possible de maintenir en l'état les réseaux de recherche bien établis avec différents pays. Les simples financements de projets n'y suffiront pas. C'est regrettable. Sur ce point, les conditions sont actuellement moins bonnes que pendant le PRN «Nord-Sud».

Roland Fischer est journaliste scientifique libre.

Laurent Goetschel est président de la Commission pour le partenariat scientifique avec les pays en développement (KFPE), qui fête cette année ses 25 ans d'existence. La KFPE a pour but d'encourager une collaboration de recherche égalitaire avec les pays en développement et en transition.

# Le patient européen

Le projet EUPATI a pour objectif d'impliquer davantage les organisations de patients dans la recherche clinique. La Suisse y participe aussi. *Par Irène Dietschi*

**L**es fondateurs de la plate-forme Internet patientslikeme.com ont réalisé, il y a dix ans déjà, que les patients, dans le système de santé moderne, ne se contentent plus de jouer humblement les cobayes. Certaines évolutions, comme la médecine personnalisée, créent de nouveaux rapports de force où les patients veulent avoir leur mot à dire et participer aux décisions. «PatientsLikeMe» utilise le partage de données de santé pour leur permettre de participer aux innovations thérapeutiques, mais aussi de les contrôler en regroupant les intérêts sur Internet ou en facilitant d'autres démarches de recherche, tel le «crowdsourcing» (collecte de données par les usagers).

L'Union européenne franchit à présent une étape supplémentaire, en impliquant davantage les patients dans la recherche clinique. Le réseau EUPATI (European Patients' Academy) entend connecter les organisations de patients de douze pays

européens, et les mettre en relation avec des représentants de l'industrie et avec des institutions académiques de recherche. Vingt-neuf groupements européens (représentants d'organisations de patients, d'organisations à but non lucratif et des plus grandes firmes pharmaceutiques) se sont associés dans le cadre d'un consortium, sous l'égide du Forum européen de patients. «Dans la recherche clinique, le patient passe de la périphérie au centre et devient un partenaire», fait valoir Annette Magnin, directrice de la Swiss Clinical Trial Organisation (SCTO). Avec le Conseil positif suisse (organisation de patients atteints du VIH), l'Hôpital universitaire de Bâle et une représentation de l'industrie, la SCTO est en train d'initier EUPATI à l'échelle de la Suisse.

EUPATI a pour objectif de produire des informations axées sur le patient et de former des personnes qui les représentent et défendent leur point de vue lors du développement de nouveaux médicaments et concepts thérapeutiques. Ce processus se joue à plusieurs niveaux: des patients «experts» formés transmettent leurs connaissances aux représentants responsables des organisations de patients qui, à leur tour, informent leurs membres. Le tout est accompagné d'informations sur Internet, disponibles pour tous.

## Evaluation par des profanes

Mais de quels besoins des patients parle-t-on? Pas de maladies particulières ou de traitements, souligne Annette Magnin. Mais de sujets qui concernent beaucoup de monde: la médecine personnalisée, les bénéfices et les risques de nouveaux médicaments ou la responsabilité et le rôle actif des patients lors des études cliniques. «Des malades bien informés jouent un rôle clé lorsqu'il s'agit de réaliser des stratégies de recherche clinique ou d'améliorer les protocoles thérapeutiques»: tel est le principe de base d'EUPATI. La démarche rappelle un peu celle des groupes de citoyens, populaires dans les années 1990. Il est bien possible que la pertinence des études cliniques s'améliore si celles-ci sont soumises dès le début à l'évaluation critique de profanes.

Le réseautage international représente un avantage fondamental pour les personnes concernées en Suisse. «Par le biais d'EUPATI, les organisations de patients, dont les ressources sont généralement limitées, peuvent recourir à l'infrastructure et aux ressources d'un réseau paneuropéen», relève Annette Magnin. A ses yeux, l'accès international est essentiel pour l'autonomisation («empowerment») des patients et permet d'étoffer les moyens d'action.

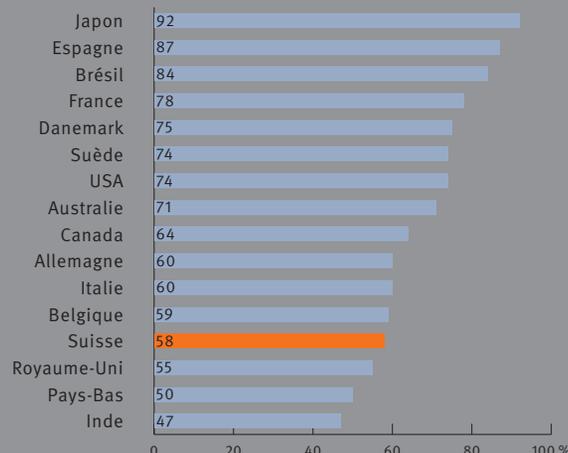
Irène Dietschi est journaliste scientifique libre.

## Etrangers parmi les chercheurs en % (2011)

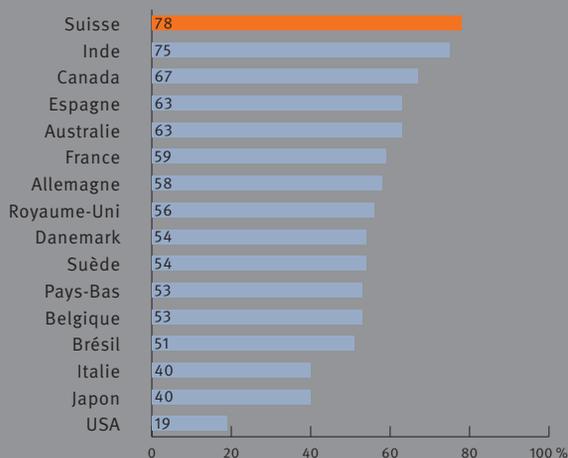
– et par pays d'origine (%; uniquement les parts de plus de 10%)



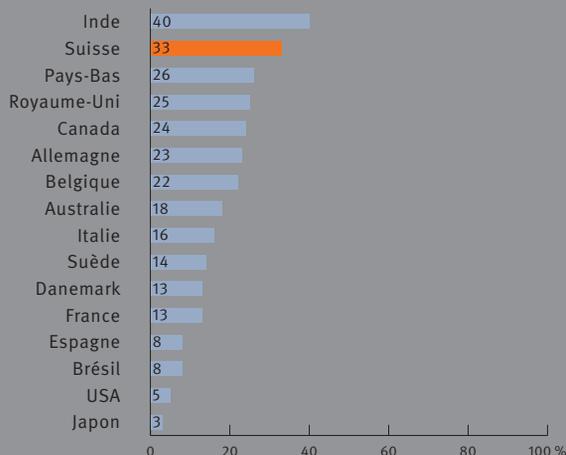
## Taux de retour des chercheurs avec expérience à l'étranger (%)



## % des chercheurs avec expérience à l'étranger



## % des chercheurs qui sont actifs à l'étranger (2011)



## Une recherche suisse très internationale

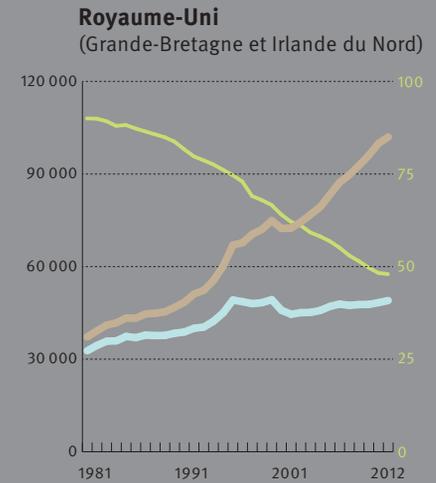
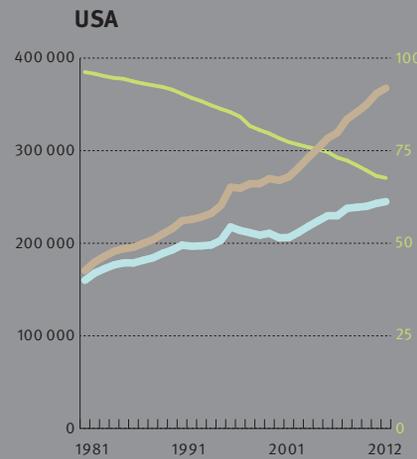
Chiara Franzoni, Giuseppe Scellato et Paula Stephan ont publié à la fin 2012 la plus vaste étude comparative sur la mobilité des chercheurs jamais réalisée jusqu'ici. Ils ont écrit à 47 304 personnes dans seize pays et ont reçu 17 182 réponses. Les e-mails des destinataires figuraient dans des travaux de recherche parus en 2009 dans les domaines de la biologie, de la chimie, des sciences de la Terre et de l'environnement ainsi que des sciences des matériaux. 70% des articles dans ces cinq secteurs provenaient des seize pays répertoriés. Les chercheurs en Chine n'ont malheureusement pas pu être pris en compte, moins de 5% d'entre eux ayant répondu. La Suisse s'est révélée être le pays dont la recherche est la plus internationalisée, à divers points de vue. Plus de la moitié des scientifiques et des étudiants qui y sont actifs ont déclaré qu'ils habitaient dans un autre pays à 18 ans, ce qui signifie qu'ils venaient de l'étranger. Quant aux chercheurs d'origine suisse, ce sont eux qui, au cours de leur carrière, ont engrangé le plus d'expériences ailleurs. Au moment du sondage (2011), ils étaient parmi les chercheurs les plus souvent actifs à l'étranger (2e rang avec un pourcentage de 33%). A l'inverse, ils occupaient la queue du peloton pour ce qui est du taux de retour au pays. Interrogés sur les raisons qui les avaient poussés à aller voir ailleurs, les sondés de tous les pays ont notamment mentionné les avantages pour la carrière et l'attrait exercé par d'excellents collègues et instituts. Une meilleure qualité de vie ou des salaires plus élevés ont joué un rôle moins important. *va*

D'après des données tirées de C. Franzoni, G. Scellato & P. Stephan (2012): *Foreign-born scientists: mobility patterns for 16 countries*. *Nature Biotechnology* 30: 1250–1253.

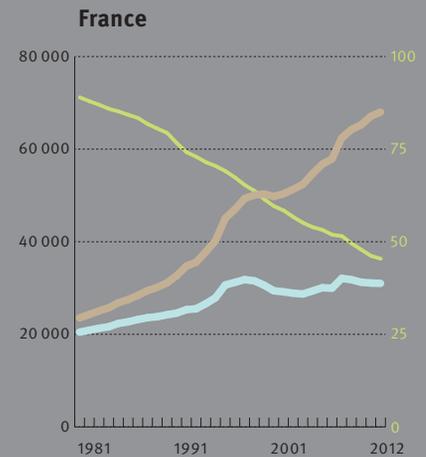
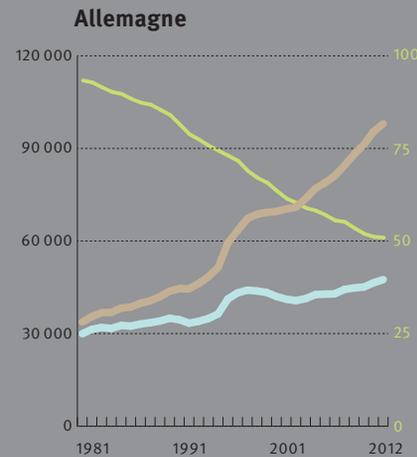
## Destinations et mouvements migratoires

Le graphique ci-dessous donne des indications en pour cent sur les pays dans lesquels les chercheurs en sciences naturelles ont émigré (uniquement les parts de plus de 10%). En 2011, 34% des scientifiques suisses partis à l'étranger travaillaient aux USA et 30% en Allemagne.



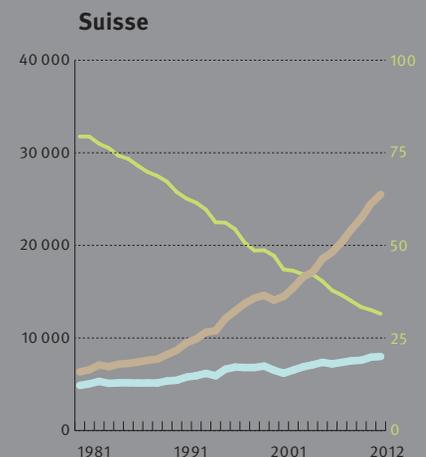


— Nombre total d'articles  
— Articles nationaux  
— Part articles nationaux (%)



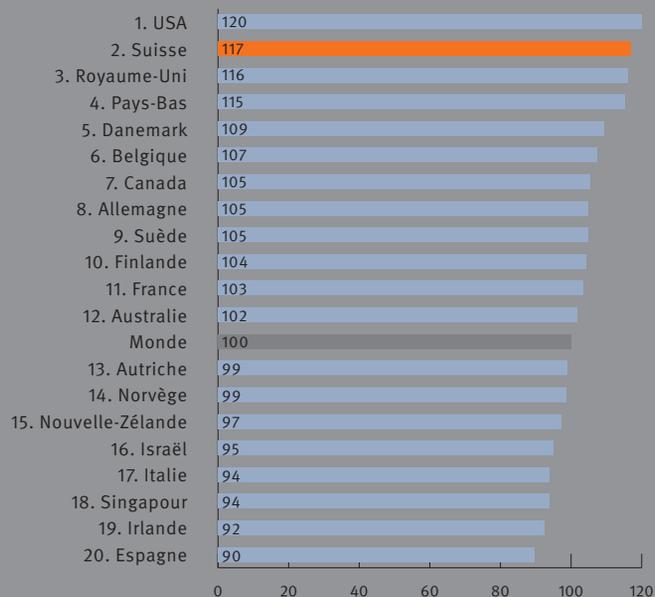
## Les articles internationaux dopent le nombre de publications

Jonathan Adams a analysé l'origine des auteurs de 25 millions d'articles scientifiques. Les publications nationales rédigées par un ou plusieurs auteurs du même pays ont été opposées à des articles internationaux dont un coauteur au moins venait d'un autre pays. Dans les six pays présentés ici, la hausse des publications de recherche au cours des trente dernières années est presque exclusivement imputable à l'augmentation des articles internationaux, le nombre des articles nationaux étant resté relativement stable. En Suisse, la part des publications nationales est passée de 77 à 31% (ligne vert clair dans le graphique). Deux tiers des articles ont donc aujourd'hui un ancrage international. Dans les autres pays, ce n'est le cas que pour environ la moitié d'entre eux. Aux Etats-Unis, les chercheurs sont certes des partenaires appréciés par les scientifiques des autres pays, mais ils publient moins d'articles internationaux que leurs collègues européens. Jonathan Adams a aussi révélé que les publications internationales étaient davantage citées que celles qui étaient purement nationales. *va*

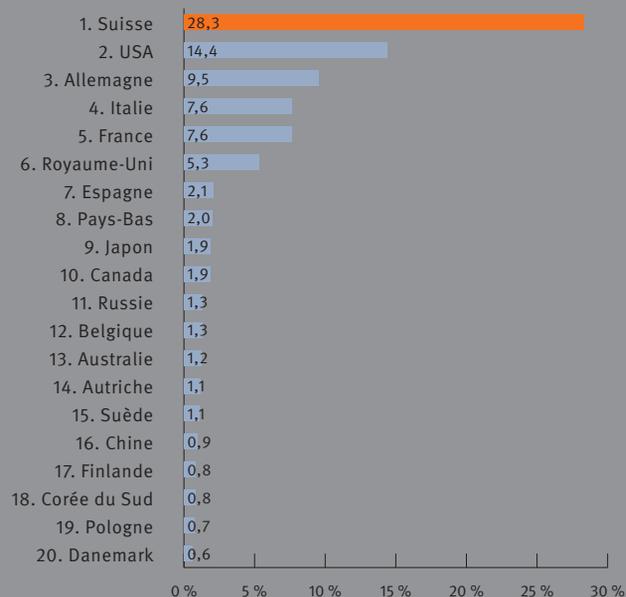


D'après des données de «Web of Science» de Thomson Reuters publiées dans: J. Adams (2013): *The fourth age of research*. *Nature* 497: 557-560.

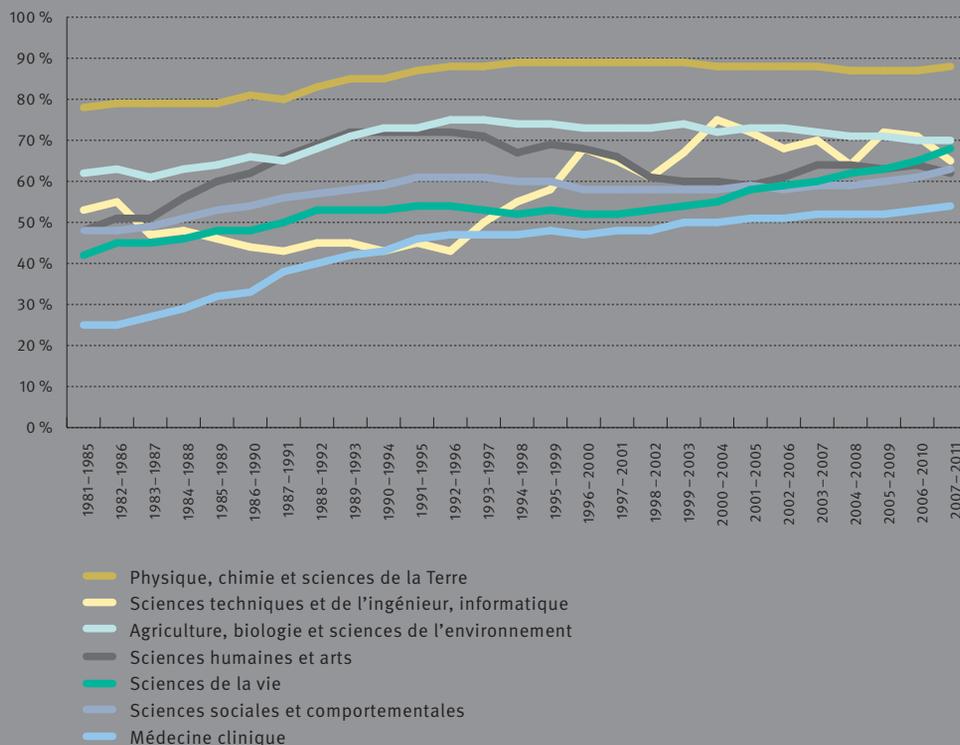
**Nombre relatif des citations de publications (impact, 2007–2011)**



**Pays d'origine des coauteurs de chercheurs suisses (2007–2011)**



**Evolution de la part des partenariats internationaux de la Suisse par domaine**



Du fait de l'ancrage international de sa recherche, la Suisse occupe aussi une place de choix en ce qui concerne les citations d'articles. Sur les publications internationales des chercheurs suisses figurent en première ligne des scientifiques des Etats-Unis et des pays voisins. Le domaine de recherche «physique, chimie et sciences de la Terre» donne lieu au plus grand nombre de collaborations internationales. Ce qui s'explique aussi par la présence dans notre pays de laboratoires de recherche internationaux comme le CERN. En «sciences humaines et arts», le nombre d'articles écrits en collaboration est certes toujours minoritaire (environ 35%), mais lorsque la coopération existe, elle est, elle aussi, majoritairement internationale (seuls des articles d'auteurs suisses qui sont le fruit d'une collaboration entre institutions ont été retenus pour l'analyse). *va*

D'après des données de Thomson Reuters (SCI/SSCI/A&HCI) publiées dans: *Analyse bibliométrique de la recherche scientifique en Suisse 1981–2011*, rapport du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation SEFRI (2014).

# Objectif Terres!

A l'Observatoire astronomique de l'Université de Genève, Stéphane Udry traque les exoplanètes. Son terrain de chasse favori est la zone habitable autour des étoiles, un endroit susceptible de voir se développer la vie. *Par Philippe Morel*

Il est des parcours qui se jouent à bien peu de choses, à l'instar de celui de Stéphane Udry, directeur de l'Observatoire astronomique de Genève. Il y a vingt ans, au terme des deux ans de postdoc à la Rutgers University (New Jersey, Etats-Unis) grâce à une bourse du Fonds national suisse, le jeune astronome songe à regagner la Suisse. Après cette expérience, il hésite fortement à poursuivre une carrière scientifique: les places sont rares et la vie de chercheur vagabond est très contraignante, peut-être trop au goût de celui qui entend privilégier sa vie de famille. Il envisage de se lancer dans l'enseignement.

Mais un coup de téléphone vient bouleverser les cartes: l'astronome genevois Michel Mayor lui propose un poste de maître-assistant à l'Observatoire de Genève. Il a en effet un grand besoin de l'expertise de ce spécialiste en dynamique pour l'étude d'étoiles binaires, ces couples d'étoiles très proches qui tournent l'une autour de l'autre. «A ce moment, la vie décide pour moi, et je me trouve embarqué dans une folle aventure qui est loin d'être achevée», explique Stéphane Udry.

L'aventure en question relève davantage d'une révolution scientifique, dont il se considère modestement comme un témoin privilégié: la découverte des premières exoplanètes. «Peu après mon arrivée à Genève, j'introduisais le doctorant Didier Queloz à certains outils d'analyse, relève le scientifique. Alors que nous analysions des données récoltées en Provence, nous avons vu tout à coup la potentielle signature d'un corps en orbite autour de l'étoile 51 Pegasi.»

Sur le moment, Michel Mayor et Didier Queloz ne réalisent pas vraiment la portée de leur découverte. Ils reprennent leurs calculs et passent l'année suivante à éliminer l'une après l'autre les explications

concurrentes. Lorsque l'annonce tombe officiellement, le 6 octobre 1995, une tempête médiatique s'abat sur l'Observatoire. «La fascination du public pour les exoplanètes est immense. Qui dit autre système solaire dit autre Terre, et la possibilité d'une vie extraterrestre. Des sujets qui renvoient automatiquement aux questionnements sur nos propres origines», poursuit le chercheur.

## Une surprise après l'autre

Depuis vingt ans, l'astronome va de surprise en surprise: les autres mondes qu'il découvre avec ses collègues se révèlent bien différents de ce qui était jusqu'alors leur unique étalon, le système solaire. Il en va ainsi de Kepler-16b, une planète rocheuse qui voit deux soleils parcourir ses cieux, à l'image de la planète Tatooine imaginée par Georges Lucas dans «La Guerre des Etoiles». «Cette diversité qu'offre la nature me fascine, avoue Stéphane Udry. Pour l'appréhender, l'imagination est indispensable. En ce sens-là, l'astronomie, tout comme les autres disciplines scientifiques d'ailleurs, se rapproche de l'art: la technique ne suffit pas, il faut de l'imagination pour créer et avancer.»

Cette ouverture d'esprit peut se révéler capitale. Une équipe américaine possédait, par exemple, ses propres données sur des étoiles de même type qui se sont par la suite également avérées abriter des exoplanètes. Mais, influencée par les modèles alors en cours, elle cherchait des oscillations de l'ordre de onze ans - la période de Jupiter - alors que la durée des orbites des premières exoplanètes détectées est plutôt de quelques jours.

Son imagination, Stéphane Udry l'a nourrie dès son enfance avec la littérature fantastique et la science-fiction. «Celle





«Je suis convaincu que la vie existe ailleurs dans l'Univers.»

d'Isaac Asimov, par exemple, avec une solide base scientifique, pas les histoires de petits hommes verts», précise-t-il. Bien qu'il passe de nombreux soirs couché dans l'herbe à contempler le ciel nocturne de son Valais natal, il ne se sent pas vraiment attiré par l'astronomie amateur, c'est plutôt l'infinité de l'espace qui le fascine. Ce n'est d'ailleurs qu'après son retour en Suisse qu'il commence à véritablement observer le ciel depuis le télescope de l'Observatoire de Haute-Provence.

#### **Navigateur solitaire**

Il se rend peu après à l'Observatoire austral européen de La Silla, au Chili. Cette région de l'Amérique du Sud est réputée pour la grande pureté de son ciel, une qualité due à un mélange d'altitude, de sécheresse et d'absence de pollution lumineuse. Mais davantage que le ciel du sud, ce sont les couchers de soleil sur les Andes qui le marquent. «Là-bas, je me suis rapidement retrouvé seul à devoir m'occuper du télescope suisse Euler, note-t-il. Accoudé à la rambarde face à l'immensité du désert et de l'océan Pacifique, j'avais l'impression d'être un navigateur solitaire, seul maître à bord, après Dieu.» Le Valaisan d'origine découvre aussi le côté bienfaisant de ses longs séjours au Chili: qualités de la lumière et de l'air vont de pair, ce qui lui permet durant plusieurs années de fuir un rhume des foins naissant.

Sous la houlette de Michel Mayor d'abord, puis de Stéphane Udry, le groupe de chercheurs de planètes de l'Université de Genève s'est rapidement taillé une réputation mondiale. Cette dernière est basée non seulement sur le savoir observationnel, mais aussi sur le développement de l'instrumentation idoine, comme les spectrographes HARPS ou ESPRESSO. Au niveau suisse, l'astronome se réjouit de la naissance du nouveau Pôle de recherche national «PlanetS». «Il nous permet d'atteindre

une masse critique et de développer des synergies entre les domaines de compétences instrumentales, observationnelles et théoriques des Universités de Genève, Berne et Zurich, ainsi que de l'EPFZ. De quoi m'occuper durant les dix années qui suivront ma retraite!» dit-il en souriant.

D'ici là, Stéphane Udry entend se vouer à la poursuite du nouveau Graal, celui des planètes de masse et de taille comparables à la Terre et orbitant dans la zone habitable, c'est-à-dire à la bonne distance de leur étoile pour permettre à l'eau de se trouver à l'état liquide. «Je suis convaincu que la vie existe ailleurs dans l'Univers, confie-t-il, même si la probabilité de rencontrer les conditions propices à son apparition est très faible. En face, il y a la taille de l'Univers qui, bien qu'elle ne soit pas infinie, reste considérable!»

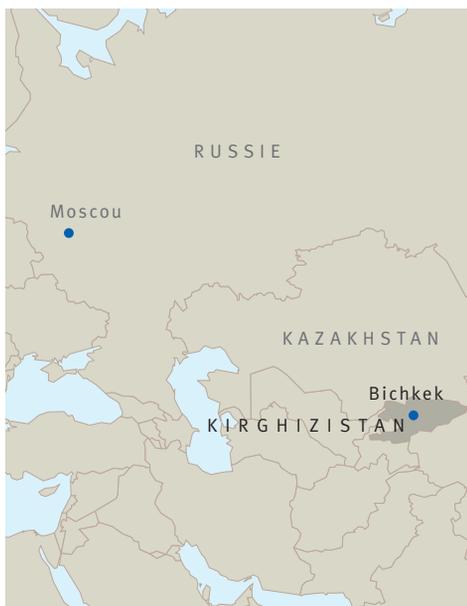
Philippe Morel est rédacteur scientifique du FNS.

#### **Stéphane Udry**

Stéphane Udry est né en 1961 à Vuissè, sur les hauteurs de Sion. Après des études de physique à l'Université de Genève, il effectue un séjour postdoctoral de deux ans à la Rutgers University (New Jersey, Etats-Unis) avec le soutien du FNS. En 2007, il est nommé professeur ordinaire au Département d'astronomie de l'Université de Genève, qu'il dirige depuis 2010. Il est également co-directeur du Pôle de recherche national «PlanetS».

# La magie des racines

Peu de personnes connaissent aussi bien la biologie des racines qu'Inna Kuzovkina. Les cellules végétales qu'elle cultive à Moscou et à Bichkek avec ses collègues kirghizes pourraient bientôt jouer un rôle important dans la lutte contre le cancer.



« La plupart des gens n'imaginent pas à quel point ces racines sont belles. Chez nous, à l'institut de physiologie végétale de l'académie des sciences, elles poussent dans des tubes de verre. Ce sont des cultures très sensibles, et leur entretien demande de bons yeux, du doigté et beaucoup d'attention. Et quand le travail me plaît particulièrement, il m'arrive même de leur parler.

Hors laboratoire, les racines forment une unité avec la pousse, la partie aérienne de la plante. Dans les années 1990 (c'était donc encore à l'époque soviétique), nous avons réussi à cultiver pour la première fois des racines isolées: cela a été à la fois une grande surprise et un triomphe. Nous utilisons différentes souches naturelles d'une bactérie du sol, *Agrobacterium rhizogenes*, qui contamine les racines et active leur croissance. Sous son influence, ces dernières forment de fines racines latérales. Elles n'arrêtent jamais de se développer si l'on prend bien soin d'elles et si l'on transplante régulièrement des petits morceaux de racines dans un milieu de culture frais. Certaines de nos cultures prospèrent depuis plus de vingt ans.

Dans le cadre du projet SCOPES que nous avons mené récemment avec des collègues du Kirghizistan et de Suisse, nous avons créé des cultures de racines de plantes médicinales du genre *Scutellaria*. Au Kirghizistan, il en pousse 32 espèces différentes, dont 17 sont endémiques. Elles ne grandissent que dans ce pays et nulle part ailleurs au monde. Nombre d'entre elles sont

Les biologistes suisses et kirghizes (Inna Kuzovkina, deuxième depuis la gauche) cueillent des plantes médicinales au nord du Kirghizistan (photo de droite). En laboratoire, ils cultivent leurs racines (photo tout à droite). Les recherches ont été soutenues par le programme SCOPES (voir p. 15).

Photos: Baktybek Asanakunov, G. A. Lazkov, Inna Kuzovkina, Anastasia Guseva



de plus en plus menacées, en raison des cueillettes incontrôlées. Avec nos cultures, nous espérons contribuer à la conservation par biotechnologie de la diversité végétale au Kirghizistan.

La scutellaire du Baïkal, *Scutellaria baicalensis*, fait l'objet d'une exploitation intense, notamment parce qu'en médecine chinoise, elle est considérée comme la deuxième plante médicinale la plus importante. En Occident aussi, elle est l'objet de toujours plus d'attention, depuis que l'on sait qu'elle contient certaines substances comme la wogonine. On a découvert, il y a quelques années, que cette flavone était inoffensive pour les cellules saines mais mortelle pour certaines cellules cancéreuses. Or, comme beaucoup d'autres produits du métabolisme végétal, la wogonine se concentre exclusivement dans les racines. Nos cultures revêtent donc un grand intérêt pour l'industrie pharmaceutique.

Ce d'autant plus qu'à côté des cultures de racines, nous avons aussi réussi à réaliser des cals de *Scutellaria andrachnoides*, une scutellaire menacée et endémique du Kirghizistan. Les cals sont des amas de cellules qui sont repassées à un stade indifférencié. Et qui, ensuite, se multiplient telles des espèces de cellules souches végétales. Contrairement aux cultures de racines, les cals ne forment pas de vraies racines, mais poussent simplement en amas cellulaires informels.

Lorsque nous avons analysé, avec nos doctorants, le contenu des cellules, nous avons été étonnés de constater que les cultures de cals contenaient presque ex-



clusivement de la wogonine, alors que les cultures de racines renfermaient différentes flavones. Cela devrait réduire considérablement l'investissement nécessaire pour isoler cet anticancéreux potentiel.

J'ai 75 ans et ne voyage plus aussi facilement qu'avant. Mes collègues du Kirghizistan se sont donc rendus plus souvent à Moscou que nous ne sommes allés, mon groupe et moi, à Bichkek. Avec ma collègue, nous avons supervisé, il y a de nombreuses années, l'actuelle directrice du laboratoire de biotechnologie végétale de l'académie nationale du Kirghizistan, Anara Umralina. Depuis toutes ces années, une amitié nous lie. Mais sans le généreux soutien financier venu de Suisse, ce projet n'aurait jamais pu être mis en place. Tout notre collectif russo-kirghize en est très reconnaissant.

De nombreux collègues de mon âge continuent à s'intéresser à la science et à travailler comme moi. Cela leur permet d'améliorer leur petite retraite qui, dans mon cas, représente tout juste un tiers de mon ancien salaire. Ce que nous souhaitons toutefois par-dessus tout c'est de transmettre notre expérience. Je voudrais pouvoir un jour remettre mes cultures de racines entre d'autres bonnes mains.»

Propos recueillis par Ori Schipper, rédacteur scientifique du FNS.

# «Le collisionneur est le rêve des physiciens des particules»

Alors que le Grand collisionneur de hadrons (LHC) n'en est qu'au début de son activité, le CERN planche déjà sur son successeur. Il se donne cinq ans pour en esquisser les contours, relève le physicien Olivier Schneider.



Valérie Chételat

**Olivier Schneider, les physiciens sont-ils déjà lassés par ce qu'on a présenté comme la plus grande expérience scientifique jamais réalisée?**

Non, pas du tout! Les recherches menées au LHC ne font au contraire que commencer. Ce collisionneur a été conçu pour atteindre une énergie de 14 téraélectron-volts (TeV). Jusqu'à présent, nous n'en avons atteint guère plus de la moitié. En montant en énergie dès 2015, puis en mettant à jour la machine et les expériences en 2020 et 2025, s'ouvrira un domaine d'exploration encore vierge, offrant la perspective de découvertes intéressantes. Jusqu'ici, le LHC n'a fourni qu'un pour cent des données qu'il est censé livrer. Il y a donc bien assez à faire durant les vingt prochaines années.

**S'il reste tant de choses à réaliser, pourquoi planifier maintenant déjà son successeur?**

Si les premières discussions au sujet du LHC ont débuté en 1984, les premières collisions, elles, ont eu lieu vingt-cinq ans plus tard. Si nous voulons être prêts à reprendre le flambeau du LHC, nous devons nous mettre à l'ouvrage dès aujourd'hui. Le Future Circular Collider (FCC) reposera sur des technologies qu'il reste à développer, notamment au niveau des aimants supraconducteurs, dont il faudra doubler le champ magnétique. En les plaçant dans un tunnel trois à quatre fois plus long que celui

du LHC, nous pourrions atteindre des énergies de l'ordre de 100 TeV, c'est-à-dire une véritable *terra incognita*. Mais n'oublions pas que nous n'en sommes qu'au stade d'une étude de faisabilité et pas d'un projet aux contours clairement définis.

**Ce collisionneur coûterait environ 20 milliards de francs. Est-il raisonnable d'investir l'équivalent de deux décennies du budget que le Fonds national suisse consacre à la recherche fondamentale dans la construction d'une infrastructure destinée uniquement à la physique des particules?**

Je tiens tout d'abord à préciser qu'il n'existe pas encore d'estimation officielle du coût, mais c'est probablement l'ordre de grandeur auquel on peut s'attendre. Je trouve votre comparaison quelque peu trompeuse: aucune nation ne voudra assumer seule le coût d'une telle infrastructure. Elle ne verra le jour que dans le cadre d'une collaboration mondiale. Le FCC représente un outil dont rêvent les physiciens des particules. Mais, à la fin, la décision sera aussi de nature politique. Si les moyens manquent, il faudra revoir le projet à la baisse, tout comme les ambitions.

**Durant les années 1990, les Etats-Unis ont dû abandonner un projet similaire, faute de budget. Ne trouvez-vous pas risqué de tout miser sur un seul collisionneur?**

«Jusqu'à présent, le LHC n'a fourni qu'un pour cent des données qu'il est censé livrer.»

Cela ne signifie pas que l'argent faisait défaut. A la même époque, le budget bien plus important de la NASA n'a, par exemple, pas été touché. Cet épisode a durement frappé la physique des particules américaine. De nombreux laboratoires très actifs dans ce domaine ont dû réorienter leurs recherches, et près de 2000 chercheurs américains ont depuis lors rejoint les expériences du CERN. Abandonner un nouveau projet en cours de route représenterait une catastrophe pire que de renoncer à donner suite au LHC et mettrait en péril le savoir-faire acquis par plusieurs générations de chercheurs. C'est donc aux bailleurs de fonds de prendre leurs responsabilités.

Propos recueillis par Philippe Morel, rédacteur scientifique du FNS.

Olivier Schneider, professeur au Laboratoire de physique des hautes énergies de l'EPFL, préside le Swiss Institute of Particle Physics (CHIPP) et est membre du Conseil du CERN.



## Du sang, de la sueur et des excréments

Des chercheurs venus de Suisse étudient au Tchad certaines maladies parasitaires de l'être humain et de l'animal. Leur objectif: contribuer à améliorer l'état de santé de communautés nomades vulnérables.

*Par Christian Heuss*

**U**ne poignée de main et une chèvre noire en cadeau. C'est ainsi que le chef de clan des nomades Foulbés scelle le projet de recherche. Au cours des vingt dernières années, Jakob Zinsstag, de l'Institut tropical et de santé publique suisse à Bâle, s'est souvent rendu ici, sur la rive sud du lac Tchad. «Seules des relations durables et un respect mutuel nous permettent d'étudier la santé de ces populations», explique-t-il.

Avec la chèvre sur sa surface de chargement, le 4x4 quitte la ville de Gerdaya et s'enfoncé toujours plus loin dans le Sahel. La route est cahoteuse et boueuse. Les premiers oiseaux migrateurs venus d'Europe gazouillent déjà. Et à chaque embranchement, l'étranger se sent de plus en plus désorienté. Un seul homme semble savoir où le voyage conduit. «Mon cerveau est comme un GPS», affirme Ali Baye Abba Abakar en riant. Avec le chauffeur et Hadjé Falmata, l'infirmière, il est la figure centrale de l'équipe d'Helena Greter, doctorante de Jakob Zinsstag. Ali Baye parle les langues

locales et a enregistré sur son portable les numéros de téléphone de nombreuses familles nomades.

Les Foulbés, les Goranes et les Kuris se distinguent les uns des autres par leur mode de vie, leur culture ou leurs itinéraires. Mais ils font tous partie des populations les plus vulnérables, dans l'un des pays les plus pauvres du monde. Comme ces nomades n'ont pas de domicile fixe et se déplacent de pâturage en pâturage avec leurs troupeaux, ils passent à travers les mailles du filet social: il n'y a pas d'écoles, l'accès aux soins médicaux est mauvais et la mortalité infantile élevée.

Jakob Zinsstag poursuit une démarche systémique. «Si nous voulons améliorer la santé de ces gens, nous devons comprendre comment ils vivent», dit-il. La santé n'est pas qu'un problème médical, elle s'inscrit dans un ensemble social et environnemental. Jakob Zinsstag est vétérinaire et épidémiologiste. Il ne collabore donc pas qu'avec des médecins mais aussi avec des géographes, des ethnologues et des experts de santé publique.

### Maigres effets personnels

Malgré le sens de l'orientation d'Ali Baye, Helena Greter et son équipe ont beaucoup de difficulté à trouver le groupe de nomades. Un troupeau de bœufs s'est échappé durant l'après-midi et, du coup, l'endroit qui était prévu pour passer la nuit a changé. Une dizaine de familles campent avec leurs enfants, dispersées sur une surface d'environ 100 mètres carrés, près d'un grand arbre, avec leurs maigres effets personnels, leurs réchauds et leurs tentes bigarrées. Derrière, des bœufs broutent. La fumée de





Helena Greter prélève des excréments (en haut à droite). Des nomades avec une pince pour marquer les bœufs (en haut à gauche), lors de la traite (page de gauche) et de la capture des bêtes (page précédente).

Photos: Christian Heuss

quelques foyers chasse au crépuscule les anophèles qui transmettent la malaria.

Peu après l'arrivée des chercheurs, les hommes se rassemblent et s'asseyent en cercle. Tout en buvant le thé noir, amer et sucré, Helena Greter expose ses plans. Avec son équipe, elle aimerait rendre trois fois visite à ce groupe au cours des prochains mois, afin d'effectuer des tests chez l'homme et l'animal, pour voir s'ils sont porteurs de vers parasites. Son travail cible un problème sanitaire exprimé par les nomades. D'un côté, la grande douve du foie, un trématode parasitaire, infeste souvent leur bétail, avec pour conséquence une baisse de la production laitière et du prix de vente des bêtes. De l'autre, les êtres humains sont fréquemment porteurs d'un trématode cousin, le schistosome *Schistosoma haematobium* qui provoque la bilharziose. Cette maladie, souvent chronique, affaiblit l'état de santé. Elle peut s'accompagner de sang dans l'urine, voire entraîner la mort. Des études montrent qu'un enfant sur dix est infecté.

Ici, l'être humain et l'animal partagent le même biotope. Le mode d'infection par les parasites est-il pour autant le même? C'est la question qui intéresse Helena Greter. Aux points d'eau, elle ramasse des escargots d'eau qui servent d'hôtes intermédiaires aux trématodes, puis détermine combien d'entre eux sont porteurs de larves. A l'aide de ces données et d'un modèle mathématique, il devrait être possible de déterminer le moment optimal pour un traitement simultané chez l'homme et l'animal. Jakob Zinsstag en est convaincu: «De la sorte, à long terme, nous pourrions éliminer complètement l'infestation parasitaire.»

Helena Greter parle en français, Ali Baye traduit. Les nomades posent de nombreuses questions, mais on rit aussi beaucoup. Au cours des prochaines 24 heures, la chercheuse examinera quinze bêtes et quinze personnes. Pour ce faire, elle s'en tient à un protocole strict, autorisé par les commissions d'éthique en Suisse et au Tchad. Pour les cas de maladie, elle a des médicaments sur elle.

### Capture au lasso

Après une nuit sous des moustiquaires, le travail commence dès l'aube. Pour déterminer des infections chez les bovins, il est nécessaire d'analyser des échantillons d'excréments. Les hommes capturent les bêtes au lasso et les tiennent par les cornes. Helena Greter insère profondément son bras gainé d'un gant de plastique dans l'anus de chacune, pour en retirer des excréments frais.

Pendant que les hommes prêtent main forte à la scientifique et que les enfants observent l'agitation inhabituelle, les femmes traient les vaches, battent le beurre ou pilent le maïs pour en faire une sorte de polenta. Après une courte pause, la discussion reprend dans le cercle des hommes pour les analyses à effectuer dans les familles. Les participants sont tirés au sort. Chacun d'entre eux reçoit deux gobelets de plastique blanc: l'un pour l'échantillon de selles, l'autre pour l'échantillon d'urine. Hadjé Falmata, l'infirmière, les interrogera aussi en détail sur leur état de santé, à l'aide d'un questionnaire.

A dix heures du matin, le soleil est déjà ardent, et le temps presse. A l'ombre d'un buisson, Helena Greter installe son labora-

toire de terrain. Un microscope, qui fonctionne à l'électricité solaire, se dresse sur une table pliante. A Bâle, elle s'est exercée à effectuer chaque geste pour l'analyse d'urine et de selles. Mais maintenant, sur le terrain, tout est différent: les mouches bleues se jettent sur les échantillons, la méthode de coloration et le timing doivent être optimisés. Elle distingue cependant déjà, dans le deuxième échantillon d'excréments du bétail, les silhouettes fusiformes, typiques des œufs du ver.

Au cours des prochains mois, elle mènera plusieurs centaines d'analyses de ce genre, les documentera soigneusement et procèdera à une évaluation statistique. Le tableau de la situation sanitaire des nomades du Tchad sera ainsi plus précis. Et la chercheuse apprendra aussi à mieux connaître leur mode de vie. «C'est une opportunité exceptionnelle», note-t-elle, tout en plaçant le porte-objet suivant sous le microscope.

Christian Heuss dirige le département de la communication de l'Institut tropical et de santé publique suisse à Bâle.

# Grouillement bienfaisant

L'agriculture intensive cultive une perspective étroite qui la met hors jeu. En se souciant davantage de la vie souterraine, elle pourrait réduire ses coûts et augmenter son rendement. *Par Ori Schipper*

L'utilisation excessive d'engrais dans l'agriculture est absurde, car les plantes ne valorisent que la moitié du précieux azote qu'ils contiennent. L'autre moitié s'échappe dans l'atmosphère ou va polluer lacs et cours d'eau, une fois rincée par la pluie.

En se focalisant sur le rendement, l'agriculture intensive se met elle-même hors jeu. Et en gaspillant les éléments nutritifs destinés aux plantes, elle occulte le fait, qu'à ce rythme, les réserves mondiales de phosphore seront épuisées d'ici 50 à 100 ans. Les résultats de Franz Bender et Marcel van der Heijden, de la Station fédérale de recherche Agroscope de Zurich-Reckenholz, prouvent que modifier cette perspective peut s'avérer doublement bénéfique.

Dans le cadre d'un essai, ces chercheurs ont montré que la diversité de la vie souterraine améliorerait de manière décisive l'efficacité des substances nutritives dans les cultures de maïs et le blé. Ils ont prélevé de la terre dans un pâturage proche et l'ont stérilisée, avant d'y mélanger tantôt une grande diversité d'organismes du sol, tantôt une diversité plus réduite. Ensuite, de grands récipients (appelés lysimètres) ont été remplis avec ce matériau et munis d'un trou d'évacuation au fond duquel s'écoulait l'eau d'infiltration quand il pleuvait.

## Accélération des cycles

L'analyse chimique de cette eau d'infiltration permet certaines déductions quant à la quantité d'éléments nutritifs rincés. Or, celle-ci varie beaucoup selon que la part des organismes mélangés à la terre dans le lysimètre est importante ou réduite. Si cette terre grouille de bactéries, de champignons et de vers, les cycles d'éléments nutritifs

s'accroissent. Les organismes du sous-sol opèrent une transformation chimique de l'azote et le retiennent. Ainsi, la pluie rince moitié moins d'azote d'un sol très colonisé que d'un sol moins colonisé.

En même temps, les petits organismes libèrent le phosphore, souvent présent sous forme de liaisons chimiques dans la terre et, de ce fait, inaccessible aux plantes. La symbiose avec les champignons mycorrhiziens, notamment, permet au maïs et au blé d'absorber un cinquième de plus d'azote et presque deux fois plus de phosphore s'ils poussent dans un sol avec beaucoup d'humus que s'ils poussent dans un sol avec peu d'humus.

Ces différences ont un impact sur la productivité des plantes. Pour la première fois, les chercheurs ont réussi à démontrer que plus le sol abrite d'organismes diversifiés, plus le maïs et le blé connaissent une croissance forte. «Les organismes du sol et les champignons mycorrhiziens ont le po-

tentiel d'améliorer la qualité et la quantité des rendements agricoles», relèvent Franz Bender et Marcel van der Heijden dans leur article.

Dans le sol des champs exploités de manière intensive, les réseaux d'organismes vivants sont souvent rompus. Résultat: la plupart des éléments nutritifs contenus dans l'engrais ruissellent sans être utilisés, notent encore les scientifiques. L'agriculture aurait beaucoup à gagner si elle adoptait des pratiques, déjà répandues en Suisse, comme l'assolement, la réduction du labourage ou le semis direct qui tiennent mieux compte de la vie invisible du sol. En renonçant au gaspillage de substances nutritives, elle pourrait économiser des coûts liés aux engrais, sans devoir renoncer à un rendement abondant et tout en contribuant, par exemple, à résoudre le problème écologique des lacs surfertilisés.

Ori Schipper est rédacteur scientifique du FNS.



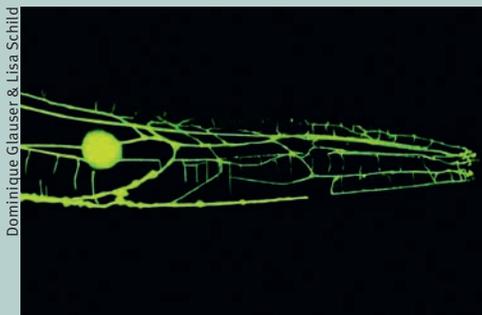
Les plantes que l'on cultive sont fortement influencées par la diversité de la vie souterraine. Photo: Franz Bender

## Soulager la douleur grâce à des vers

Les vers nématodes, qui vivent dans le sol, pourraient faire progresser le traitement de la douleur. Comment? Grâce à l'étude de certains de leurs gènes dont on trouve des homologues chez l'être humain. Dominique Glauser et son équipe de l'Université de Fribourg ont identifié les gènes impliqués dans la perception douloureuse, la nociception, chez le ver *Caenorhabditis elegans*. Les biologistes ont exposé les animaux à des intensités de chaleur différentes et caractérisé deux types de comportement: quand la température est basse, les vers se tiennent simplement éloignés de la source de chaleur. Tandis que lorsqu'elle est élevée, ils adoptent un comportement de fuite.

L'étude de vers mutants, qui sont incapables de se soustraire à la chaleur nocive correctement, renseigne sur les gènes essentiels à l'évitement des sensations négatives. La plupart d'entre eux sont impliqués dans le fonctionnement des neurones sensoriels qui perçoivent la douleur: les nocicepteurs. Comme beaucoup de pathologies liées à la douleur proviennent d'un mauvais signalement de la part de ces nocicepteurs, le modèle du nématode ouvre la voie vers une meilleure compréhension des mécanismes en jeu. Ces résultats et la poursuite des recherches de Dominique Glauser permettent donc d'espérer, à terme, la découverte de nouvelles cibles pour les médicaments analgésiques. *Fleur Daugey*

L.C. Schild, D.A. Glauser (2013): *Dynamic switching between escape and avoidance regimes reduces Caenorhabditis elegans exposure to noxious heat. Nature Communications 4: 2198.*



Dominique Glauser & Lisa Schild

Les cellules nerveuses qui permettent de ressentir la douleur sont aussi largement développées chez le ver.

N. Kalthor & G. Zimmer



La patte de poulet en haut appartient à un animal atteint par la grippe aviaire.

## L'attaque du réplicon

Les réplicons forment une nouvelle classe de vaccins non encore autorisés. Ils possèdent non seulement un nom qui semble tout droit sorti d'un film de science-fiction mais également un potentiel prometteur. Ils sont en effet susceptibles de résoudre deux problèmes auxquels doivent faire face les vaccins habituels contre la grippe aviaire. Basés sur des virus inactivés, ces derniers ne permettent pas, d'une part, de distinguer facilement les poulets vaccinés de ceux qui sont réellement malades. Et, d'autre part, ils ne sont souvent pas en mesure d'empêcher la multiplication et la libération des virus.

C'est pourquoi Gert Zimmer et son équipe de l'Institut de virologie et d'immunologie de Mithelhäusern près de Berne misent sur l'utilisation de particules de virus génétiquement modifiées, c'est-à-dire sur des réplicons. Ces derniers sont dépourvus du gène codant pour la protéine d'enveloppe qui, dans le cas des virus intacts, entoure et protège le génome viral. Sans enveloppe, les réplicons ne sauraient introduire leur génome dans des cellules vivantes, cellules dont ils dépendent pour se multiplier.

Pour fabriquer leur vaccin, les chercheurs ont recours à des cellules auxiliaires qui ont également été génétiquement modifiées et dans lesquelles ils ont implanté le gène de la protéine d'enveloppe. Grâce à elles, le génome des réplicons se voit doté d'une enveloppe. Au moment de la vaccination, ceux-ci sont alors en mesure d'infecter quelques cellules de poulet et d'engendrer une réponse immunitaire. Mais comme ils ne trouvent pas de protéine d'enveloppe dans les cellules de poulet, ils aboutissent dans une sorte d'impasse et ne peuvent pas se multiplier. *ori*

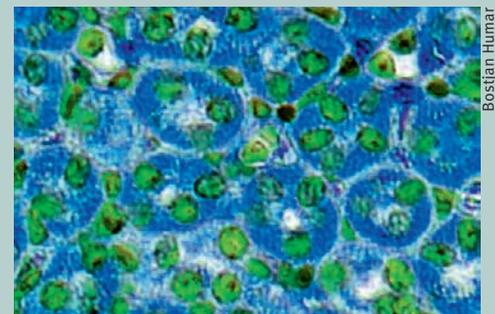
S. Halbherr et al. (2013): *Vaccination with recombinant RNA replicon particles protects chickens from H5N1 highly pathogenic avian influenza virus. PLoS One 8:e66059.*

## Les effets protecteurs de la sérotonine

La sérotonine est un neurotransmetteur qui achemine les influx nerveux dans le cerveau. Elle est aussi présente dans le sang et joue un rôle important pour le fonctionnement de nombreux organes. Dans le foie, par exemple, elle favorise la croissance des cellules. L'organe peut ainsi se régénérer après l'ablation d'une tumeur cancéreuse ou des dommages dus à des substances toxiques, et retrouver son volume d'origine. C'est ce qu'ont constaté des chercheurs de l'Hôpital universitaire de Zurich. L'équipe dirigée par Rolf Graf, de la Clinique de chirurgie viscérale et transplantatoire, vient de découvrir que la sérotonine était également fortement impliquée dans la protection contre les lésions de reperfusion. Celles-ci peuvent survenir après une opération chirurgicale lorsque le sang dont le flux a été interrompu circule à nouveau dans l'organe, causant ainsi des dommages aux tissus.

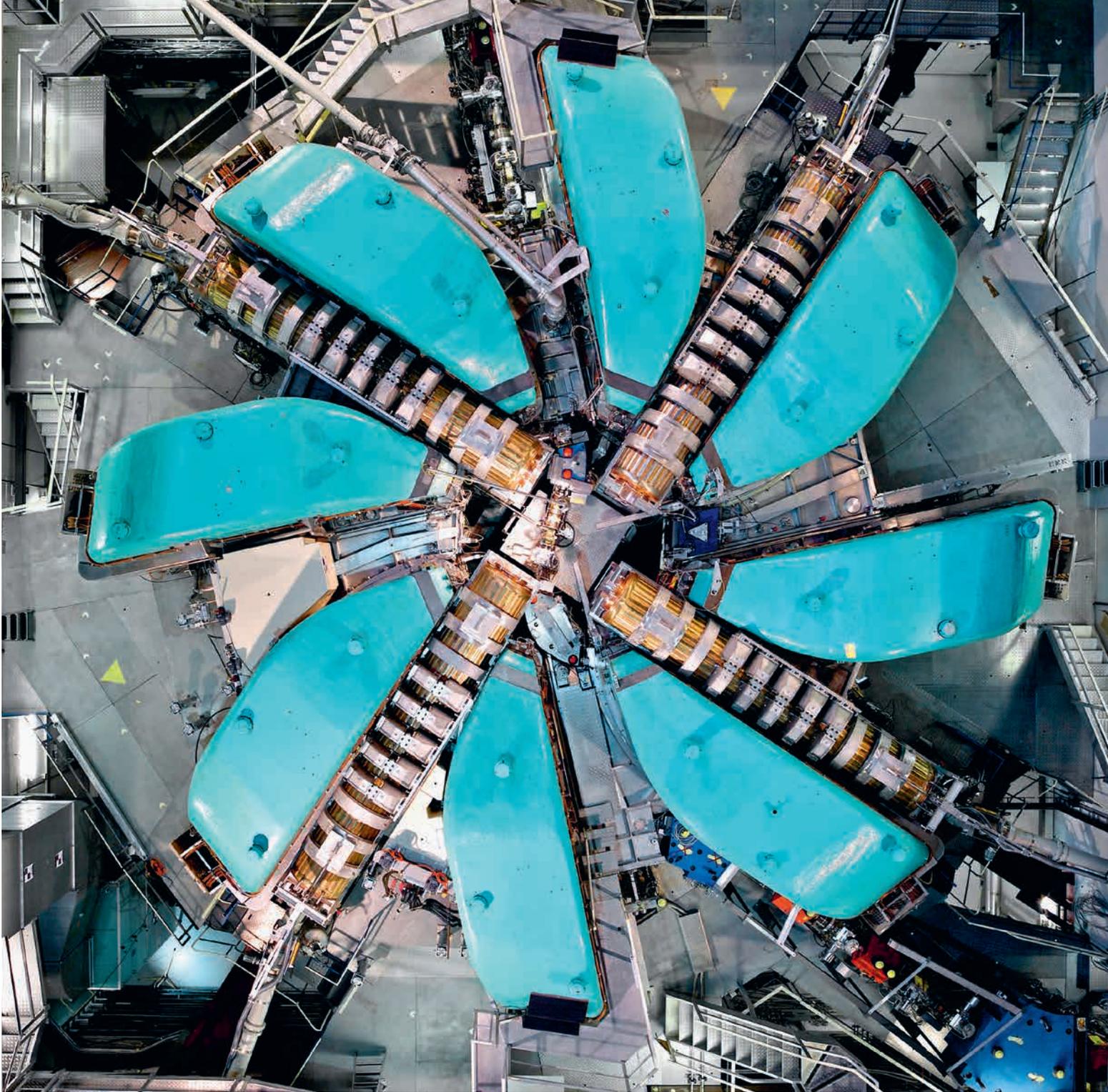
Ces dommages sont susceptibles d'être réduits grâce à la méthode du «préconditionnement». Avant l'opération, les chirurgiens bloquent la circulation sanguine de manière brève et répétée afin de préparer les tissus à l'arrêt de la vascularisation. La méthode fonctionne également lorsque ce blocage a lieu dans une jambe ou un bras éloigné de l'organe concerné. «Le mécanisme en jeu repose sur les mêmes bases moléculaires que celui de la régénération du foie», note Rolf Graf. Des expériences effectuées sur des souris ont en effet montré que ce preconditionnement favorisait la libération de la sérotonine à partir des plaquettes sanguines. *Fabio Bergamin*

C.E. Oberkofler et al. (2014): *Systemic Protection Through Remote Ischemic Preconditioning Is Spread by Platelet-Dependent Signaling in Mice. Hepatology online.*



Bostjan Humar

Bloquer la circulation sanguine pour préserver les tissus. L'effet protecteur se manifeste sous la forme de la coloration bleue des cellules rénales.



L'anneau cyclotron du PSI vu depuis le haut. Photo: Institut Paul Scherrer, Markus Fischer

## Pas une ride

Il y a quarante ans, des ingénieurs et des chercheurs ont construit un accélérateur de protons à l'Institut Paul Scherrer (PSI). Aujourd'hui encore, dans le domaine de la physique, cette installation de recherche figure parmi les meilleures. *Par Simon Koechlin*

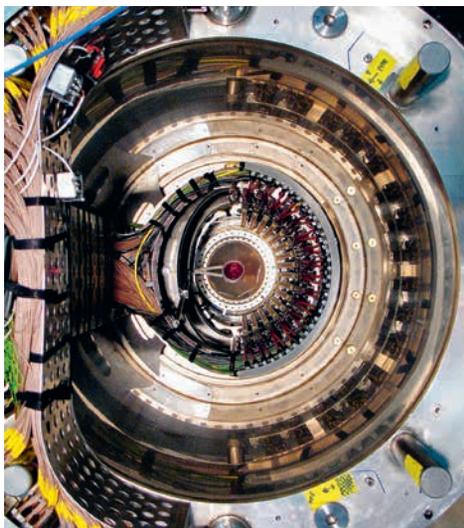
Qui ne tente rien n'a rien. Ce dicton vaut aussi pour la physique moderne. Dans les années 1960, un groupe emmené par Jean-Pierre Blaser et Hans Willax, de l'EPFZ, réclamait un nouveau type d'accélérateur de protons (les nucléons chargés positivement d'un noyau atomique). Un peu partout, leur exigence suscitait la réprobation. «Des physiciens de renom affirmaient que ça ne fonctionnerait pas», rappelle Klaus Kirch, directeur du Laboratoire de physique des particules de l'Institut Paul Scherrer (PSI) à Villigen (AG). Mais Jean-Pierre Blaser et Hans Willax n'en ont pas démordu. L'accélérateur de protons a vu le jour, envers et contre tout, moyennant un crédit de construction de 100 millions de francs. Mis en service voilà quatre décennies, il figure, aujourd'hui encore, parmi les installations de recherche les plus performantes du monde.

Ce succès est dû au courage et à l'ambition de ses deux initiateurs, mais aussi au développement continu de l'installation. Sa grande qualité: être exploitable pour la physique des particules mais aussi pour d'autres domaines de recherche, relève Andreas Pritzker dans son ouvrage «Geschichte des SIN» [Histoire du SIN], où il retrace le développement de l'accélérateur de protons à l'Institut suisse de recherche nucléaire (SIN), un précurseur du PSI.

L'accélérateur de protons a été construit pour la «physique des moyennes énergies». L'objectif était de produire ce qu'on appelle des pions, «des particules importantes pour la cohésion des protons et des neutrons dans le noyau atomique», précise Klaus Kirch. Pour générer des pions et les étudier, on commence par prélever les molécules d'hydrogène d'une bouteille d'hydrogène gazeux, puis on les divise afin d'obtenir des protons. Ces derniers sont injectés dans trois accélérateurs, et pour finir dans ce qu'on appelle l'anneau cyclotron. Là, huit aimants font en sorte que les particules qui circulent soient accélérées chaque fois qu'elles passent de l'un à l'autre. Ce mode d'accélération était révolutionnaire à l'époque de Jean-Pierre Blaser et Hans Willax. Et nettement moins gourmand en énergie que les accélérateurs linéaires. «En termes d'efficacité, l'accélérateur de protons du PSI est le meilleur du monde aujourd'hui», affirme Klaus Kirch.

### De plus en plus efficace

En tout, les protons font environ 180 fois le tour de l'anneau, pour atteindre environ 80% de la vitesse de la lumière. Puis ils



Grâce à cet appareil, les physiciens montrent comment les muons se désintègrent. Photo: Institut Paul Scherrer, Malte Hildebrandt

sont «extraits» de l'accélérateur et dirigés vers des cibles de carbone. Cette collision produit des pions et des muons (les «frères lourds» des électrons). Les protons poursuivent leur course vers une cible de plomb, à laquelle ils arrachent des neutrons. S'ils entraient en contact avec un autre matériau, celui-ci deviendrait radioactif. Réussir à diriger le faisceau de protons hors de l'accélérateur, sans perte de ce genre, est tout un art. Au fil des ans, les physiciens du PSI n'ont cessé d'améliorer l'efficacité de l'installation. Aujourd'hui, son fonctionnement est tellement «propre» que 99,99% des protons accélérés sont bel et bien disponibles pour des expériences.

### Améliorer le modèle standard

Avec son diamètre d'environ 15 mètres, l'anneau d'accélération est impressionnant. Mais modeste, comparé à d'autres grandes installations de physique des particules. Il prouve qu'il est possible de mener une recherche de qualité, au-delà des dimensions phénoménales d'accélérateurs comme le LHC du CERN, à Genève. Car il est le seul à produire assez de muons, pour fournir des résultats sur les désintégrations rares de ces particules. «Les résultats de cette expérience sont tout à fait fondamentaux, indique Klaus Kirch. Ils contribuent à tester et à améliorer le modèle standard de la physique des particules.» Il n'y a qu'au PSI, également, que sont produits des muons suffisamment lents pour l'étude de matériaux en couches minces. Dans ce but, on dépose des muons à la surface d'un matériau, par exemple afin d'étudier ses propriétés magnétiques. Lorsque le muon se désintègre, les chercheurs peuvent déduire les champs magnétiques du matériau à partir de la «trajectoire» qu'adoptent les particules issues de cette désintégration. «Dans ces expériences également, il n'est pas immédiatement question d'applications pratiques, mais d'analyser des maté-

riaux susceptibles d'être utilisés pour des supraconducteurs ou de nouveaux types de mémoires de stockage et de disques durs», détaille Klaus Kirch. En tout, plus de 500 chercheurs utilisent chaque année l'accélérateur de protons, pour mener des expériences impliquant des muons.

La Source de neutrons à spallation SINQ a tout autant d'utilisateurs. On y fait de la recherche avec des neutrons, arrachés au plomb par les protons. Comme les neutrons doivent être ralentis pour les expériences, l'appareillage complet se trouve dans un réservoir rempli d'eau lourde. Les neutrons sont des instruments uniques pour étudier les structures magnétiques au cœur des matériaux. On peut aussi s'en servir pour produire des images de l'intérieur d'objets archéologiques. L'accélérateur est même un «guérisseur». Il y a trente ans, le PSI a commencé à traiter des patients atteints de certains cancers au moyen du faisceau de protons. «Au début, les protons utilisés pour la protonthérapie étaient issus de l'accélérateur», note Klaus Kirch. Avec le succès du traitement – le taux de guérison est d'environ 98% pour les tumeurs oculaires –, les exigences sont allées croissantes. Aujourd'hui, la protonthérapie possède son propre accélérateur.

Pour le chercheur, le caractère impressionnant de l'accélérateur de protons réside dans sa capacité à évoluer plus que jamais à un haut niveau. L'engin a 40 ans et pas une ride. Selon lui, l'environnement de la recherche en Suisse a contribué à une certaine continuité. Celle-ci a permis aux scientifiques motivés du PSI d'améliorer et de développer l'accélérateur de protons au fil des ans. Dernier exemple en date: la mise en service, en 2011, de la source à haute intensité de neutrons ultrafroids. Des adaptations et des améliorations, il y en aura encore. Pas de transformations révolutionnaires à l'horizon, mais le projet de rendre l'installation encore plus fiable. Afin que l'accélérateur de protons reste incontournable, pour une prochaine génération de chercheurs également.

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

### Source

Andreas Pritzker: *Geschichte des SIN* [Histoire du SIN], Editions Munda, Brougg, 2013.



# Qui finance quoi?

Accélérateurs de particules, observatoires, banques de données génétiques: la Confédération veut connaître les besoins de la recherche suisse en matière d'infrastructures. Mais ses critères lui en font ignorer certaines. *Par Simon Koechlin*

**E**n recherche, la coopération est le maître-mot. Pour leurs projets, de nombreux scientifiques ont besoin de pouvoir accéder à des appareils ou à des banques de données beaucoup trop coûteux pour qu'ils puissent les acquérir. En Suisse aussi, ces infrastructures sont de plus en plus importantes. «L'accélérateur de particules du CERN ou les télescopes de l'Observatoire européen austral sont des exemples classiques d'infrastructures de recherche», explique Katharina Eggenberger, de l'unité Recherche du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI). A cela s'ajoutent des banques de données et des centres de services, comme les archives où se trouvent des données de recensements ou de sondages collectées dans toute l'Europe.

Le SEFRI met actuellement au point une feuille de route pour les infrastructures de recherche. D'un côté, en inventoriant les infrastructures existantes. De l'autre, en recensant les nouvelles infrastructures prévues, jugées très importantes pour la Suisse en tant que place scientifique. Le Fonds national suisse (FNS) évalue la qualité des projets. En cas d'évaluation positive, l'infrastructure est intégrée dans la feuille de route, et les participants désignent l'instance chargée d'un financement éventuel: le FNS, les Académies des sciences ou les hautes écoles. Toutefois, les décisions définitives concernant le financement ne tomberont que dans le cadre du message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation pour les années 2017-2020.

Dans les hautes écoles universitaires, la feuille de route suscite des sentiments partagés. «Obtenir une vue d'ensemble est une bonne chose, note Raymond Werlen, secrétaire général de la Conférence des rec-

teurs des universités suisses. Mais on nous demande de désigner maintenant déjà les infrastructures qui ne seront importantes pour nous qu'en 2017. Avant même d'avoir discuté des objectifs de la prochaine période de financement.» Il reproche aussi à l'instrument d'être difficile à comprendre et de ne pas définir clairement les types d'infrastructure à inscrire dans la planification.

## Et les éditions scientifiques?

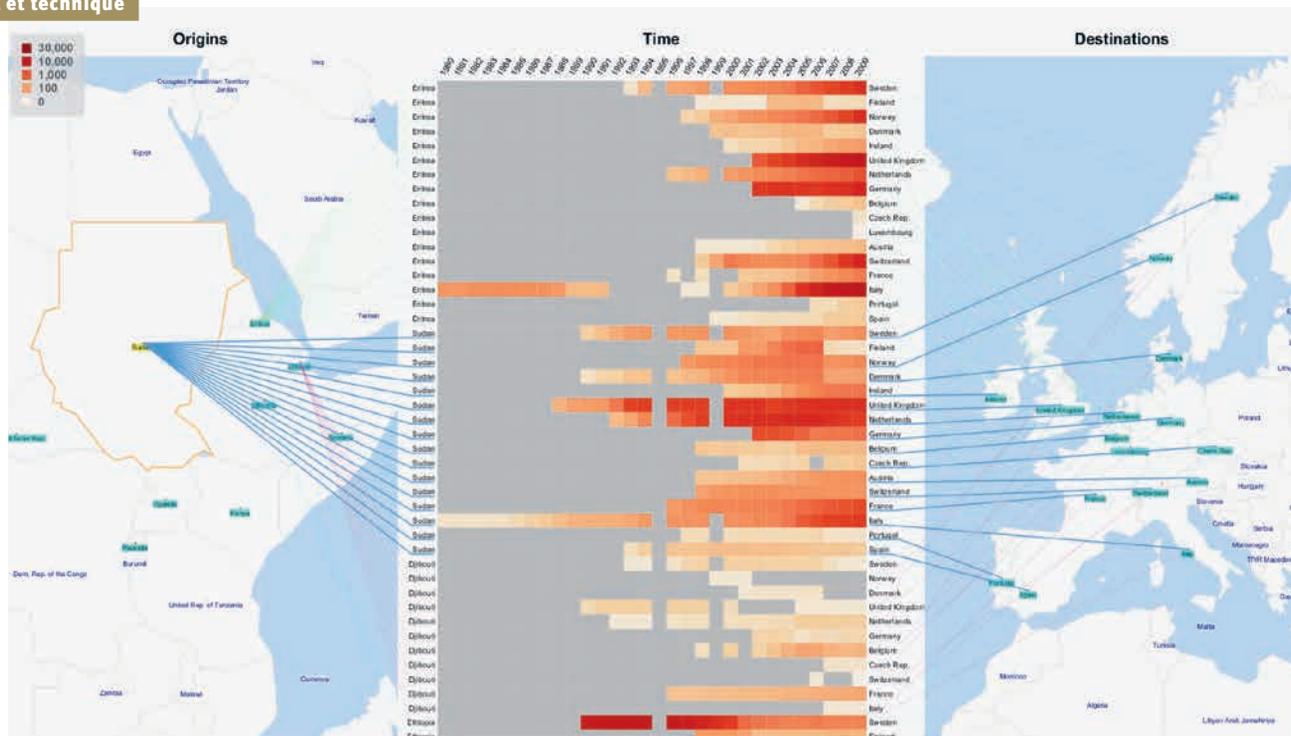
Markus Zürcher, secrétaire général de l'Académie suisse des sciences humaines et sociales, abonde dans son sens. Il déplore que certaines éditions scientifiques ne soient pas considérées comme des infrastructures de recherche, en rappelant que celles-ci sont presque toujours disponibles sous forme numérique et servent de base à de nouveaux projets de recherche. «Cette ébauche montre que l'on a encore de la difficulté à admettre que les sciences humaines travaillent aujourd'hui avec ces bases de données», analyse Markus Zürcher. Raison pour laquelle Ingrid Kissling-Näf, de la division sciences humaines et sociales du FNS, a lancé un appel pour des projets d'éditions en sciences humaines.

Katharina Eggenberger comprend ces réserves et admet que la feuille de route n'est pas encore arrivée à maturité. Pour elle, il s'agit toutefois de reconnaître expressément les projets en sciences humaines et sociales comme des infrastructures. La raison principale de la mise en place de cet instrument est la volonté d'améliorer la coordination du financement. Certains domaines présentent un potentiel d'économie, à l'instar de l'imagerie médicale où l'on procède souvent à l'achat d'appareils coûteux, tels des tomographes, sans consultation entre les différents instituts. «La feuille de route nous permet d'obtenir une meilleure vue d'ensemble, de déterminer ce qui compte pour la place scientifique et de savoir qui finance quoi», conclut-elle.

**L'appareil IRM représente aussi une infrastructure pour la recherche.**

Photo: Valérie Chételat

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



La visualisation des données est un secteur en plein essor. Ici, des mouvements de réfugiés entre le Soudan et l'Europe.

Image: Screenshot of Flowstrates – Ilya Boyandin, Denis Lalanne, University of Fribourg

# L'image qui vaut dix mille chiffres

Avec l'essor du «big data», la visualisation des données est devenue essentielle. Elle nous aide à découvrir des relations cachées qui échappent aux algorithmes. *Par Daniel Saraga*

Qu'il s'agisse de statistiques gouvernementales sorties des tiroirs grâce à l'«open data» (l'ouverture des données), d'informations commerciales et financières ou des multiples traces que nous laissons sur Internet, les données disponibles sont de plus en plus volumineuses.

Que faire de cette masse d'informations et comment la transformer en connaissance utile? Basés sur les statistiques, les puissants algorithmes du «data mining» (prospection de données) arrivent à y découvrir des corrélations. L'homme sait, lui aussi, faire parler les données. «Avec une bonne représentation visuelle des informations, notre œil est capable de déceler rapidement des relations qui échappent aux algorithmes», note Denis Lalanne, chercheur au Département d'informatique de l'Université de Fribourg. C'est, par exemple, le cas pour une tendance, des valeurs hors normes ou encore des groupes de données similaires.»

## De l'ONU aux taxis new-yorkais

Le chercheur a mis au point, avec son doctorant Ilya Boyandin et son collègue Enrico Bertini, de nouveaux outils pour, notamment, visualiser des flux - des quantités qui vont d'une origine à une destination -

et analyser leur évolution temporelle. Publiées sous la forme d'une librairie de logiciels ouverts, les représentations développées à Fribourg ont trouvé une multitude d'utilisations telles l'analyse des montants alloués à l'aide internationale ou l'étude de la chaîne de distribution d'une société de logistique.

«J'ai été surpris par l'écho que nos travaux ont suscité», relève Denis Lalanne. En particulier pour le projet «Flowstrates», réalisé dans le cadre d'une collaboration avec l'ONU afin d'étudier les mouvements de réfugiés entre différents pays. Repris par d'autres usagers, l'outil a été adapté pour scruter la mobilité des travailleurs au Chili et celle des étudiants en Australie, le commerce international des matières premières et même les déplacements de taxis new-yorkais!

## Sélectionner pour clarifier

«Les outils existants ne suffisaient pas pour répondre à toutes les questions que pouvait se poser un usager», poursuit le scientifique. Une bonne visualisation n'est en effet pas en mesure de tout représenter, sous peine de produire des graphiques et des cartes illisibles. «Il faut bien comprendre les besoins de l'utilisateur et définir des scénarios d'utilisation concrets afin de

pouvoir sélectionner les informations pertinentes», précise-t-il. Interactif, l'outil doit permettre d'explorer facilement les données et d'émettre de nouvelles hypothèses, qui peuvent être vérifiées par la suite à l'aide d'outils statistiques.

«Nous avons comparé les conclusions auxquelles on aboutit en utilisant différentes visualisations. Cela a montré que la manière de présenter l'information influence clairement ce qu'on peut en tirer», explique Denis Lalanne. Notre but est de rester au plus près des données sans distorsion. Mais il est clair qu'une visualisation utilisée à des fins de communication peut facilement orienter un message.»

En plein essor, la visualisation des données attire les étudiants. Les informaticiens vont même plus loin et développent des algorithmes de «visual analytics», capables d'analyser eux-mêmes les graphiques générés par d'autres programmes informatiques. Mais pour l'instant, le bon vieil œil d'*homo sapiens* reste irremplaçable pour scruter ces torrents d'informations - et ne pas s'y noyer.

Daniel Saraga est un journaliste scientifique qui travaille en tant qu'indépendant ainsi que pour le compte de l'agence LargeNetwork.

## Comment faire parler les supervolcans

Les éruptions de supervolcans comptent au nombre des événements naturels les plus destructeurs. Alors que l'explosion du Mont Pinatubo, en 1991, a éjecté quelque 10 km<sup>3</sup> de matériel divers, le supervolcan de Yellowstone a craché plus de 2600 km<sup>3</sup> de matière, il y a de cela deux millions d'années. Une telle catastrophe est à même de diminuer la température globale de la Terre de 10 °C pendant dix ans.

C'est dire l'importance d'une meilleure compréhension de ces volcans particulièrement menaçants. Toutefois, certains de leurs modes de fonctionnement sont mal connus, ainsi que l'explique Carmen Sanchez Valle, chercheuse à l'EPFZ: «Le mécanisme qui pousse le magma à monter est différent de celui des volcans normaux chez qui la surpression est généralement provoquée par la réinjection de magma dans la chambre magmatique ou par l'accumulation de bulles de gaz.»

Quel est ce mécanisme? Carmen Sanchez Valle et ses collègues tiennent une hypothèse solide depuis qu'ils ont soumis ce magma à un test imparable. Ils ont porté un fragment à une pression et une température considérables avant de l'observer grâce à une source de rayons X. Conclusion: ce qui pousse ces super magmas à sortir de leur chambre, c'est la différence qui, à un moment donné, devient critique entre leur densité et celle de la roche environnante. A l'instar d'un ballon qui, maintenu sous l'eau, remonte d'un coup à la surface quand il est relâché.

Pierre-Yves Frei

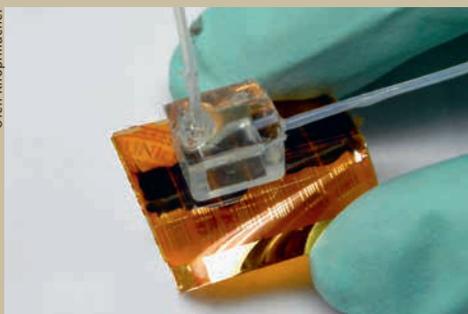
W. J. Malfait et al. (2014): *Supervolcano eruptions driven by melt buoyancy in large silicic magma chambers*. *Nature Geoscience*, vol: 7(2):122-125.



Les traces marquantes de la présence d'un supervolcan dans le parc national de Yellowstone.

Erik Harrison/Shutterstock

Oren Knopfmacher



Prototype d'un transistor organique capable de résister à des environnements naturels corrosifs.

## Nouveau senseur pour mesurer l'état des océans

Une équipe de l'Université de Stanford, soutenue en partie par le Fond national suisse, a mis au point un transistor à effet de champ basé sur un polymère organique qui s'est avéré stable même dans des environnements naturels corrosifs. Cette découverte pourrait ouvrir la voie à la conception de senseurs bon marché et robustes, utilisables dans les sciences de la vie et de l'environnement, notamment pour les mesures en continu de salinité et de niveau de pollution des océans.

C'est en étudiant les propriétés photovoltaïques d'un polymère appelé PII2T-Si (polyisoindego au siloxane) que l'équipe d'Oren Knopfmacher s'est rendue compte que ce matériau restait stable durant des mois, même s'il était exposé à l'air humide. Les chercheurs ont alors eu l'idée de l'utiliser comme transistor à effet de champ. Ce dernier permet de transformer une interaction biochimique spécifique en un signal électrique exploitable. Il est ainsi capable de détecter de l'ADN, des protéines ou des petites molécules mais aussi des ions de métaux lourds. Les transistors organiques présentent l'avantage d'être faciles à produire en grande quantité et à moindre coût, contrairement à ceux à base de silicone, de nanotubes ou de graphène. Leur point faible, c'est leur stabilité, un problème que le PII2T-Si semble avoir résolu.

O. Knopfmacher et al. (2014): *Highly stable organic polymer field-effect transistor sensor for selective detection in the marine environment*. *Nature Communications* 5: 2954.



Lenny Winkler

Pièges à métaux lourds installés dans le cadre d'une expérience au Tessin.

## Dangereuses zones humides

Les éléments-traces métalliques ou métaux lourds sont présents dans l'environnement et dans le corps en quantité infime. C'est pourquoi on ne leur accorde au premier abord guère d'attention. Ils jouent pourtant un rôle important dans les processus biochimiques. Mieux connaître la manière dont ils circulent est une question difficile mais loin d'être anodine. Des chercheurs de l'Eawag ont, pour la première fois, étudié comment des émissions de sélénium, de soufre et d'arsenic étaient produites par des tourbières. Au Tessin, les scientifiques ont mesuré pendant deux étés les quantités de métaux lourds rejetées dans l'atmosphère à certaines températures. Ils ont ainsi constaté que le sélénium était beaucoup plus facilement libéré dans l'air que ce que l'on croyait jusqu'ici. Selon eux, il est probable que des plantes exercent une influence cruciale dans ce mécanisme, en mobilisant le sélénium présent dans la terre.

Les chercheurs ont par ailleurs pu observer que l'ampleur des rejets de sélénium et d'arsenic dépendait fortement de la température de l'air. Du fait du réchauffement climatique, on doit donc s'attendre à une augmentation de ces éléments dans l'atmosphère. Les zones marécageuses représentent environ 10% de la surface de la Terre. Les quantités sont trop faibles pour menacer directement la santé humaine. Mais comme la répartition globale de ces éléments risque d'être modifiée à long terme, cela pourrait néanmoins avoir une répercussion au niveau médical. Un milliard de personnes souffrent en effet dans le monde d'une carence en sélénium.

Roland Fischer

B. Vriens et al. (2014): *Natural wetland emissions of methylated trace elements*. *Nature Communications* 5.

# Des hermaphrodites, des eunuques et des évêques

Qu'est-ce qu'un homme? Et une femme? Au Moyen Age arabe et latin, les transitions entre les genres étaient plus fluides qu'aujourd'hui. *Par Caroline Schnyder*

**E**n Suisse, quand un enfant naît, l'office de l'état civil exige qu'on indique s'il s'agit d'une fille ou d'un garçon. Aucune autre possibilité n'est prévue. Alors qu'en Allemagne, depuis l'an dernier, il est possible d'inscrire un enfant dans le registre des naissances sans préciser son sexe. Suivant le recensement et la classification, les enfants qui ne présentent pas de caractères sexuels univoques sont au nombre d'un sur 1000, ou d'un sur 10 000.

Ces enfants intersexuels sont souvent opérés ou traités au moyen d'hormones. Une pratique critiquée depuis longtemps. Et qui ne repose pas sur une nécessité historique. Car la norme selon laquelle un enfant a soit un corps de garçon soit un corps de fille est le fruit du XIXe siècle qui réclamait une définition indiscutable des genres anatomiques et des rôles sexuels. Avant l'époque moderne, les transitions étaient plus fluides.

Mais on ne sait toutefois pas grand-chose sur l'intersexualité et l'importance accordée aux corps et aux rôles sexuels au Moyen Age. Almut Höfert, médiéviste et titulaire d'une chaire de professeure boursière du FNS à l'Université de Zurich, se penche avec son équipe sur les ambiguïtés de genre au Moyen Age. Les chercheurs étudient les groupes qui traversent nos représentations du genre et des rôles sexuels, avec un sexe inné (sex) et un sexe acquis (gender). Dans leur ligne de mire: les inter-

sexuels, ou hermaphrodites, du Moyen Age arabe et latin, ainsi que les hommes sans enfants, ayant fait vœu de célibat, comme les eunuques ou les évêques.

La particularité du projet réside dans son approche transculturelle, incluant le Moyen Age latin et le Moyen Age arabe. Comme Serena Tolino, qui étudie les eunuques de l'empire chiite fatimide, Almut Höfert aime la langue arabe. Elle souligne cependant que cette approche n'est pas une prise de position politique mais surtout une expérience intellectuelle: il s'agit d'être prêt à être ébranlé dans tout ce qu'on considère comme allant de soi et, grâce au regard sur deux cultures, de repérer des choses qu'on ne remarquerait pas sans cela.

## Sources arabes et latines

L'entreprise n'est pas simple: les sources sont en latin et en arabe, et les chercheurs qui maîtrisent ces deux langues sont rares. Par ailleurs, le groupe est confronté à une inégalité: alors que l'histoire des genres au Moyen-Orient est récente (la première étude de grande envergure sur les eunuques n'est parue qu'en 1999), les recherches consacrées aux évêques du Moyen Age remplissent des rayonnages entiers.

Pour les hermaphrodites, il s'agit d'abord d'identifier les sources. Premier élément surprenant: à la différence du latin - *sexus* -, l'arabe du Moyen Age ne connaît pas de terme pour le sexe physique, explique Almut

Höfert. Et alors qu'en latin l'hermaphrodite est désigné comme un individu chez qui les deux sexes sont visibles (*utriusque sexus*), en arabe, il est celui qui «ne relève, sans confusion, ni du masculin, ni du féminin».

Almut Höfert affirme que c'est précisément le type de résultats auquel elle espérait voir aboutir son projet. Car ces «blancs» de l'arabe mettent en lumière une différence fondamentale entre les conceptions sociales modernes et pré-modernes des sexes. Les hommes et les femmes étaient distincts au niveau physique, mais il n'existait pas de concept pour le sexe. D'un point de vue moderne, c'est un paradoxe. Mais qui oblige à chercher de nouvelles voies analytiques et à réexaminer de plus près le «sexus» latin, estime la chercheuse.

## Figure éminente

Il est intéressant également de se pencher sur le droit musulman médiéval. L'hermaphrodite y était une figure éminente et faisait l'objet de discussions dans presque toutes les écoles de droit. Car, dans un système juridique qui prévoyait des rôles clairement définis pour chaque sexe et des espaces séparés pour les femmes et les hommes, la question se posait de savoir comment devait vivre une personne qui ne pouvait pas être attribuée à un sexe. Quel vêtement devait-elle porter, par exemple, pour le pèlerinage à la Mecque? La loi prescrivait en effet une pièce de tissu blanc sans coutures pour les hommes et une robe cousue pour les femmes. De quoi la part successorale devait-elle être composée? Les juristes déclinaient ce genre de questions. La tendance était à attribuer l'hermaphrodite au sexe féminin. S'agissait-il d'un défi intellectuel? Ou de confirmer la séparation stricte des sphères de chaque sexe? Les deux aspects doivent être pris en compte, selon Almut Höfert.

Même s'il est présent dans les écrits juridiques et médicaux, l'hermaphrodite n'apparaît, la plupart du temps, que comme figure et non sous les traits d'une personne concrète, aussi bien dans les sources latines que dans les sources arabes. Les choses sont différentes avec les eunuques, dont on connaît de nombreux représentants réels. Dans l'empire fatimide, ils étaient apparemment plusieurs milliers. Tout comme l'hermaphrodite, l'eunuque met au défi les concepts analytiques de la recherche sur les genres. Le jeune garçon ou l'homme amputé des testicules, voire de son membre, relevait-il d'un troisième sexe? Ou était-il asexué?



**B**illich verwundert sich Jung vnd alt  
 Ab diesem kind vnd selzamer gstat  
 Liplich geboren do man zelt für war  
 Tuffend fünfhundert vnd nünztzehe Jar  
 Im Jenner vff dem ersten tag  
 So yeder man der fröiden pflag  
 Ein nüwes Jar frölich zempfan  
 Rüchre diso kind an die welt zu kan  
 Söliche zu Zürich ist beschehen  
 Piderb hüt hand es gesehen  
 Redent für war on allen zorn  
 Ob siner weiche sy es geboren  
 Subtil mit glidmas hüpsch vnd ganz  
 Nithalb hab es ein manen schwanz  
 Einer frowen scham stünd nach da by  
 Ein knollen rotfleisch ouch da sy  
 Sölich figur ist geboren zwar  
 In dem hürigen nüwen jar  
 Nach krieichischer sprach ist der nam sin  
 Androginos vnd ouch In latin  
 Wird es genant hermaphrodit  
 Dar von dan Quidius schript ¶ Qui. 4. mer  
 Das sölich veneris vnd mercurij kind  
 Durch die wasser görtter erzogen sind  
 Durch das man eigentlich mag verstan  
 Gros vnkünscheit syg vnder vns kan  
 Wir zu trincken füllen vnd üppikeit  
 San einer almal zum anden seit  
 Von brassen bülen vnd zu triben  
 Es syg von töchren ald e vriben  
 Kupplen ars welben vnd dero ley  
 Das ist allenthalb yetz das geschrey  
 Wir füre nun ein selzen vorden  
 es sind allein fier honpt sünd wordē  
 San vnkünscheit vnd füllery  
 Vnd ouch grosse hoffart dar by

Die strafft nieman für kein tod sünd mer  
 Es syg ritte knecht oder herr  
 Das hand vnser vordren nie gethan  
 Sunder vff frumkeit vnd eer sil ghan  
 Aber yetz strept niemans nach manheit  
 Allein vff füllen vnd vnlüterkeit  
 Ein bid er man stellen vff sin wib vnd kind  
 Söliche yetz manlich raren sind  
 Das zeigt dis figur hie klar vnd ganz  
 Ser frowen scham star ob dem schwanz  
 Saru das die groß vnkünscheit  
 Hatt nider truckt alle man heit  
 Vnd all sig hafft lüt über wunden  
 Sölich In macrobio wirt funde ¶ macro:  
 Hannibal ward hie durch vffürt (li. 3. satuz)  
 Vnd all sin volck mit Im zerstört  
 In campania ganz nider gleit ¶ val. may.  
 Alles das vallerius von im seyt (li. 9.  
 Durch wibische vnkünscheit das bschach  
 By Olyfernes man das ouch sach  
 Verlor den strit vö vnkünscheit wegen  
 Das mag man von vns ouch wol seggen  
 Das vnser manheit ist yetz gleit  
 Vff brassen schlenen vnd vnkünscheit  
 Sa durch wir ha' b wiber worden sind  
 Als man ertlich volck In africa find  
 Die ir wessen vermischer tribent  
 Als plinius von men tuder schreibe ¶ plin. li. 7.  
 Androgynne ist der selben nam  
 Ich förcht es werd nütz gütz drus kan  
 Gott der natur das hat angezeigt ¶ Aug. de.  
 Im wib wertig sy die vnkünscheit (do. hri.  
 San Sodomot vnd Gomora die zwo stett  
 Das helfsch für vom himel verbrent hert  
 Von ir wüsten vnlüterkeit wegen  
 Sarum wirt vns gott das nit vertregen  
 Das mag vns dis figur bedüeren  
 Als einist by der Römer n zirenn  
 Gschach durch ein kind sech manott ale  
 Sz vclunt die zerstörung des römische gwalte  
 Als vns titus liuius schript ¶ li. 21. bell.  
 Sa kein misserat vngestrafet blipt (pu. li. 10.  
 Noch eines müs Ich Tuchen  
 Man hat für am himel gesehen  
 In dem hürigen nüwen Jar  
 Das sond jr nit verachten gar  
 San lucio Junio kam zu vnstatt ¶ val. li. 1.  
 Sz er die wunder zeichen veracht h.  
 San bald Im mer sin güt verfanck  
 Vnd er personlich selber tranck  
 Sarum wend iz sin vor kumer vnd leid  
 So stiechend die sünd der vnkünscheit  
 Lond vff rugend vnd manheit tringen  
 Das wirt vö glück vnd heil bringen  
 Hie vnd dort ewenlich  
 Söliche vns allen gott verlich  
 Amen ¶ Gdruckt zu Zürich ¶

Avant l'époque moderne, on rencontrait des eunuques et des castrats dans de nombreuses cultures. Alessandro Moreschi, le dernier des «castrati» qui chantaient dans la Chapelle Sixtine, est mort en 1922. Comme dans la Rome antique, à Byzance ou en Chine, les eunuques parvenaient souvent - malgré leurs origines serviles - à des positions de pouvoir. Pour les califes fatimides d'Afrique du Nord, entre le Xe et le XIIe siècles, les eunuques n'étaient pas que des intermédiaires entre le harem et le reste de la cour. Ils menaient des campagnes militaires en tant que généraux et gouvernaient des cités et des provinces. Au Caire, ils contrôlaient le commerce et la distribution de nourriture. Dans l'ordre juridique des sexes, les eunuques étaient le plus fréquemment traités comme des hommes, précise Serena Tolino. Dans les chroniques, il est souvent difficile de dire s'il est question d'un homme castré ou non. Aucune différence ou presque n'était faite entre les eunuques qui allaient au combat et les autres hommes.

#### «Gender of authority»

On est frappé de constater qu'avec les évêques, le Moyen Age latin connaissait, lui aussi, des hommes sans descendance (et donc privés de fils autorisés à leur succéder), et qui occupaient des positions dominantes puisqu'ils étaient à la fois princes et prêtres. Pour Almut Höfert, évêques et eunuques relèvent donc du «gender of authority». De prime abord, considérer conjointement ces deux groupes peut sembler fou, admet-elle. Les contextes dans lesquels les eunuques et les évêques officiaient semblent en effet trop différents, tout comme leurs origines.

Mais l'expérience mérite d'être tentée en raison de l'existence de parallèles structurels frappants: des hommes sans enfants, situés en dehors de la succession père-fils, qui rendaient les dynasties plus flexibles. Dans cette mesure, le projet ouvre de nouvelles perspectives pour l'histoire des genres, mais aussi des perspectives inattendues sur la politique pré-moderne.

Caroline Schnyder est responsable du transfert de connaissances et des relations publiques à l'Université de Lucerne.

Ce document rapporte la naissance d'un hermaphrodite le 1er janvier 1519 à Zurich. La tache rouge au-dessus du nombril était interprétée comme un avertissement divin contre la tentation de la luxure. Image:

Bibliothèque centrale Zurich, collection graphique et archives photos

# Entre science et administration

Ils se chargent de l'acquisition de fonds de tiers, coordonnent le transfert de connaissances et veillent à la cohésion des projets de recherche: dans les hautes écoles, impossible d'ignorer ces personnes à cheval entre travail académique et gestion. *Par Irène Dietschi*



**Les conditions-cadre des gestionnaires de recherche dans les hautes écoles ne sont pas toujours faciles. «Arbeitsplatz» (place de travail), installation de René Zäch (2002).**

Collection Kunstmuseum Thoune; photo: Daniel Mueller

**P**our «PLANT FELLOWS», Romy Kohlmann est quelqu'un d'important. Ce programme d'encouragement postdoc international est financé par l'Union européenne (UE) et coordonné par le Zurich-Basel Plant Science Center, un centre de compétence en sciences botaniques de l'EPFZ et des universités de Zurich et de Bâle. Romy Kohlmann en est le «programme officer» et, à ce titre, la première interlocutrice des chercheurs. Elle assure par ailleurs la rédaction des rapports à l'attention de l'UE, mais aussi l'organisation des rencontres annuelles des quelque 40 «fellows» actuels qu'elle épaulé également lors du transfert de connaissances. Pour cette femme qui a fait ses études de sciences politiques à Leipzig et à Lausanne, c'est un travail varié et passionnant. L'important, selon elle, consiste à comprendre l'essence de la recherche. Il ne suffit pas d'avoir des connaissances en gestion.

Le travail du «programme officer» n'est ni purement scientifique ni purement administratif. Il est quelque part entre deux. Cette interface entre science et administration, dont l'importance va croissant, est appelée «third space», et ses représentants, à la recherche d'une dénomination adéquate, se désignent comme gestionnaire scientifique ou gestionnaire de la recherche. Parmi les employés des hautes écoles, leur part a fortement augmenté au cours des dernières années. Ce n'est pas seulement dû à la croissance de ces institutions, mais aussi à la complexification des tâches d'organisation qui s'ensuivent. L'acquisition de fonds de tiers, par exemple, est un aspect essentiel. Souvent, le travail de gestion - direction d'une filière d'études, d'un pôle de recherche national (PRN) ou d'un institut - n'est plus assumé par les professeurs, mais par des gestionnaires scientifiques.

### **Concentrés sur le management**

«Ces derniers ont un bagage académique, ils sont ancrés dans une discipline mais se concentrent sur le management», explique Patricia Gautschi, du Centre de formation continue de l'Université de Berne où elle dirige une filière en gestion de la recherche. Elle a également analysé, dans le contexte de deux études, la situation de ces professionnels dans différentes hautes écoles romandes et alémaniques. Les résultats mettent en évidence un tableau hété-

rogène: dans un établissement organisé de manière centralisée comme l'EPFZ, ils représentent environ 2,8% de l'ensemble des employés, alors qu'à l'Université de Saint-Gall, dont les structures sont décentralisées, leur proportion est nettement plus importante (4,1%).

Les travaux de Patricia Gautschi montrent aussi que les gestionnaires scientifiques jouent souvent un rôle important dans la réussite des programmes de recherche. Leurs conditions-cadre ne sont toutefois pas toujours faciles: les postes sont fréquemment à durée déterminée, les profils de la fonction flous et, en matière de classification formelle et de rémunération, la gamme est large. Elle va de «spécialiste hautement qualifié» avec doctorat à maître-assistant sans doctorat. Les gestionnaires de la recherche souffrent aussi du scepticisme dont ils sont l'objet dans le milieu universitaire. «Certains scientifiques ont une aversion de principe envers tout ce qui n'est pas classiquement académique et relève de la gestion», constate Patricia Gautschi.

### **Economisation des universités?**

Ce ressentiment s'exprime en partie par une résistance à déléguer les tâches et les compétences. Nombreux sont ceux qui méconnaissent les capacités des collaborateurs du «third space». Ils les considèrent souvent comme des gens hostiles qui accélèrent l'économisation du monde académique et absorbent des fonds qui, sinon, iraient à la recherche. «La situation est paradoxale, estime la collaboratrice de l'Université de Berne. Car, pour les scientifiques, voir certaines tâches, moins liées à leur domaine central, être confiées à des professionnels devraient en principe les soulager.» La chercheuse y distingue un manque de culture «managériale», les structures traditionnelles des hautes écoles compliquant par ailleurs l'introduction de nouveautés.

Mais avec le temps, celles-ci n'auront plus d'autre choix. «C'est un fait: sans ces professionnels, les universités ne fonctionneraient plus», argue Thomas Breu, co-directeur du Centre interdisciplinaire pour le développement durable et l'environnement (CDE) de l'Université de Berne et coordinateur du PRN «Nord-Sud». Il fait allusion notamment aux ressources financières

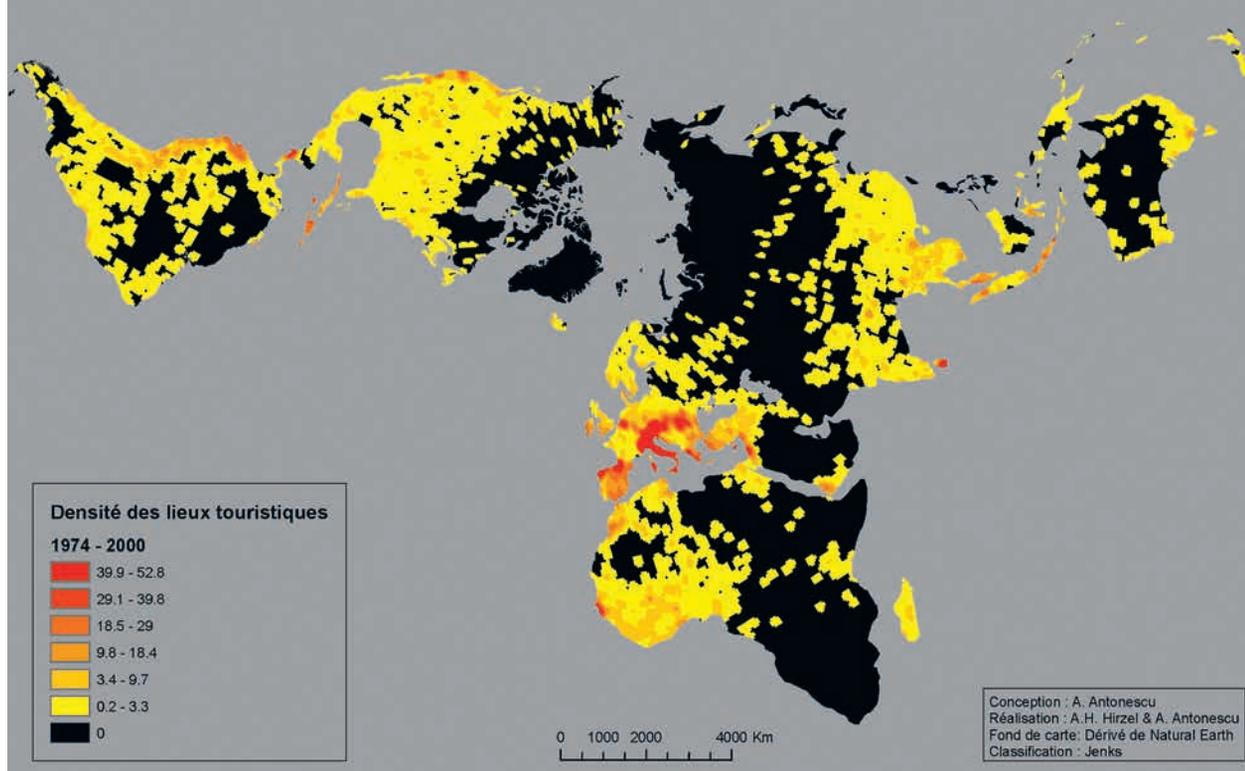
des hautes écoles. Alors que, dans le passé, l'Université de Berne, par exemple, vivait surtout de ses fonds propres, l'argent provenant de tiers représente aujourd'hui la majeure partie de son budget. Le centre de Thomas Breu réalise un chiffre d'affaires annuel de 10 millions de francs, dont 2 millions «seulement» proviennent de l'université. «Derrière ces chiffres, il y a des prestations de gestion que la partie académique ne peut pas assurer seule», précise-t-il.

### **Résistance et humour**

Titulaire d'un doctorat en géographie, Thomas Breu a occupé différentes positions de «third space» durant son parcours professionnel. A 43 ans, il a repris la coordination du PRN «Nord-Sud», un vaste programme réunissant près de 400 chercheurs et bureaux dans huit régions du monde. «Un poste qui requiert une certaine résistance et de l'humour», fait-il valoir. Son savoir-faire en matière de gestion, il l'a acquis seul, au fil des ans. Et il estime important que les gestionnaires dans les hautes écoles conservent pour eux-mêmes un champ de recherche: cela relève leur statut vis-à-vis des scientifiques et leur permet de mieux comprendre l'autre partie. «Dans le monde académique, on ne peut pas juste prescrire des choses comme dans le monde économique», indique-t-il.

Patricia Gautschi souligne que le besoin d'en savoir plus sur les activités du «third space» est très important. Sa filière d'études à l'Université de Berne affiche en effet complet depuis quatre ans. «Malgré le scepticisme ambiant, l'intérêt pour ces questions de management augmente sans cesse», note-t-elle, en ajoutant que de nombreux instituts ont compris que la professionnalisation des structures était un moyen de se profiler et de se distinguer de la concurrence.

Irène Dietschi est journaliste scientifique libre.



Densité des lieux touristiques en l'an 2000. La véritable expansion mondiale a eu lieu à partir des années 1970.

Image: Andreea Antonescu

## Le tourisme globalisé

Les lieux touristiques ont aujourd'hui essaimé dans presque toutes les parties du monde. Une conquête partie d'Europe et des Etats-Unis. *Par Marie-Jeanne Krill*

La mondialisation gagne du terrain, et le tourisme n'échappe pas au phénomène. Quand les lieux touristiques ont-ils émergé et comment ont-ils évolué au cours du temps? C'est ce qu'a cherché à mettre en lumière, grâce notamment à une approche géo-historique, Andreea Antonescu, doctorante au sein de l'équipe de recherche de l'UER Tourisme à l'Institut universitaire Kurt Bösch de Sion. Pour produire la centaine de cartes qui étayaient son étude, la chercheuse a eu recours à des informations tirées de guides de voyages anciens et contemporains. «La littérature dans ce domaine est vaste. Et depuis leur apparition dans les années 1780 environ, ces ouvrages n'ont pas cessé de proliférer et de se diversifier», rappelle-t-elle. Les données utilisées proviennent des séries de guides les plus connues et les plus largement diffusées dans les aires francophone, germanophone et anglophone, cela à différentes dates entre 1800 et 2000. Une vision occidentalocentriste que la scientifique assume, même si elle n'exclut pas de faire appel ultérieurement à des sources plus variées. Pour la période actuelle, elle s'est ainsi basée sur les Guides Joanne, les Guides Bleus et du Routard, les Appleton's et les Fodor's, les Murray's, les Rough Guides et les Baedeker.

«Centré dans un premier temps sur l'Europe et les Etats-Unis, le champ touristique s'est progressivement étendu dans l'ensemble du monde, note la chercheuse. Cette évolution n'a toutefois pas été linéaire. Elle s'est faite par sauts, avec des dynamiques brusques à différents moments de l'histoire.» Les années 1830 à 1870 constituent ainsi la première étape d'expansion du système marquée par une densification en Europe et aux Etats-Unis. C'est à cette époque qu'y naissent de multiples sites ainsi que des stations balnéaires et de montagne (quelque 12 000 lieux touristiques sont créés), alors que le reste du monde reste relativement peu touché.

### Aussi dans les colonies

La deuxième période de fort développement a lieu entre 1870 et 1914, à la faveur de diverses innovations: généralisation du chemin de fer, apparition de l'automobile et de la saison d'hiver à la montagne, notamment. Les 25 000 lieux nouvellement créés sont distribués inégalement: Europe et Etats-Unis à nouveau, auxquels s'ajoutent la Chine, l'Afrique du Sud et les colonies des puissances européennes.

La Première Guerre mondiale marque un temps d'arrêt dans cette progression. 25 000 destinations cessent temporairement ou

définitivement leurs activités. De 1920 à 1950, seuls 9 400 lieux apparaissent, malgré des nouveautés comme la saison estivale au bord de la mer ou la généralisation de l'automobile. Et ce n'est finalement qu'à partir des années 1970 que le système touristique connaît une véritable expansion mondiale avec plus de 36 000 lieux nouvellement créés. A part quelques espaces russes, amazoniens et africains, l'ensemble du monde est désormais couvert.

Au cours du temps, certains endroits ont arrêté de fonctionner comme destinations touristiques. C'est le cas d'un grand nombre de lieux qui disparaissent de la carte touristique mondiale durant les années 1929 à 1973. A l'inverse, d'autres ont réussi l'exploit de conserver ce statut sur le long terme. «Sur les 2 400 lieux répertoriés en 1793, 140 sont encore en fonction aujourd'hui», relève Andreea Antonescu. Il en va ainsi, en Suisse, de Lavey-les-Bains, de nombreuses villes italiennes (Florence, Padoue, Naples ou Rome, par exemple) et d'autres cités européennes comme Innsbruck, Madrid ou Séville.

Marie-Jeanne Krill est rédactrice d'*Horizons*.

## Comment le stress perturbe le sommeil

Le stress quotidien a une influence négative sur le sommeil. Tout le monde en a fait une fois l'expérience. Une équipe de recherche dirigée par le psychologue Klaus Bader, de la Clinique universitaire psychiatrique de Bâle, a toutefois voulu en savoir plus grâce à une étude portant sur 145 jeunes femmes âgées de 18 à 25 ans. Des données sur le stress et la qualité de leur sommeil ont été récoltées pendant quinze jours. Les volontaires ont tenu un journal du sommeil, et un appareil de mesure fixé à leur poignet a enregistré leurs mouvements pendant la nuit. Les résultats ont montré que le sommeil était influencé de façon indirecte par le volume du stress. Le fait que les sujets emmènent ou non leurs soucis quotidiens sous forme d'anxiété dans leur chambre à coucher s'est révélé décisif. L'excitation mentale semble avoir un impact particulièrement important. Lorsque nos pensées tournent en boucle, le sommeil paraît moins réparateur.

«Ce qui compte, c'est notre aptitude à nous détendre», résume Klaus Bader. De notre capacité à gérer le stress dépend donc la manière dont les vicissitudes du quotidien pénalisent notre sommeil. Les chercheurs ont aussi constaté que les expériences remontant à l'enfance jouaient un rôle. Les jeunes femmes qui avaient été exposées à un âge tendre à des tracas particuliers ont fait preuve d'une moindre réaction biologique au stress lors d'un test en laboratoire. «Des expériences enfantines stressantes comme des violences ou des traumatismes ont des effets à long terme sur l'organisme», note le psychologue. Des recherches supplémentaires seront nécessaires pour savoir ce que cela signifie exactement pour la gestion du stress et le sommeil.

Susanne Wenger

K. Bader et al.: *Daily stress, presleep arousal and sleep in healthy young women: a daily life computerized sleep diary and actigraphy study*. *Sleep Medicine* 15 (2014), 359-366.



Savoir gérer son stress quotidien permet de mieux dormir.



Des femmes manifestent à La Paz en faveur d'un commerce plus équitable.

## Les vertus de l'économie solidaire

Quelle place occupe le principe de réciprocité dans la production, l'échange et le financement propres aux organisations d'économie sociale et solidaire (ESS)? Docteure en études du développement de l'Université de Genève, Isabelle Hillenkamp examine la question dans un ouvrage consacré à l'exemple bolivien. L'ESS, cette autre façon d'envisager l'économie, y apparaît fondée sur des valeurs de solidarité ancrées dans la culture traditionnelle andine. Celles-ci peuvent se traduire par l'échange de matières premières, le prêt d'équipement ou l'entraide pour terminer à temps une commande. Mais l'action solidaire inclut aussi l'acceptation d'interdépendances négatives telles une mauvaise gestion ou la dégradation des moyens de production.

L'intéressante analyse d'Isabelle Hillenkamp montre très bien, et grâce à de nombreux cas pratiques, comment la rencontre inévitable avec le marché crée de fortes tensions avec la réciprocité pratiquée. A celles-ci, cristallisées dans les prix (insuffisants) des produits, l'ESS répond par la régulation interne de la concurrence ou la propriété collective. Avec des succès variables, cependant. D'où l'importance, note l'auteure, de médiations institutionnelles entre le principe de réciprocité et celui de marché: la stabilisation des tensions doit engager la dimension politique de la société. Car l'ESS crée du travail rémunéré pour des populations exclues de l'emploi formel et exprime à ce titre le pluralisme démocratique. Ses spécificités doivent donc être prises en compte dans les processus de régulations macro-économiques. Dominique Hartmann

Isabelle Hillenkamp: *L'économie solidaire en Bolivie – entre marché et démocratie*. Editions Karthala (Graduate Institute Geneva), Paris, 2013.

## Albanais dans la Waffen-SS

Avec ses uniformes ornés de têtes de mort, la Waffen-SS (littéralement «armée de l'escadron de protection») a incarné toute la brutalité de la dictature nazie. Elle formait une armée parallèle à la Wehrmacht. Notamment chargée de la garde des camps de concentration, elle pouvait, dans les pays occupés, intégrer des étrangers dans ses rangs.

Dans les Balkans, la Waffen-SS avait créé la «21e Division SS de montagne Skanderbeg», composée notamment de quelque 7000 Albanais de confession musulmane. Selon l'historienne de l'Université de Berne Franziska Zaugg, qui a consacré sa thèse à cette unité nommée ainsi en hommage à un héros national albanais, l'expérience a été un échec du point de vue militaire. La plupart de ses membres ayant déserté, la troupe a en effet été dissoute avant la fin de la guerre. Les responsables SS pensaient, grâce à l'antisémitisme, pouvoir établir un pont entre national-socialisme et islam. Dans les actions militaires au quotidien, le rôle de la religion et de la conception du monde s'est toutefois révélé sans importance. Les Allemands n'avaient par ailleurs aucune idée des traditions culturelles albanaises, leur principale source d'information étant constituée par les romans de Karl May. Quant aux soldats, ils ont pour la plupart été enrôlés de force par des chefs de clans qui espéraient que les Allemands leur accorderaient ensuite l'indépendance nationale. L'idéologie nazie ne les intéressait pas, ils n'aimaient pas leur uniforme et enlevaient leurs chaussures pour fuir.

Les violences de la guerre ont laissé des traces en Albanie où les anciens membres de la division SS ont été ostracisés, relève Franziska Zaugg, dont le travail a bénéficié d'un subsidie Marie Heim-Vögtlin. Le conflit s'y est poursuivi à l'échelle locale des décennies après la fin officielle des hostilités. uha



Recrutement de soldats albanais pour la division «Skanderbeg», en 1942.



«Les scientifiques ignorent encore leurs intérêts»



La génération Internet fait pression sur le droit d'auteur, et en science, l'«open access» a le vent en poupe. Mais le livre reste un média essentiel pour les sciences historiques, affirme Monika Dommann, historienne. *Propos recueillis par Urs Hafner*

**Monika Dommann, vous avez écrit un ouvrage imposant sur l'histoire du «copyright». En détenez-vous les droits?**

Non. Au bout de dix ans de travail intensif, je les ai cédés à une maison d'édition publique. En contrepartie, je n'ai pas eu besoin d'avancer de fonds pour les frais de publication, le texte a été relu par un éditeur, la couverture a été réalisée par des graphistes, et le département marketing gère le volet promotionnel. Seule, je n'aurais jamais pu réaliser tout cela. Je saurai dans quelques années si c'était la bonne décision, lorsque la révolution numérique aura poursuivi sa marche.

**Dans le monde de la science, tout le monde parle d'«open access». Argument avancé: les travaux financés par les pouvoirs publics devraient être en libre accès. Pourquoi n'avez-vous pas mis votre ouvrage au format PDF sur le net?**

C'est vrai, j'aurais pu le faire. Mais j'ai trop peu confiance dans le web et ses algorithmes pour lui confier ce texte. J'ignore dans quels canaux il aurait fini par aboutir, voire par être avalé. Dans ce cas, mon intérêt diffère de celui du public. Mais qu'est-ce «l'intérêt public»? Est-ce un habitant d'Asie, d'Afrique ou d'Amérique latine que j'exclus? Ou vous? Je l'ignore. Tout comme «l'auteur», «l'intérêt public» est une fiction que l'on brandit depuis le XVIIIe siècle pour justifier tout et n'importe quoi.

**Le droit d'auteur assure à l'artiste ou à l'écrivain la propriété de son œuvre. Il protège la propriété intellectuelle. Qu'est-ce que la «propriété intellectuelle» en fait?**

Le droit d'auteur moderne a été élaboré à la fin du XVIIIe siècle pour protéger les «biens immatériels», produits par les intellectuels. L'objectif était de permettre à ces derniers de contrôler la reproduction et la circulation de leurs œuvres, mais aussi de se défendre au cas où l'usage qui en était fait était contraire à leurs intentions. Derrière le droit d'auteur, on trouve cette représentation du début des Temps modernes selon laquelle tout travail mérite salaire, et la protection de la propriété du produit artistico-intellectuel d'un auteur contribue au progrès de la société. Si ce produit n'était pas protégé, dit le concept utilitariste, investir du temps et de l'argent dans un projet à l'issue incertaine n'en vaudrait pas la peine.

**Le droit d'auteur est donc un instrument qui s'est développé à partir de la nouvelle société bourgeoise capitaliste de l'époque?**

Oui, c'est un instrument libéral censé permettre aux travailleurs intellectuels et aux créateurs, notamment aux écrivains, d'exister dans la société bourgeoise, grâce au revenu de leur travail. Le droit d'auteur ne se fonde pas sur la tradition ou l'héritage, il signale l'avènement de quelque chose de nouveau et d'utile, produit par un individu. En ce sens, il tranche avec les sociétés traditionnelles ou corporatives, considérées comme retardées au XIXe siècle.

**Quelle est la tradition socialiste par rapport au droit d'auteur?**

La confrontation entre socialisme et capitalisme ne fonctionne pas ici. Proudhon, socialiste de la première heure, refusait toute forme de propriété. Mais au XXe siècle, les Etats socialistes, comme l'Union soviétique ou la RDA, ont ratifié les conventions internationales sur le droit d'auteur. Les Etats-Unis sont un pays capitaliste, très attaché à la propriété intellectuelle. Cependant, jusqu'au début du XXe siècle, le copyright ne valait là-bas que pour les produits éditoriaux américains. Cela permettait à leurs maisons d'édition de réimprimer librement tout ce qui venait d'Europe, continent où les Etats-Unis étaient d'ailleurs considérés comme des pirates arriérés.

«L'intérêt public est, comme l'auteur, une fiction brandie depuis le XVIIIe siècle pour justifier tout et n'importe quoi.»

**La génération Internet fait pression sur le droit d'auteur. Le Parti Pirate estime que films, textes et images devraient être disponibles gratuitement sur Internet. Est-ce qu'ils ont raison?**

Selon le droit en vigueur, ils ont tort, bien entendu. Le droit est cependant aussi un domaine qui fait l'objet de controverses. Le droit d'auteur n'y échappe pas, même si les disputes se sont pendant longtemps uniquement déroulées dans des cercles restreints, où ses experts - représentants des intérêts des auteurs, maisons d'édition, industrie et institutions médiatiques - se querellaient sur des questions de tantièmes et d'aménagement du droit. Les Pirates sont les premiers à avoir porté au niveau politique, et donc public, le débat sur le droit d'auteur et la protection des données. C'est un mouvement social, comme celui des femmes ou le mouvement écologique.

**De quels intérêts les Pirates sont-ils les représentants?**

Des intérêts des consommateurs des technologies de l'information et de l'industrie électronique du divertissement. Les Pirates refusent la criminalisation du consommateur qui se procure un film sur le net. Ils représentent une morale consumériste, pratiquée depuis les années 1960 en vertu du slogan «It's illegal, but is it immoral?» Ils disparaîtront dès que les partis traditionnels s'approprient cette thématique.

**Vous dites que les discussions actuelles sur le droit d'auteur ne sont pas nouvelles. Quand s'est-il retrouvé pour la première fois sous le feu de la critique?**



Dans le monde scientifique des années 1930, aux Etats-Unis. Avec la percée du microfilm et du procédé de reprographie Photostat, certains scientifiques ont remarqué que plus leurs livres et leurs essais étaient copiés et distribués, plus ils en profitaient. Ils étaient davantage cités, et leur renommée s'amplifiait. Ils saluaient donc l'avènement du nouveau média. Les bibliothèques, de leur côté, avaient un intérêt à transférer les revues sur microfilm, et à utiliser ce dernier comme média de diffusion. Cela leur revenait moins cher que d'acheter les ouvrages. Les maisons d'édition et les auteurs ont alors lancé une campagne contre la photocopie, et traîné les bibliothèques devant les tribunaux. Les deux groupes poursuivaient des objectifs différents. Les scientifiques, en revanche, se sont à peine manifestés.

#### Pourquoi?

C'est toute la question: pourquoi tel groupe s'organise-t-il à tel moment pour porter ses intérêts, et - ce qui arrive beaucoup plus souvent - pourquoi tel autre ne le fait pas? Les scientifiques ignorent encore leurs intérêts dans la question du droit d'auteur. Surtout dans une période de transformation comme celle que nous vivons aujourd'hui, où l'on expérimente une nouvelle utilisation des médias et où les liens juridiques sont renégociés.

#### Quelle a été l'issue du conflit entre éditeurs et bibliothèques?

Il s'est enlisé lorsque la Deuxième Guerre mondiale a éclaté. Pour ressurgir dans les

années 1960 avec la propagation des copieurs Xerox. Cette époque a constitué un moment de bascule dans l'histoire du copyright. Les représentants du droit d'auteur ont réussi à imposer que toute utilisation de médias soit liée à un paiement. Autrement dit, chaque institution qui louait un photocopieur devait leur reverser une taxe fixe. Dès ce moment-là, il n'a plus été possible de contrôler les reproductions et donc le nombre d'utilisations des œuvres. C'est encore le cas aujourd'hui. Avec une clé USB, vous pouvez faire une copie, cent copies ou aucune. Ou encore tout effacer à la fin.

#### Le droit d'auteur s'en trouve-t-il affaibli?

Les conflits s'enveniment. En termes de consommation de médias, nous sommes appelés à clarifier nos possibilités et nos objectifs, savoir si cette consommation doit impérativement être liée à un versement d'argent ou s'il doit y avoir des modes de consommation alternatifs. Le secteur de la musique pop a déjà réagi à la disparition des CD: les concerts ont repris de l'importance, et le financement participatif (crowdfunding) remplace les recettes issues de la vente de supports audio. Dans le domaine scientifique, les éditeurs de livres restent nécessaires, comme filtre et comme aide d'orientation. Les sciences humaines, notamment les sciences narratives historiques, continueront d'avoir besoin d'écrire des livres, en raison de l'interdépendance et de l'influence réciproque de la forme et du contenu. L'analyse des révolutions, des évolutions et des continuités a besoin de la forme épique.

«Comme on imprime moins de livres, les maisons d'édition sont condamnées à s'adapter au net, si elles veulent survivre.»

#### Faut-il vraiment imprimer les actes de colloques?

Les textes courts, les «papers», sont bien servis avec le format PDF. Ils peuvent être facilement associés à des banques de données et doivent être lisibles sur un iPad. Comme on imprime moins de livres, les maisons d'édition sont condamnées à s'adapter au net, si elles veulent survivre. Nombre d'entre elles disparaîtront. Dans la variante optimiste, consommateurs et producteurs feront un pas l'un vers l'autre, et couperont l'herbe sous le pied des grandes maisons d'édition qui profitent excessivement de revues scientifiques onéreuses.

#### Et dans la variante pessimiste?

Il se pourrait que l'on empêche la copie de matériel non protégé et ainsi l'accès aux données de recherche, pour les sources audiovisuelles par exemple. Ou que des chercheurs, qui ne connaissent rien aux médias, prennent trop peu au sérieux la question du choix du bon canal de distribution pour leur travail. Pour constater ensuite avec effroi qu'ils n'ont plus le choix, parce que produire des livres est devenu trop cher pour eux.

Urs Hafner est rédacteur scientifique du FNS.

#### Monika Dommann

Monika Dommann est, depuis 2013, professeure d'histoire moderne au séminaire d'histoire de l'Université de Zurich. Elle était auparavant titulaire d'une chaire de professeur boursier du FNS à l'Université de Bâle. Sa thèse d'habilitation, «Autoren und Apparate. Die Geschichte des Copyrights im Medienwandel» [Auteurs et appareils. L'histoire du copyright dans la transformation des médias], vient de paraître aux Editions S. Fischer.

# Sous le soleil exactement

Par Philippe Morel. Illustrations Cyril Nusko

**1** Renoncer à s'exposer directement aux rayons de Phébus reste le meilleur moyen d'éviter un coup de soleil, les crèmes solaires, quant à elles, ne permettant de se protéger que partiellement. Vu que les rayons UV de l'astre du jour sont à l'origine de la brûlure de la peau, les produits solaires contiennent des filtres dont la fonction est d'empêcher une partie du rayonnement d'atteindre l'épiderme. Il existe deux types de filtres: chimiques et minéraux.

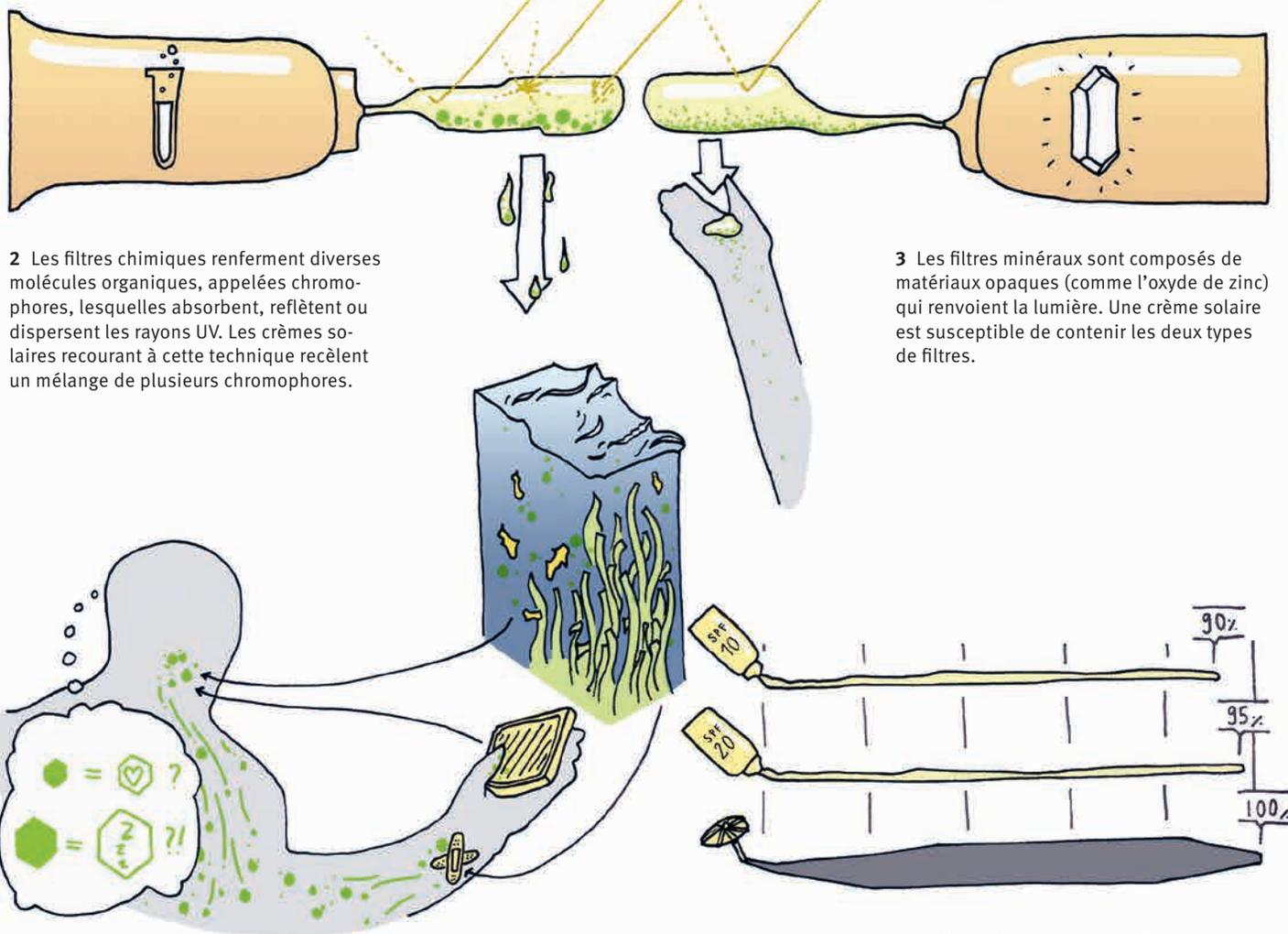
**2** Les filtres chimiques renferment diverses molécules organiques, appelées chromophores, lesquelles absorbent, reflètent ou dispersent les rayons UV. Les crèmes solaires recourant à cette technique recèlent un mélange de plusieurs chromophores.

**3** Les filtres minéraux sont composés de matériaux opaques (comme l'oxyde de zinc) qui renvoient la lumière. Une crème solaire est susceptible de contenir les deux types de filtres.

**4** Certains filtres chimiques sont suspectés d'être des perturbateurs endocriniens, soit des molécules que l'organisme confond avec des hormones du fait de leur ressemblance. Suite à une baignade ou une douche, ces substances peuvent aboutir dans les milieux aquatiques. Les filtres minéraux permettent d'éviter ce

risque. Mais ils n'étaient, jusqu'il y a peu, guère appréciés, car plus difficiles à appliquer. Semblable problème a été résolu par le recours à des produits minéraux de taille nanoscopique. Ce qui pose à nouveau une question quant à un éventuel péril pour la santé et l'environnement.

**5** L'efficacité d'une crème solaire est déterminée par son indice de protection (IP), lequel renseigne sur l'écart de temps entre l'apparition d'un coup de soleil avec et sans utilisation du produit. Il sera dix fois plus long dans le cas d'un IP 10, par exemple. Ainsi, une crème dotée d'un IP 10 est réputée laisser passer un dixième du rayonnement UV ou, autrement dit, en bloquer 90%. En revanche, une crème avec un IP 20 ne sera pas deux fois plus efficace dans la mesure où elle stoppera 95% du rayonnement.



# La Suisse et l'Europe du savoir

Par *Thierry Courvoisier*

Un grand nombre de nos concitoyens ont exprimé le 9 février leurs doutes face à un monde qui ne cesse de «croître», alors que son enveloppe reste la même. Malheureusement, ce sentiment légitime a été canalisé vers un texte dont la nature est hostile à la construction européenne, sans contri-



SCNAT

buer réellement à une réflexion saine sur la croissance. Le résultat net de cet exercice est un isolement de la Suisse politique, économique et académique du continent au cœur duquel nous vivons. Les autorités fédérales travaillent pour compenser à l'intérieur de nos frontières les flux financiers qui liaient la Suisse et l'Europe en

matière d'éducation et de recherche. Elles luttent également pour que notre pays soit à nouveau associé aux programmes de recherche et afin que nos étudiants puissent participer aux programmes d'échanges européens. Cette lutte est indispensable.

Le monde de l'éducation et de la recherche est dominé par des entités de taille continentale, que ce soit l'Amérique du Nord, la Chine, l'Inde ou l'Australie. Des

entités dotées de structures politiques telles qu'un seul ou peut-être deux Etats couvrent la plupart des espaces continentaux. Seule l'Europe est fractionnée en Etats-nations qu'un regard sur la carte du monde politique montre minuscules. Or, le développement - donc aussi le développement scientifique ou artistique - se forge actuellement en premier lieu à l'intérieur d'un Etat. Les organisations de recherche des pays européens sont alors fort petites en regard de celles de nos compétiteurs dans le monde. Seule une réelle intégration des communautés de recherche dans un espace européen cohérent nous permettra de jouer nos cartes à l'échelle mondiale. Cette remarque vaut pour la recherche et l'innovation suisses comme pour le reste du continent. Nous sommes une des nations les plus performantes en matière d'éducation et de recherche. Nous avons donc la responsabilité de participer et de contribuer en première ligne à la construction d'une Europe du savoir au service de tous ses citoyens, y compris les Suisses. La lutte des autorités politiques ici et ailleurs pour que notre pays réintègre les programmes européens de recherche et d'éducation doit être soutenue vigoureusement.

Thierry Courvoisier est président des Académies suisses des sciences et professeur d'astrophysique à l'Université de Genève.

## Courrier des lecteurs

### Et la mère porteuse?

(Horizons n° 99, décembre 2013)

L'article «Qui a le droit d'être père ou mère?» présente le boom du tourisme des mères porteuses dans un pays émergent tel que l'Inde comme une bonne chose pour les couples gays désirant un enfant et vivant dans des nations développées à l'instar d'Israël. Mais qu'en est-il des femmes concernées? Comment savoir si elles ne sont pas poussées à louer leur corps en raison d'une situation de détresse matérielle? (...) Comment être sûr qu'elles ne regretteront pas, à un moment ou à un autre, pendant la grossesse, au moment de la naissance ou après, le contrat qu'elles ont signé au préalable et qu'elles ne voudront pas, malgré tout, garder leur enfant?

Il serait intéressant d'obtenir des informations supplémentaires sur ces mères porteuses des pays pauvres qui permettent, grâce à des grossesses réglées par contrat, à des couples des pays riches de satisfaire leur désir d'enfant. A quelle

classe sociale appartiennent ces femmes? Quelle est leur situation économique? Disposent-elles d'une couverture sociale? Quel est le montant de leur rémunération? Bénéficient-elles d'un soutien psychologique et de délais pour dénoncer le contrat? Et comment les différents protagonistes, les parents adoptifs, les mères porteuses ainsi que bien sûr les enfants, vivent-ils tout cela des années plus tard? Sonja Klimek, Université de Fribourg.

De juin à septembre 2014

### Café scientifique

Neuchâtel: «Les cours en ligne: démocratisation ou grande illusion?» (17 septembre)

Cafétéria du bâtiment principal, Université de Neuchâtel, av. du 1er-Mars 26, 2000 Neuchâtel, de 18h00 à 19h30

► [www.unine.ch/cafescientifique](http://www.unine.ch/cafescientifique)

5 et 6 juillet 2014

### Nuit de la science: «Tout ce qui brille»

Musée d'histoire des sciences  
Parc de la Perle du Lac, rue de Lausanne 128,  
1202 Genève

► [www.ville-ge.ch/mhs/nuit\\_science.php](http://www.ville-ge.ch/mhs/nuit_science.php)

Jusqu'au 3 août 2014

### «C'est la dose qui fait le poison»

Musée jurassien d'art et d'histoire  
Rue du 23-Juin 52, 2800 Delémont

► [www.mjah.ch](http://www.mjah.ch)

Jusqu'au 26 octobre 2014

### «Les lacustres. Au bord de l'eau et à travers les Alpes»

Musée d'histoire de Berne  
Helvetiaplatz 5, 3005 Berne

► [www.bhm.ch/fr](http://www.bhm.ch/fr)

Jusqu'au 26 octobre 2014

### «Chauds Latins»

Musée romain de Lausanne-Vidy  
Chemin du Bois-de-Vaux 24, 1007 Lausanne

► [www.lausanne.ch/mrv](http://www.lausanne.ch/mrv)

Du 14 juin 2014 au 25 janvier 2015

### «100% pure laine»

Musée d'histoire naturelle  
Chemin du Musée 6, 1700 Fribourg

► [www.fr.ch/mhn](http://www.fr.ch/mhn)

Du 19 juin 2014 au 19 avril 2015

### «Imagine Japan»

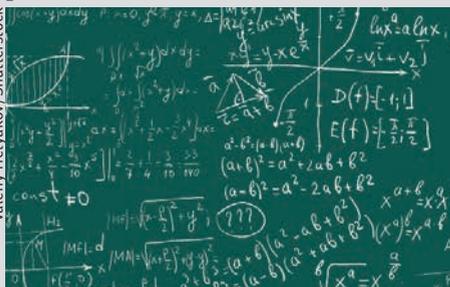
Musée d'ethnographie de Neuchâtel  
Rue Saint-Nicolas 4, 2000 Neuchâtel

► [www.men.ch](http://www.men.ch)

## Encourager les sciences naturelles

Le programme fédéral «MINT Suisse» vise à promouvoir des projets et des initiatives dans le cadre des compétences MINT (mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique). Les personnes qui souhaitent lancer une initiative ou un projet MINT dans les domaines de la formation de base ou de la formation continue, pour accroître l'attrait des professions concernées ou sensibiliser le

Valeriy Tretvakov / Shutterstock



public, peuvent déposer une demande de financement auprès des Académies suisses des sciences. Les ayants droit sont des institutions, des particuliers et des groupes qui ont de l'expérience dans ce secteur. Le projet implique l'existence de ressources financières propres. Date limite: 7 juin 2014. Le dossier d'information ainsi que les formulaires de demande sont disponibles sous: [www.academies-suisse.ch/fr/MINT](http://www.academies-suisse.ch/fr/MINT).

## Stratégie nationale pour l'éducation

Les Académies suisses des sciences ont publié un plaidoyer appelant la Confédération et les cantons à élaborer, en concertation avec les acteurs concernés, une stratégie nationale pour l'éducation ([www.akademien-schweiz.ch/fr](http://www.akademien-schweiz.ch/fr)). Contrairement à la situation prévalant dans de nombreux autres pays, le système éducatif en Suisse paraît opaque. La pénurie de personnel qualifié est un des défis qu'il doit relever. Les doublons dans la formation post-obligatoire ou des standards peu clairs pour certains diplômes sont aussi des problèmes qui méritent d'être abordés. Suite à ce plaidoyer, les Académies organiseront le 16 octobre prochain à Berne un congrès sur le thème du fédéralisme éducatif.

## Plus d'argent pour la recherche fondamentale

En 2013, le FNS a pu investir 819 millions de francs dans la recherche fondamentale, un montant encore jamais atteint jusqu'ici. Cela représente une augmen-

tation de 64 millions de francs ou de 8% par rapport à l'année précédente (2012: 755 millions de francs). Comme l'indique le rapport annuel qui vient de paraître, le FNS a approuvé l'an dernier plus de 3400 projets de recherche. Avec un pourcentage de 40%, le domaine de la biologie et de la médecine s'arrose, comme les années précédentes, la plus grande part des fonds attribués. Une part de 33% a été accordée aux mathématiques ainsi qu'aux sciences naturelles et de l'ingénieur, et 27% ont été alloués aux sciences humaines et sociales. [www.fns.ch/publications](http://www.fns.ch/publications).

## Réduction de la pauvreté et risques globaux

La pauvreté est l'un des nombreux défis globaux auxquels le «Swiss Programme for Research on Global Issues for Development» (r4d) entend répondre, en soutenant la recherche inter et transdisciplinaire dans le domaine du développement. Ce programme a été lancé conjointement par la Direction du développement et de la coopération (DDC) et par le FNS. Les premiers partenariats de recherche transnationaux entre des groupes en Suisse et dans des pays en développement ont débuté. Pourvu d'un budget de 97,6 millions de francs (DDC 72 millions, FNS 25,6 millions) sur dix ans, le programme devrait contribuer à la réduction de la pauvreté et à la préservation des biens publics dans les pays en développement. [www.r4d.ch](http://www.r4d.ch)

## Une neurobiologiste primée

Doté d'une somme de 200 000 francs, le Prix Otto Naegeli pour la recherche médicale a été décerné cette année à Silvia Arber. Neuf ans après avoir reçu le Prix Latsis national attribué par le FNS, la biologiste a été honorée pour ses travaux sur les mécanismes de contrôle des mouvements à l'interface entre les nerfs et les muscles. Avec son groupe de recherche, Silvia Arber a ainsi réussi à déchiffrer comment les contractions musculaires étaient maîtrisées. Les informations ne circulent pas seulement du cerveau à la moelle épinière et ensuite jusqu'aux muscles. Comme l'ont montré des travaux sur les souris, elles vont également de la moelle épinière au cerveau, lorsqu'il s'agit de guider de manière très fine les mouvements des pattes avant.

Lucian Hunziker



## Horizons

Le magazine suisse de la recherche scientifique paraît quatre fois par an en français et en allemand.  
26<sup>e</sup> année, n° 101, juin 2014.  
[www.snf.ch/horizons](http://www.snf.ch/horizons)

## Editeur

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

Académies suisses des sciences  
Secrétariat général  
Hirschengraben 11  
CH-3001 Berne  
Tél. 031 313 14 40  
[info@akademien-schweiz.ch](mailto:info@akademien-schweiz.ch)

## Rédaction

Urs Hafner (uha), responsable  
Valentin Amrhein (va)  
Marcel Falk (mf)  
Philippe Morel (pm)  
Ori Schipper (ori)  
Marie-Jeanne Krill (mjk)

## Graphisme, rédaction photos

2. stock süd netthoewel & gaberthüel,  
Valérie Chételat  
Illustration éditorial: Eliane Häfliger, HEAB

## Correction

Jean-Pierre Grenon

## Traduction

Catherine Riva

## Impression et lithographie

Stämpfli SA, Berne et Zurich  
Climatiquement neutre, [myclimate.org](http://myclimate.org)  
Papier: Refutura FSC, Recycling, matt  
Typographie: FF Meta, Greta Text Std

## Tirage

39 800 exemplaires en allemand,  
16 600 exemplaires en français

© Tous droits réservés.

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

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

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

## Le FNS

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

## Les Académies

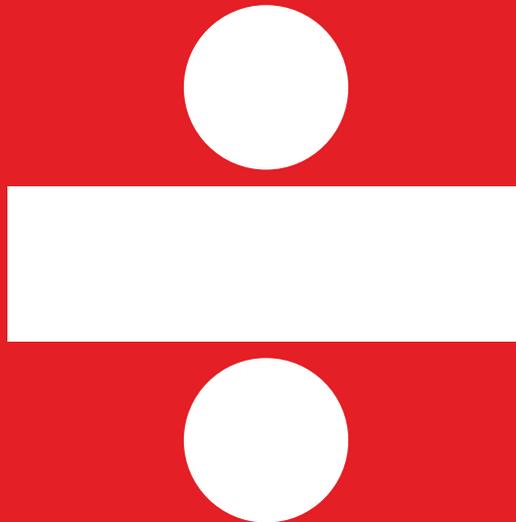
Sur mandat de la Confédération, les Académies suisses des sciences s'engagent en faveur d'un dialogue équitable entre la science et la société. Elles représentent la science, chacune dans son domaine respectif, mais aussi de façon interdisciplinaire. Leur ancrage dans la communauté scientifique leur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

«Les scientifiques ne savent  
toujours pas quels sont leurs  
intérêts.»

Monika Dommann, page 46

«Ce collisionneur est le rêve des  
physiciens des particules.»

Olivier Schneider, page 28



«La lutte des autorités politiques  
pour que notre pays réintègre les  
programmes européens de recherche  
doit être soutenue vigoureusement.»

Thierry Courvoisier, page 50