



# En quête de l'explication suprême

Où la croyance se loge dans la science

Un tortionnaire n'est pas  
forcément un monstre

32

Ecrans pliables: vont-ils  
bientôt fonctionner?

42

L'ARN, nouvelle arme  
médicale polyvalente

44

Ces pays qui peinent  
à s'offrir la recherche  
25

## Les hypothèses restent des hypothèses

Les définitions de la religion sont innombrables. Celle de l'ethnologue américain Clifford Geertz est inspirante: «Une religion est un système de symboles qui agit pour susciter des états d'âme puissants, envahissants et durables chez les gens en formulant des conceptions d'un ordre général d'existence et en conférant à ces conceptions une telle aura de factualité que les états d'âme et les motivations semblent particulièrement réalistes.»

Tester cette définition sur les sciences en tant que jeu de l'esprit peut ouvrir de nouvelles perspectives. Pour Clifford Geertz, les symboles sont «tout objet, acte, événement, propriété ou relation qui sert de véhicule à un concept qui en est la signification». La langue représente un système de symboles important. Tout comme le déroulement des actions du quotidien a une teneur symbolique. Les systèmes de symboles sont des modèles de la réalité. Par conséquent, une discipline scientifique peut être considérée comme un système de symboles composé d'objets et d'actions, telles la chimie avec ses modèles moléculaires et ses expériences, ou l'histoire avec ses concepts et ses séquences d'événements.

Un ordre ontologique ne doit pas inclure une divinité, mais peut être l'hypothèse d'une structure objective qui imprègne tout. Dans certaines disciplines scientifiques, il existe des idées de telles structures. En physique, par exemple, certaines postulent une théorie du tout, soit de quelque chose qui traverserait l'ensemble du monde physique. Et plus d'une historienne part du principe que nous ne pouvons pas comprendre notre présent sans le passé, que ce dernier est omniprésent.

C'est là que le jeu de l'esprit se complique. D'après la définition, ces représentations d'un ordre ontologique sont entourées d'une «aura de factualité». Peut-on l'appliquer aux sciences? Certainement pas de façon générale. Mais une physicienne postule-t-elle qu'une théorie du tout est vraie ou juste une théorie? Une historienne place-t-elle l'influence du passé au-dessus de tout? Ou démontre-t-elle qu'il ne s'agit que d'un facteur important?

Reste le point crucial pour notre jeu de l'esprit: la scientifique considère-t-elle les concepts globaux de sa discipline comme des hypothèses qu'elle teste sur la réalité et grâce auxquelles elle acquiert de nouvelles connaissances? Ou a-t-elle commencé à y croire?



Judith Hochstrasser, codirectrice de la rédaction

◀ ▶ Pages de couverture: Lidia Fedorenko fut la première en Russie à se faire congeler dans l'idée d'être ramenée peut-être un jour à la vie par les scientifiques dans un futur plus ou moins lointain. Sa tête ainsi que divers échantillons d'ADN sont conservés par la société KrioRus dans un récipient

appelé vase Dewar. A la mort de Lidia Fedorenko en 2005, KrioRus ne possédait pas encore de chambre de cryostockage. Sa famille a donc conservé son cerveau plusieurs mois dans de la glace carbonique.

Photos: Murray Ballard

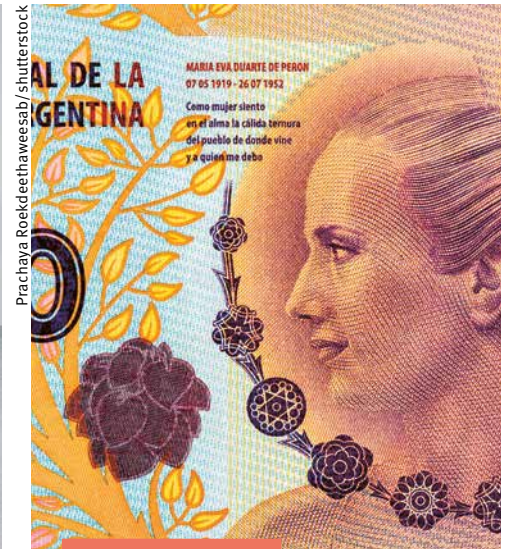
# horizons

revue-  
horizons.ch  
Lisez-nous  
en ligne!





Science et croyance



Science et politique

## 10

### Une question cruciale pour la science

Vaincre la mort, la théorie du tout: pour élucider des questions importantes, la recherche se fonde sur de grandes hypothèses. Quel rôle joue ici la croyance?

#### 10 **Un jour, l'immortalité**

Celles et ceux qui souhaitent être cryogénisés à leur décès croient pouvoir renaître un jour. Images d'un procédé contesté.

#### 12 **Encore une hypothèse ou déjà une croyance?**

La science décrit le monde, mais bien des choses restent encore inexplicables. Ces convictions qui inspirent les disciplines.

#### 18 **Réflexions personnelles**

Quatre chercheurs racontent les doutes et croyances qui les accompagnent dans leur travail quotidien.

#### 20 **Le grand dilemme**

Michael Hagner décrit comment des convictions ont eu des effets négatifs et positifs dans l'histoire des sciences.

#### 20 **Le dépassement d'un dogme**

Autrefois, la biologie considérait que seul le vivant pouvait transmettre des maladies. Puis est arrivée la théorie des prions.

#### 24 **Les étudiants ont leur mot à dire**

Une étudiante raconte son engagement dans la politique universitaire.

#### 25 **Recherche limitée par la pauvreté**

Chez nous, l'argent coule à flots. Comment font les chercheurs des pays démunis?

#### 29 **Tout un fromage pour ça?**

Mike Schäfer, spécialiste en communication, évoque l'effet d'études curieuses.

#### 30 **Expérimentation animale autorisée**

Le délicat travail des commissions cantonales pour l'expérimentation animale.

# 32

Keystone/Eddy Risch



Culture et société

## 32 Il analyse la torture

Le sociologue Jonathan Austin interviewe des tortionnaires et regarde leurs vidéos.

## 34 Emprisonnement sans tribunal

Controversée, la procédure d'ordonnance pénale fait l'objet de milliers d'analyses.

## 36 Quand le cor des alpes imite le yodel

Ce que ces deux traditions suisses ont en commun, ou justement pas.

## 37 Les gens émotifs ne sont pas crédibles La famille aide à trouver un emploi L'échec de la réforme de l'école des fascistes

En image

6 Le magnifique spectacle des cellules de cancer du sein dévorées par les anticorps

# 38

Alfred-Wegener-Institut/Esther Horvath



Environnement et technique

## 38 Expédition dans la nuit glaciale

Julia Schmale, spécialiste de l'atmosphère, sillonne l'Antarctique à bord du Polarstern.

## 40 L'énergie issue de l'eau stagne

Technique avancée, mais dispositions désuètes: débat sur l'énergie hydraulique.

## 42 Y aura-t-il enfin des écrans pliables?

Les polymères organiques ouvrent de nouvelles possibilités dans l'électronique.

## 43 L'énorme toile d'araignée dans l'espace L'érosion rapide des prairies alpines Prédire les vents dans les canyons urbains

8 Les initiatives Moonshot servent-elles principalement à des fins publicitaires?

# 44

Keystone/Science Photo Library/Power and Syred



Biologie et médecine

## 44 Les superpouvoirs de l'ARN

La médecine découvre la multiplicité des applications des minuscules brins d'ARN.

## 46 Ces espèces envahissantes négligées

Plus d'une plante ou d'un animal importé représente une menace sous-estimée.

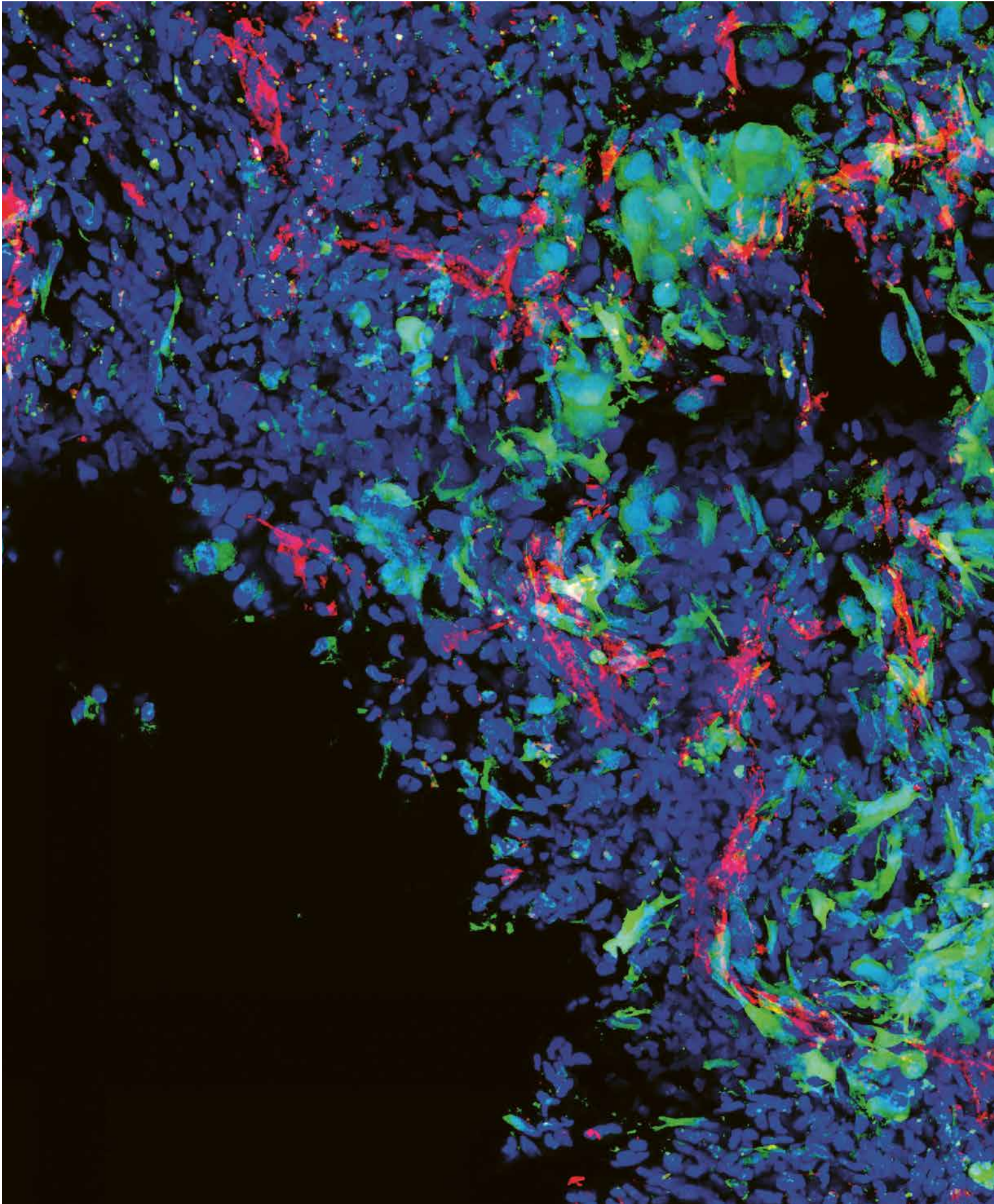
## 47 Informations dans le suc gastrique

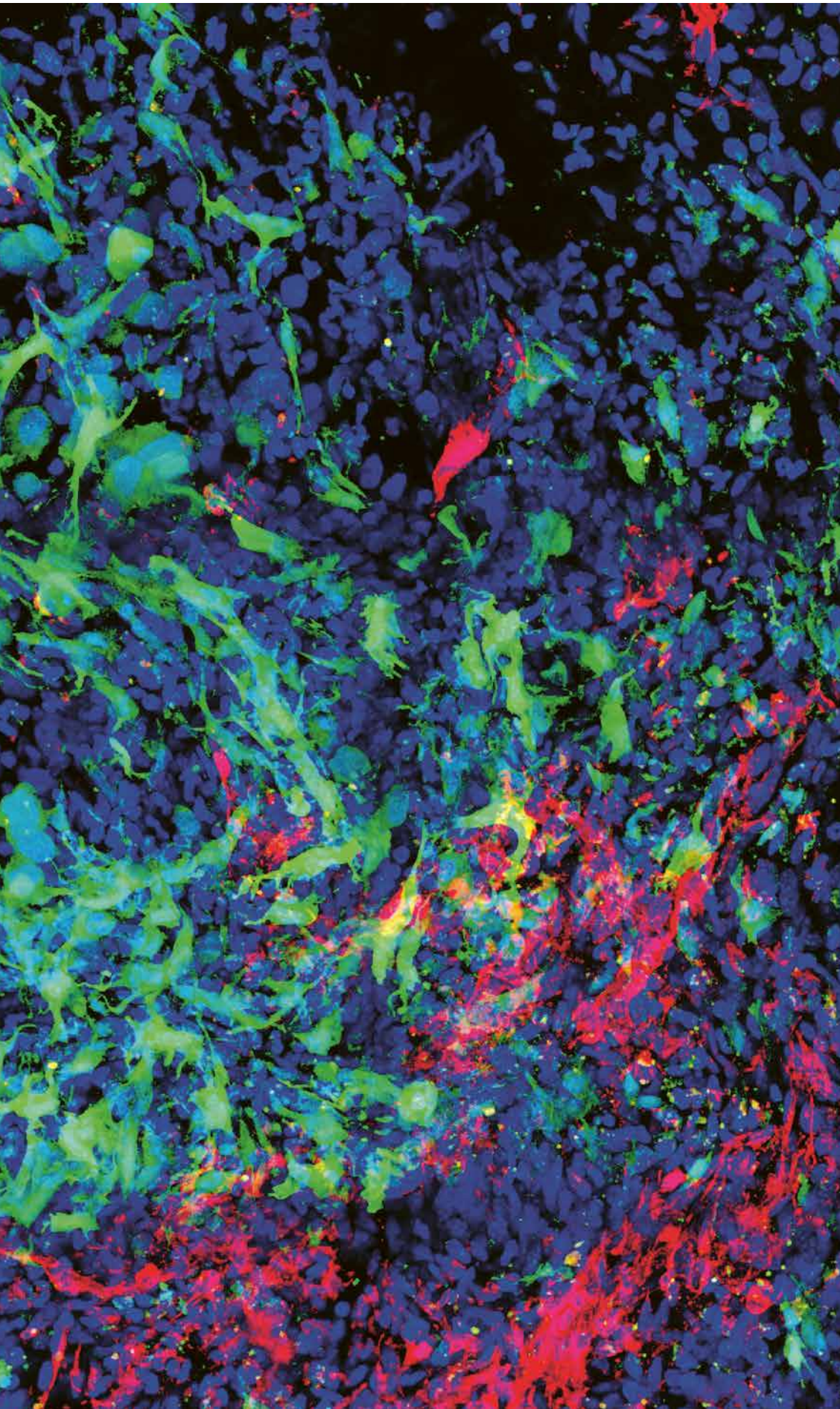
Les fourmis s'informent par l'échange de salive - la trophallaxie.

## 48 Dormir trop peu perturbe l'horloge interne Les anorexiques manquent d'anandamide Des mousses se protègent mutuellement

Comment ça marche?

49 Quand l'intelligence artificielle descend dans les archives





## Un cheval de Troie contre le cancer du sein

C'est une bataille qui se déroule sous nos yeux. Dans les zones vertes, les attaquants sont encore en plein combat. Là où ils ont été victorieux règne un vide noir. «Nous aimons recourir à l'analogie du cheval de Troie», explique Sheena Smith, biochimiste. «Nous utilisons un virus qui insère des informations génétiques dans les cellules du cancer du sein. Ces informations provoquent la production d'un anticorps qui reconnaît les cellules tumorales et les tue. Les cellules malignes sont donc pratiquement dévorées de l'intérieur.»

La chercheuse et ses collègues du Plückthun Lab de l'Université de Zurich font œuvre de pionniers avec cette thérapie génétique expérimentale produisant des anticorps directement dans la cellule cancéreuse. Une source de motivation pour Sheena Smith: «Nous regardons bien au-delà des limites des stratégies traditionnelles.»

La bataille sur cette prise de vue microscopique s'est déroulée dans la poitrine d'une souris et montre une coupe des tissus. Les zones vertes apparaissent lorsque le virus artificiel infecte les cellules. Les points bleus sont les noyaux des cellules tumorales, les rubans rouges les vaisseaux sanguins qui les nourrissent. Les parties mortes restent totalement sombres. «Ce sont donc les cellules cancéreuses qui apparaissent belles, alors que là où la thérapie a réussi, on voit du noir. C'est ce paradoxe qui rend l'image séduisante», précise encore Sheena Smith. Si la chercheuse aime tant cette scène, c'est aussi parce qu'elle provient d'une phase précoce de la série de tests: «C'était très excitant de pouvoir observer pour la première fois comment la thérapie fonctionne.»

Pour améliorer l'effet esthétique en vue du concours d'images du FNS, les chercheurs ont augmenté la luminosité: «Nous avons pris les signaux fluorescents des différents éléments cellulaires et les avons transposés en couleurs avec un bon rendu à l'écran. Mais elles correspondent pour l'essentiel à la coloration habituelle pour la visualisation que nous utilisons dans la recherche.» L'instantané scintillant éveille même des associations fantastiques chez Sheena Smith: «Ça pourrait être le ciel nocturne dans un film de science-fiction.»

*Judith Hochstrasser*

Image: Sheena Smith, avec la collaboration de Branko Simic et Rajib Schubert.



Manu Friederich

# Oui,

répond Mathias Binswanger,  
professeur d'économie  
politique

## Les projets Moonshot sont-ils surtout des instruments de relations publiques?

Qu'il s'agisse de trains voyageant à la vitesse du son, d'une percée décisive dans le traitement du cancer ou de la numérisation de l'éducation, les grands projets exigent des fonds de puissants investisseurs privés. Mais ne s'agit-il pas de publicité avant tout?



Valérie Chételet

# Non,

répond Alexander Repenning,  
professeur en informatique



Les initiatives de recherche donnent souvent lieu à de grandes joutes verbales. On nous rebat les oreilles avec des superlatifs comme «leading», «excellent», «cutting edge», «disruptive». Le concept de «Moonshot Initiative» s'y prête aussi parfaitement. Le groupe VPS Healthcare Abu Dhabi a la sienne, la Banque mondiale également et, en 2019, la Suisse a vu le lancement de la «KI Moonshot Roundtable», un pôle de talents et de recherche dans le domaine de l'intelligence artificielle. Zurich avec sa place économique et de recherche doit y tenir un rôle de premier plan.

Pour garantir l'innovation, il faudrait réunir des fonds privés et des fonds publics afin de générer les sommes les plus importantes possible. Selon l'opinion dominante, le système fonctionne comme un automate: plus il reçoit d'argent, plus il produit d'innovation. Si seulement! Mais c'est loin d'être le cas. Plus d'argent débouche certes sur plus de conférences, plus de rapports stratégiques, plus de travaux de recherche, de publications ou de prototypes, mais sans pouvoir garantir des solutions nouvelles. Tout ce qui est étiqueté «innovation» n'en contient pas forcément.

En règle générale, plus les annonces d'innovations sont pompeuses, plus il convient

«Plus d'argent débouche certes sur plus de conférences, plus de documents stratégiques, plus d'enquêtes, plus de publications ou de prototypes, mais sans pouvoir garantir des solutions nouvelles.»

d'être prudent. Andreas Hieke, un inventeur allemand qui a contribué à plusieurs innovations à la Silicon Valley, a dit dans une récente interview à la NZZ: «Tout le monde parle d'innovation et de disruption. Cela se produit toujours précisément quand il n'y a plus vraiment ni innovation ni disruption.» Un constat pertinent. Quand des projets Moonshot poussent partout comme des champignons, il n'est pas rare qu'ils se réduisent à des programmes d'occupation ou à des campagnes de relations publiques.

La «Cancer Moonshot Initiative» en est un exemple. En 2016, le milliardaire des biotechnologies Patrick Soon-Shiong voulait révolutionner la lutte contre le cancer à

l'horizon 2020. Le but était de développer un vaccin efficace pour traiter le cancer grâce à une alliance d'entreprises, de chercheuses et de médecins réputés. Aujourd'hui, quatre ans plus tard, des chercheurs en médecine indépendants disent n'avoir pour ainsi dire rien vu de cette initiative. L'examen des listes d'études cliniques, de présentations et de communiqués de presse laisse supposer qu'ils sont loin d'avoir atteint les objectifs principaux.

Cela ne veut pas dire que les initiatives Moonshot sont inutiles. Elles permettent certainement de donner d'importantes impulsions à la recherche. Et combiner les financements privés et publics dans certains domaines a du sens. Cependant, l'idée particulièrement prisée des politiciens selon laquelle plus de fonds mènent toujours à plus d'innovation s'avère souvent illusoire. C'est pourquoi il faudrait toujours examiner de près ce qui se cache effectivement derrière une initiative Moonshot.

Mathias Binswanger est professeur d'économie politique à la Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse. Il est l'auteur du livre «Der Wachstumszwang».

La «Cancer Moonshot Initiative» vise à accélérer massivement la recherche médicale. En 2016, le vice-président américain Joe Biden estimait même que ce projet permettrait de réaliser en cinq ans des progrès qui auraient dû en prendre dix. Il s'agit bien sûr aussi beaucoup de relations publiques. Et c'est un risque. Cela peut polariser, détourner l'attention de stratégies plus novatrices et conduire à une homogénéité intellectuelle.

Néanmoins, les initiatives Moonshot ont le potentiel d'accélérer les projets du point de vue stratégique - d'une manière qu'il serait difficile, voire impossible de réaliser avec les seuls fonds publics pour la recherche. Sans initiatives Moonshot privées, on court un risque au moins aussi grand de voir des idées importantes bloquées dans le pipeline du développement, de sorte que la masse critique nécessaire à leur réalisation pratique ne soit jamais atteinte.

Le Moonshot privé pour l'Hyperloop ne sert par exemple pas uniquement à faire le bonheur des clients potentiels d'Elon Musk, il crée également des éléments conceptuels utilisables par d'autres entreprises ou institutions publiques. Citons aussi l'EPFL qui a remporté une excellente troisième place au concours international

«SpaceX Hyperloop Pod Competition» de 2019 avec sa capsule Swissloop et a ainsi déjà pu profiter de la publication du concept. Les conceptions open source diffèrent des anciens concepts de propriété intellectuelle comme le dépôt de brevets.

«Sans initiatives Moonshot privées, on court un risque au moins aussi grand de voir des idées importantes bloquées dans le pipeline du développement.»

La frontière entre intérêts privés et publics évolue souvent avec le temps. Le Moonshot original a remporté un énorme succès, mais n'était pas privé. Il a non seulement rempli sa mission, mais a aussi généré toute une série de bénéfices annexes pour la recherche, les matériaux et les infrastructures. Comme les coûts de la navette spatiale sont devenus trop élevés pour la collectivité, le projet a été mis en sommeil. C'est pourquoi les vols habités

pour Mars seront probablement réalisés un jour par des privés.

Dans l'enseignement informatique, Code.org a par exemple lancé une initiative Moonshot privée pour apprendre la programmation à tous les enfants du monde. Plus de 40 millions d'enfants ont déjà participé à l'événement annuel «Hour of Code», durant lequel Barack Obama a même été le premier président américain à écrire un programme en public. Code.org propose ensuite une formation continue pour les enseignants. Celle-ci est payante, mais ce n'est pas un mal pour un projet qui aura permis à un nombre sans précédent d'élèves et d'enseignants de s'initier à la programmation. L'énorme effort publicitaire qu'il a fallu déployer pour atteindre un tel succès est un exemple parfait du type de dépenses qu'on ne veut pas financer avec l'argent des contribuables.

Alexander Repenning est enseignant à la Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse.





# Où la croyance mène la science

Faits et arguments vérifiables font partie de l'essence même de la science. Mais la conviction qu'on peut réaliser des choses non encore prouvées est aussi déterminante. Comment l'inexpliqué influence le monde de la connaissance.

## IMMORTEL UN JOUR

Un collaborateur de l'Alcor Life Extension Foundation en Arizona prépare les médicaments utilisés dans la phase initiale d'une cryoconservation, soit de stockage dans de l'azote liquide. Horizons présente le travail du photographe Murray Ballard qui a observé la pratique à travers son objectif de 2006 à 2016. Il allie les clichés de procédés techniques aux portraits de personnes désireuses de faire un pied de nez à la mort. On se rit souvent d'elles, mais le photographe adopte une position neutre. Au public de décider si ces personnes font preuve d'une véritable innovation ou si elles sont prisonnières d'un monde fantastique de science-fiction.

Photo: Murray Ballard

# Le fondement demeure toujours incertain

La théologie est bien entendu fondée sur la croyance. Or, même en physique et en mathématiques, le savoir n'est pas pur. Dans quelle mesure les chercheurs font-ils preuve d'esprit critique à l'égard de leurs propres fondements? Un voyage-découverte à travers les disciplines.

*Par Judith Hochstrasser, Florian Fisch et Michael Baumann*

La science confirme ou réfute ses théories et thèses à l'aide d'observations, par exemple grâce à des expériences reproductibles. Dans la recherche au quotidien et les applications concrètes qui en découlent s'appliquent les règles de l'empirisme et de la reproductibilité. Mais ce qui fonctionne au sein de chacune des différentes disciplines peut devenir une question de foi. Vus de l'extérieur, certains principes, théories et modèles peuvent paraître boiteux.

Horizons a réuni un échantillon de ces disciplines pour comprendre où dans la science commence - ou s'arrête - la croyance. Où considère-t-on comme vraies des choses sans que des raisons vérifiables le confirment?

## PHYSIQUE

### Théorie des cordes à fin d'unification

**L**es deux lauréats suisses du prix Nobel, Didier Queloz et Michel Mayor, ont découvert l'exoplanète 51 Pegasi en 1995, bouleversant la théorie alors courante de la formation des planètes. Selon le philosophe Karl Popper, c'est exactement ainsi que les théories scientifiques doivent pouvoir être réfutées.

Mais réfuter les théories de la physique n'est pas toujours possible. Selon le physicien Peter Woit, la théorie des cordes - un modèle physique censé réunir toutes les forces fondamentales observées à ce jour - serait tellement hypothétique qu'on ne saurait même pas prouver qu'elle est erronée. Sur son blog, le journaliste scientifique John Horgan écrit à ce propos: «Au mieux, la physique est le domaine scientifique le plus solide et le plus rigoureux, mais dans sa capacité à produire des sottises elle surpasse même la psychologie.»

Sans aller aussi loin, le philosophe scientifique Claus Beisbart explique que d'autres théories, comme celle de la gravitation à boucles, contredisent celle des cordes et que les deux approches ne sauraient être correctes. «Si, aujourd'hui, quelqu'un considère l'une de ces théories comme vraie, il ne s'agit certainement pas d'un savoir, mais de pure croyance.» Bien des chercheurs aborderaient ces recherches comme un passe-temps. «Ils pensent néanmoins qu'il faut poursuivre leur approche plutôt qu'une autre. La justification donnée est que cette théorie est particulièrement simple, ou d'une grande beauté.»

**«Lorsque quelqu'un travaille pendant des années avec le même modèle, il commence tôt ou tard à y croire. Il ne perçoit plus les données de façon neutre, mais s'arrange pour qu'elles entrent dans son modèle.»**

Claus Beisbart

La foi serait inutile pour progresser dans la recherche. Il suffirait de suivre des hypothèses. Claus Beisbart signale toutefois un phénomène intéressant: «Psychologiquement, il est difficile au fil des ans de continuer à considérer une hypothèse comme telle. Le risque existe qu'elle devienne une croyance malgré tout. Des études montrent que lorsque quelqu'un travaille pendant des années avec le même modèle, il commence tôt ou tard à y croire. Il ne perçoit plus



Les archives ADN de David et Ellen Styles de Macclesfield (GB) en février 2009 (en haut). Elles servent de sauvegarde pour le cas où leurs corps seraient détruits lors d'un accident, empêchant leur cryoconservation. Dans le monde, près de 2000 personnes sont inscrites pour être congelées post-mortem. Une partie d'entre elles seront probablement plongées dans l'azote liquide des cryostats américains du Cryonics Institute au Michigan (en bas).

Photos: Murray Ballard



les données de façon neutre, mais s'arrange pour qu'elles entrent dans son modèle.» Les chercheurs courent donc partout le risque de devenir les croyants de leurs propres postulats.

La théorie des cordes est une tentative de trouver une «théorie de tout». Cette ambition n'a-t-elle pas une connotation religieuse? Claus Beisbart le réfute: «C'est simplement dans la nature de la science de relier, systématiser et rechercher l'unité.» Selon Kant, l'unification serait un idéal régulateur qui n'est certes pas toujours atteignable mais à poursuivre constamment. «Elle ne doit pas devenir un dogme mais uniquement un objectif.»

Claus Beisbart prévient aussi qu'il serait trompeur de parler de foi religieuse quand des scientifiques croient à une théorie spéculative. Car dans la croyance religieuse on se fie à un être supérieur et on organise sa vie en fonction. Cela n'est jamais le cas en physique, selon lui.

### MATHÉMATIQUES Fondement contradictoire

**P**armi les premiers mathématiciens européens modernes, quelques représentants s'étaient intéressés au lien entre la croyance en un être suprême et les mathématiques. L'Allemand Georg Cantor pensait ainsi au XIXe siècle que sa théorie de l'infini permettrait de comprendre le divin.

Depuis, les débats portent sur d'autres domaines, comme de savoir si les axiomes de la théorie des ensembles formulée il y a plus d'un siècle sont cohérents ou pas. Ils constituent aujourd'hui le fondement de presque toutes les mathématiques. Selon Roy Wagner, professeur d'histoire et de philosophie des sciences mathématiques à l'ETH Zurich, l'absence de contradictions de ces axiomes, en plus de ne pas être prouvée, est également impossible à démontrer selon les normes mathématiques. Néanmoins, la plupart des mathématiciens y croient.

Roy Wagner explique que les mathématiciens doivent de plus souvent se fier au jugement de spécialistes lorsqu'il s'agit de preuves novatrices, complexes et longues. «Rares sont ceux qui sont en mesure même de les comprendre. Parfois les avis divergent aussi.» Les mathématiciens seraient généralement persuadés que toute preuve correcte est vérifiable par ordinateur. «Vous devez croire que le logiciel correspondant fonctionne correctement», dit-il.

**«Celui qui croit à un savoir dénué de croyance n'a pas une idée réaliste de la science.»**

Roy Wagner

Malgré toutes ces incertitudes, Roy Wagner ne voit pas de point où se terminerait la croyance et où commencerait la science, ni

en mathématiques ni dans d'autres sciences. «Quand je présente un argument scientifique, je crois ne pas avoir fait d'erreurs, que le savoir sur lequel je me base est fondé et que le système que j'utilise est valable.» Celui qui croit à un savoir dénué de croyance a une conception non réaliste de la science, estime Roy Wagner.

### MÉDECINE COMPLÉMENTAIRE Pas de critiques, merci

**T**oute discipline doit croire en certaines hypothèses de base. Mais lorsqu'il s'agit d'applications concrètes, la croyance ne devrait plus intervenir. En médecine, par exemple, une thérapie est efficace ou non. Elle a des effets secondaires ou pas. La médecine basée sur l'évidence n'applique un traitement qu'une fois son efficacité et sa sécurité prouvées par une étude. En médecine complémentaire, par contre, c'est rarement le cas.

Cependant il devient plus compliqué de séparer croyance et connaissance en la matière. En médecine classique, le nombre de variantes thérapeutiques possibles et de groupes de patients différents est simplement trop grand. De nombreux médicaments n'ont ainsi été testés que sur des hommes, mais sont utilisés pour soigner des femmes et des enfants. On présuppose simplement qu'ils agissent de façon identique sans l'avoir prouvé.

Les traitements efficaces de médecine complémentaire rencontrent plus de difficultés. «Selon les circonstances, il faut parfois un certain temps jusqu'à ce qu'un procédé à l'efficacité avérée soit intégré à la routine clinique», constate l'Allemand Edzard Ernst, premier professeur de médecine complémentaire du monde.

**«J'ai montré à maintes reprises que l'étude clinique traditionnelle ne peut pratiquement jamais aboutir à un résultat négatif en médecine complémentaire.»**

Edzard Ernst

Quand Edzard Ernst a pris le nouveau poste créé à l'Université d'Exeter (GB) en 1993, la qualité des données sur l'homéopathie manquait de clarté et il s'est fixé pour tâche d'y remédier. «Aujourd'hui, nous pouvons être pratiquement certains que l'homéopathie agit - simplement par effet placebo», dit-il. Ce qui signifie donc que même un pseudo-traitement présenté sous une forme identique à celle de l'homéopathie a des effets identiques. Les attentes des patientes sont déterminantes. Entre-temps, les universités de Berne, de Zurich et de Bâle ont suivi l'exemple de celle d'Exeter et créé des instituts et des chaires

de médecine complémentaire pour répondre à la demande croissante de procédés dans ce domaine.

Sur le principe, Edzard Ernst se réjouit de la multiplication de ces chaires, mais il se montre critique à l'égard de leurs activités scientifiques: on se contente souvent d'organiser des sondages et de publier des observations d'utilisateurs. Lorsqu'il s'agit de mener des études cliniques, le traitement standard est fréquemment complété avec la médecine complémentaire et comparé aux résultats du même traitement sans médecine alternative. «J'ai montré à plusieurs reprises qu'une telle étude ne pouvait presque jamais conduire à un résultat négatif», note-t-il. C'est à dire non négatif pour la médecine alternative. Un point de vue sur cette démarche est que les chercheurs tentent de confirmer leurs croyances.

Plusieurs chercheurs en médecine complémentaire des universités de Zurich et de Berne ont refusé de s'exprimer sur les questions de croyance dans leur discipline. Edzard Ernst n'en est pas surpris: «La critique est véritablement rare au sein des médecines complémentaires et la prise de conscience qu'elle constitue une étape importante sur la voie du progrès ne s'est pas encore imposée.»

## THÉOLOGIE

### Objet de recherche flou

**L**a science dont l'objet est la croyance elle-même a pour sa part une large pratique de la façon d'affronter la critique, même acerbe et issue de ses propres rangs. Le théologien allemand Heinz-Werner Kubitza par exemple écrit dans son livre "Der Dogmenwahn" (Le délire du dogme) que la théologie est une curiosité au sein des universités modernes, l'existence même de l'objet central de cette science, le divin, n'étant pas vérifiée.

Barbara Hallensleben, théologienne à l'Université de Fribourg et professeure de dogmatique et de théologie de l'œcuménisme, s'en réjouit: «Être une curiosité suscite l'intérêt et constitue le début d'une possible découverte.» La critique sévère du divin par Heinz-Werner Kubitza ne l'émeut pas non plus: «Si Dieu est un objet dans une chaîne d'objets finis, alors il n'existe pas. Lorsque je parle de Dieu, je me place au niveau du questionnement de la raison et du but.»

Pour elle, la croyance est constitutive de la théologie dès le départ: «Nous vivons dans une zone du monde à la culture très marquée par cette croyance précisément. Y réfléchir est utile, aussi pour comprendre d'où nous venons. La théologie ne se contente pas de contempler sans cesse le ciel, elle examine aussi les traces de cette croyance et de ce dieu dans l'histoire», dit-elle. De la foi naîtrait en plus une inquiétude de la pensée qui ne cesse d'interroger et de vouloir comprendre.

Selon Barbara Hallensleben, la théologie actuelle est une science très différenciée et soucieuse des méthodes. «Au sens strict, la science est la recherche méthodiquement menée d'une

réponse vérifiable à une question précise. Sur ces bases, celui ou celle qui ne partage pas la même croyance peut aussi comprendre pourquoi on parvient à un certain résultat.»

Dans son travail quotidien, la théologienne s'appuie sur de nombreuses méthodes scientifiques: «Je déchiffre des notes manuscrites, j'interprète des textes et j'analyse des arguments. Cela nécessite le recours à la science dans toute sa précision méthodique.»

**«La théologie ne se contente pas de contempler sans cesse le ciel, mais elle examine les traces de cette croyance et de ce dieu dans l'histoire.»**

Barbara Hallensleben

Revenons à Heinz-Werner Kubitza: une autre raison qui lui fait considérer la théologie à l'université comme une curiosité est la réserve confessionnelle, la théologie pouvant être réformée ou catholique. Barbara Hallensleben écarte aussi cet argument: «Chaque discipline scientifique a ses querelles académiques s'apparentant parfois à des luttes dogmatiques.» L'enseignante perçoit même les contextes confessionnels comme plus divers encore, car elle travaille aussi avec des étudiants orthodoxes et évangéliques. Pour elle, la pluralité des confessions chrétiennes est un indice certain du caractère inachevé de la théologie. «Celle-ci n'interprète pas la vérité de la foi dans un système rigide, mais l'aborde toujours sous divers angles, dans une sorte de dispute au sens positif. La science est aussi toujours une lutte pour obtenir des réponses.»

Judith Hochstrasser est codirectrice et Florian Fisch codirecteur de la rédaction d'Horizons. Michael Baumann est journaliste indépendant à Zurich.







Les corps ou des parties de corps de ces personnes et de ce chien sont actuellement immergés dans l'azote liquide du Cryonics Institute dans l'Etat du Michigan (USA). Dans le monde, quelque 200 corps sont durablement conservés ainsi, dans l'espoir que les progrès de la science pourront un jour leur réinsuffler la vie.

Photo: Murray Ballard

## «Que la religion ne concerne que les très grandes questions est un malentendu.»

Christoph Uehlinger (61 ans), Université de Zurich

**FAIT DE LA RECHERCHE EN :** science des religions historique et comparative  
**IL CROIT :** aux droits humains, au respect des personnes de confessions différentes et à la valeur de la science critique sur le plan idéologique

«Quand j'étais encore un jeune homme, j'envisageais de devenir moine. J'étais alors proche d'une communauté monastique œcuménique internationale. Toutefois, comme la pensée scientifique m'intéressait également, j'ai commencé des études de théologie. Il y a seize ans, toujours plus préoccupé par les questionnements historiques, je suis passé des sciences bibliques à celles des religions. Je n'adhère pas à l'hypothèse selon laquelle la croyance en un ordre transcendant serait l'élément essentiel d'une religion. Je considère comme un malentendu que la religion ne concerne que les très grandes questions. Je suis fasciné par le nombre de variations de la religion

et de la foi, ainsi que par le rôle de la pratique de la religion par de petits gestes. Lors de la visite d'un cloître à Chypre, j'ai par exemple été impressionné de voir des gens faisant longuement la queue afin de pouvoir toucher brièvement une icône de Marie. Sa couche de protection en argent est régulièrement polie à l'aide de tampons de ouate, distribués dans de petits sachets en plastique. J'en ai longtemps porté un sur moi, sans lui attribuer un pouvoir particulier, juste en souvenir de cette rencontre. Mes croyances personnelles n'ont rien à voir avec ma science. Car en tant que scientifique spécialiste des religions, je suis tenu à l'agnosticisme méthodologique.»



## Alors, qu'en-est-il de votre croyance?

Un théologien toujours moins intéressé par Dieu, une spécialiste d'Alzheimer qui reste convaincue qu'un jour tout ira bien malgré tous les revers... Quatre chercheurs répondent à la question fondamentale.

Texte: Alexandra Bröhm, illustrations: Irene Sackmann

## «Je crois à des progrès dans la recherche sur Alzheimer.»

Jessica Peter (41 ans), Services psychiatriques universitaires Berne (UPD)

**FAIT DE LA RECHERCHE EN :** fonctions cognitives et vieillissement du cerveau  
**ELLE CROIT :** au rationalisme et à l'empirisme

«Revers et frustrations sont les compagnons de route des chercheurs travaillant sur la maladie d'Alzheimer. Il n'est pas facile d'accepter que nous ne connaissons toujours pas sa cause exacte. Ma recherche porte sur les processus de vieillissement dans le cerveau et leurs effets sur la mémoire. J'essaie en outre de développer des interventions qui soutiennent les processus de cette dernière. Nous utilisons par exemple la simulation cérébrale non invasive pour améliorer les fonctions cognitives. Cependant, malgré la situation initiale prometteuse, cette méthode ne nous

a pas permis de trouver des effets significatifs sur les processus de mémoire des malades d'Alzheimer. J'essaie de gérer les déceptions en dialoguant avec mes collègues. Les discussions avec d'autres chercheurs mènent souvent à des explications ou ouvrent de nouvelles perspectives. La démence d'Alzheimer est une maladie si complexe que nous ne pouvons en analyser qu'une petite partie à la fois. C'est ce qui rend la tâche exigeante, mais passionnante aussi. C'est précisément parce qu'il reste de nombreuses questions ouvertes que ce domaine de recherche reste un défi.»



## «Il n'existe pas d'objectivité absolue.»

Daphne Bavelier (53 ans), Université de Genève  
**FAIT DE LA RECHERCHE EN:** plasticité du cerveau  
**ELLE CROIT:** au processus scientifique et aux faits vérifiables

«La science n'est pas une question de croyance. Mais je crois au processus scientifique qui se concentre sur des résultats vérifiables. Quand, dans le cadre de notre étude sur la plasticité du cerveau, nous avons découvert que les jeux d'action renforçaient la cognition, j'ai reçu de nombreuses réactions d'incrédulité. Il y a quinze ans, la réputation des jeux électroniques était encore plus mauvaise qu'aujourd'hui. Des journalistes américains m'ont même appelée chez moi en pleine nuit. J'ai pu gérer ces réactions violentes parce que je crois à la science et pouvais m'appuyer sur les faits. Mais en tant que chercheuse étudiant le cerveau humain, je sais également que nous ne sommes pas tous exempts de certaines idées préconçues et qu'une objectivité absolue n'existe pas. Notre cerveau est construit pour évaluer ce qui est nouveau sur la base d'expériences passées. Ce qui m'inquiète, ce sont les difficultés que rencontrent parfois des faits scientifiques dans le débat public, et cela sur des thèmes ne relevant pas de la foi, mais de faits.»

## «La religion interroge sur ce que le monde signifie pour moi, pas les sciences naturelles.»

Conrad Gähler (55 ans), ETH Zürich et Siemens  
**FAIT DE LA RECHERCHE EN:** automatisation de bâtiments efficaces en énergie  
**IL CROIT:** à Dieu comme étant la profondeur de la vie et aux forces positives qui animent chacun de nous

«Pour moi, science et foi ne sont pas contradictoires. Il s'agit davantage de deux points de vue complémentaires sur notre monde, qui cherchent des réponses à des questions différentes. Les sciences naturelles sont la base pour la compréhension des processus naturels et technologiques et pour développer des solutions techniques. Si j'élabore par exemple des solutions respectueuses du climat avec des étudiants en technique du bâtiment, la religion n'est d'aucune aide. A l'inverse, la religion soulève la question de l'interprétation du monde, de sa signification pour moi. Dans

ce domaine, ce sont les sciences naturelles qui ne peuvent pas m'aider. Une chose est sûre: l'image de Dieu comme instance jetant par-dessus bord les lois de la nature à sa guise n'est plus défendable de nos jours. Je me sens très à l'aise avec ce point de vue au sein de l'Eglise réformée suisse. Pour moi, «Dieu» représente l'origine, la profondeur de l'être et les forces positives qui imprègnent nos existences et le monde. Il s'agit de maintenir le contact avec elles. En ce sens, une prière aussi est une prise de contact avec ces forces positives.»

# «Chaque nouvelle génération doit réfléchir à ce qu'elle croit»

La délimitation entre croyance et connaissance est également difficile dans la science. L'historien des sciences Michael Hagner y reconnaît à la fois un défi et une opportunité.

*Interview: Nic Ulmi*

## Michael Hagner, les croyances jouent-elles un rôle dans l'histoire des sciences?

Je distinguerais deux types de croyances. Le premier est banal: c'est la confiance que chaque scientifique accorde aux résultats des autres. Comme on ne peut pas reproduire toutes les expériences dont on lit le compte rendu, on s'appuie sur la croyance que la méthodologie et les données de nos confrères et consœurs sont correctes. Cette confiance, sans laquelle la science ne pourrait pas fonctionner, doit être distinguée des croyances religieuses, culturelles, politiques et sociales. Cette deuxième catégorie a également joué un rôle dans l'histoire des sciences, avec des effets à la fois positifs et négatifs.

## Où les effets négatifs étaient-ils particulièrement marqués?

Dans l'histoire des neurosciences, une croyance particulièrement néfaste a conduit à vouloir localiser dans le cerveau des catégories comme le sexe et la race, afin d'utiliser l'autorité des neurologues pour justifier l'affirmation selon laquelle les femmes seraient inférieures aux hommes et les peuples non européens inférieurs aux peuples européens. Ces idées ne sont pas un simple accident de l'histoire des neurosciences, elles orientent la recherche depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. La mesure - ou mal-mesure, selon le terme de Stephen Jay Gould - des crânes, des cerveaux, des circonvolutions corticales et de

la cytoarchitecture du cortex visait en partie à évaluer les différences intellectuelles et morales supposées entre les sexes et entre les races. L'expérience traumatique de l'Holocauste a conduit les neuroscientifiques à réfléchir davantage à leurs propres croyances. Mais chaque nouvelle génération de scientifiques doit entreprendre cette réflexion. Les neuroscientifiques d'aujourd'hui devraient avoir conscience des pièges du passé et faire preuve de prudence dans leurs affirmations.

## Les convictions de l'époque n'ont-elles plus d'influence?

Si. La notion de race a certes été largement abandonnée entre la fin des années 1940 et

## COMMENT LES PRIONS ONT FAIT TOMBER UN DOGME

Les maladies déclenchées par les prions ont de longues incubations et sont toutes fatales. Ces protéines mal repliées entraînent une dégénérescence du cerveau chez les animaux et les humains. Il en résulte différentes maladies, dont la tremblante du mouton, l'ESB connue comme maladie de la vache folle ou la maladie de Creutzfeld-Jakob chez l'humain. Alors qu'aujourd'hui il est largement admis que ces affections sont dues aux prions, en 1982 avait éclaté une longue guerre de croyances entre chercheurs pour déterminer si les protéines modifiées étaient vraiment à l'origine du mal.

*Texte: Judith Hochstrasser  
Illustrations: 1kilo*

## LE DOGME jusqu'en 1982



Louis Pasteur et Robert Koch ont reconnu le rôle de diverses bactéries au XIX<sup>e</sup> siècle. Plus tard la biologie a suivi le credo: tous les agents pathogènes contiennent du matériel génétique.

## L'HÉRÉTIQUE 9 avril 1982



Le biochimiste américain Stanley Prusiner renverse ce dogme avec sa théorie des prions. Dans une étude parue dans Science, il affirme comme auteur unique que la tremblante du mouton est déclenchée par des protéines modifiées. Or, les protéines n'ont pas de matériel génétique. Plus tard il explique: soudain, ces protéines changent de conformation comme un parapluie retourné par la tempête. Les prions seraient aussi responsables d'autres maladies inexplicables telles que l'ESB.



«Pour les négationnistes du climat et autres fondamentalistes, il est facile d'exploiter les conclusions de l'épistémologie», dit Michael Hagner de l'ETH Zurich.

Photo: Valérie Chételat

pas est également une croyance, surtout défendue dans les «cultural studies» et les études de genre. Mais les résultats de la recherche empirique montrent qu'il est très difficile d'identifier un cerveau typiquement masculin ou féminin, ou de partir de données issues d'observations pour en déduire l'existence de capacités cognitives précises.

«Dans l'histoire des neurosciences, une croyance particulièrement néfaste a conduit à vouloir localiser dans le cerveau des catégories comme le sexe et la race.»

**Parfois, les scientifiques hésitent à remettre en cause une croyance, par exemple le libre arbitre...**

Un débat sur le libre arbitre a eu lieu au sein des neurosciences dans le sillage de l'expérience de Benjamin Libet en 1983, largement interprétée comme démonstration du fait que le libre arbitre n'existe pas. Mais la philosophie questionne ce concept depuis longtemps déjà. La notion de libre arbitre s'avère cependant extrêmement résistante. Pourquoi? Parce qu'elle est socialement utile pour donner un sens à nos existences et au monde. L'idée a été reprise par plusieurs neuroscientifiques qui en ont fait un argument darwinien, affirmant que notre cerveau utilise des idées, vraies ou fausses, pour renforcer notre aptitude à la survie. Ainsi notre croyance dans le libre arbitre serait le résultat d'une sélection naturelle parce qu'il nous donne un avantage. Je doute

le début des années 1950. Mais en matière de sexe, respectivement de genre, la situation est plus compliquée. On trouve encore des neuroscientifiques convaincus qu'il existe des différences cognitives et

psychologiques significatives entre le cerveau masculin et le cerveau féminin, alors que d'autres rejettent catégoriquement ce point de vue. Mais, au sens strict, l'idée que de telles différences n'existeraient

## LA GUERRE DE CROYANCES

1982 – 1997



Celui qui s'attaque à un dogme s'expose aux vents contraires, y compris Stanley Prusiner. Si sa théorie des prions a des partisans, de nombreux scientifiques restent fermement convaincus qu'il n'y a pas d'agent pathogène sans matériel génétique. Et Prusiner ne peut pas prouver que les protéines malades sont capables d'en contaminer d'autres. Un de ses détracteurs, Heine Diring, virologue à l'Institut Robert Koch, est persuadé que les agents des maladies à prions sont de minuscules virus très lents.

## LA RÉFUTATION

17 janvier 1997



Des chercheurs français publient dans Science une étude pour réfuter la théorie de Prusiner. Ils ont infecté des souris avec de la matière cérébrale de bovins atteints d'ESB. Tous les rongeurs sont tombés malades, mais la protéine mal repliée n'a pas été retrouvée chez tous. Le prion n'apparaissait qu'après des injections répétées de cellules cérébrales de souris malades à des souris saines. La conclusion des chercheurs: les prions pourraient jouer un rôle dans l'infection sans être décisifs.

## LA CANONISATION

6 octobre 1997



Stanley Prusiner reçoit le prix Nobel de physiologie ou médecine pour sa théorie des prions. Ce qui en surprend plus d'un. Le Deutsches Ärzteblatt y voit «la consécration d'une thèse téméraire». Mais le comité Nobel «croit» Prusiner, selon une citation rapportée par le Spiegel.

«Les croyances peuvent être le moteur de nouvelles idées et contribuer à l'exploration de territoires que le courant dominant ne trouve pas pertinents.»

toutefois que cette position puisse faire l'objet d'une validation scientifique. Elle n'est rien de plus qu'une conviction.

#### La science ne parviendra-t-elle jamais à se libérer totalement de la croyance?

Nous avons parlé jusqu'ici du rôle que les croyances jouent dans les sciences, et c'est essentiel d'en avoir conscience. Cela dit, il est important de souligner que les sciences ont mis au point des outils puissants pour lutter contre les préjugés en développant le système le plus fiable qui soit pour produire des connaissances. Mais ce système n'est pas parfait. Il peut échouer, ce qui rend la plupart des résultats scientifiques à la fois fiables et provisoires. De plus, les scientifiques même travaillent parfois avec des croyances, conscientes ou inconscientes. Et il y a dans notre société des forces qui n'acceptent pas l'idée que les sciences sont les sources les plus fiables sur des sujets tels que le changement climatique et sa nature anthropique. Ce dernier point complique la discussion. Si nous nous plaçons sur un plan purement historique et épistémologique, nous arrivons inévitablement à la conclusion que la science ne peut pas être exempte de croyances. Mais si l'on affirme cela dans un contexte politique, il est facile pour les négationnistes climatiques et pour d'autres fondamentalistes de s'emparer de cette affirmation et de l'exploiter à leurs

propres fins. C'est le dilemme auquel les épistémologues historiques comme moi doivent faire face aujourd'hui.

#### Vous disiez que les croyances avaient également eu des effets positifs dans l'histoire des sciences. Lesquels?

Les croyances peuvent être le moteur de nouvelles idées et contribuer à l'exploration de territoires que le courant dominant ne trouve pas pertinents. En d'autres termes, les croyances peuvent rendre le système scientifique plus complexe et plus intéressant. Si le système est trop rigide et impénétrable, il devient tôt ou tard improductif.

#### Le terme «pseudoscience» est utilisé comme moyen pour distinguer le savoir légitime des croyances qui se déguisent en sciences. Il y a une dizaine d'années, vous plaidez contre l'utilisation de cette notion. En voyant comment l'environnement numérique actuel donne une caisse de résonance aux croyances pseudoscientifiques, avez-vous changé d'avis?

Dans l'étude de 2008 que vous mentionnez, j'avais rendu attentif au fait que les philosophes et les scientifiques n'ont pas réussi à tracer une frontière nette et sans ambiguïté entre science et pseudoscience. Aujourd'hui, la communication numérique et les médias sociaux rendent toujours plus difficile la distinction entre des

connaissances pertinentes et solides et des scories dépourvues de pertinence et de fiabilité. C'est un gros problème, mais je ne pense pas que la catégorie épistémologique de pseudoscience soit utile pour le résoudre. Nous devons analyser et expliquer précisément les différences catégoriques entre ces connaissances fiables et ces produits déchetés. Par ailleurs, il faudrait restreindre le pouvoir des cinq grandes entreprises numériques. Leur pouvoir monopolistique est devenu si grand qu'elles font toujours plus penser à un régime totalitaire.

Nic Ulmi est journaliste indépendant à Genève.

#### De la médecine à l'épistémologie

Michael Hagner, 60 ans, est professeur à l'ETH Zurich. Il examine la science sous l'angle de l'histoire, de l'épistémologie et des aspects culturels. Après une formation en médecine et en philosophie, il a longtemps étudié la trajectoire historique des neurosciences jusqu'à l'époque moderne et contemporaine. Il a également publié des ouvrages et articles scientifiques sur des sujets tels que le rôle des images dans les sciences, l'histoire de la cybernétique et, plus récemment, la place du livre dans le monde numérique.

### LE LONG DOUTE

1997 – 2010



Malgré le prix Nobel, de nombreux chercheurs doutent toujours de la théorie des prions. Le problème reste le même: personne n'est encore parvenu à démontrer que les prions pouvaient transmettre leur mauvais repliement aux protéines saines et donc les infecter. On rencontre en outre une large variété de prions dans les diverses maladies dégénératives du cerveau. Ceci est interprété comme une indication que l'agent pathogène réel est différent.

### LA CONFIRMATION

26 février 2010



Un groupe de chercheurs publie dans Science les résultats d'une expérience dans laquelle ils ont réussi à isoler totalement le prion pathogène et à contaminer des souris sauvages avec des prions purs. Des protéines mal repliées ont été trouvées dans les cerveaux tombés malades. Tous les postulats de Koch sont satisfaits: l'agent peut être cultivé hors de l'organisme et induit à lui seul la maladie.

### ESPOIR ET DÉCEPTION

présent



La théorie des prions est également pertinente pour la recherche sur Alzheimer. Deux protéines mal repliées, la bêta-amyloïde et la Tau, déclencheraient conjointement cette maladie toujours plus répandue. Stanley Prusiner figure au 1er rang de la recherche. Toutefois, après quelques échecs thérapeutiques, la responsabilité de ces protéines dans le déclenchement de la maladie est fortement mise en doute.



C'est ainsi qu'un corps est congelé dans les vases Dewar de l'Alcor Life Extension Foundation en Arizona. La fondation a été créée en 1972 déjà, dix ans après la parution du livre «La perspective de l'immortalité» de Robert Ettinger, dans lequel est née l'idée de la cryonie.

Photo: Murray Ballard

INTERVIEW

## «Nous avons dû prendre les devants pour provoquer une réaction.»

Stephanie Salz



L'étudiante en biologie Jeannine Fluri, responsable de l'enseignement et de l'assurance qualité au sein du comité de l'association d'étudiants de l'Université de Bâle (Skuba), explique comment ses membres peuvent influencer la politique universitaire.

### Un exemple de changement initié par la Skuba?

Au sein du conseil des étudiants, des personnes engagées se sont mobilisées pour la réduction des miles aériens dans notre université. Au départ, elles voulaient simplement que les étudiants ne fassent plus leurs excursions dans un rayon de 1000 km qu'en train. Nous avons soumis cette demande à l'organe supérieur de l'Université de Bâle. Les sept facultés et le rectorat y sont représentés. Ce dernier a jugé notre proposition judicieuse et a chargé le service du développement durable de monitorer les voyages en avion de l'ensemble de l'université. Un plan de mesures doit être élaboré sur la base des données récoltées. C'était super de pouvoir emmener toute l'université avec nous.

**Les voyages en avion sont d'actualité dans de nombreuses universités.**

Oui, il y a quelques années, le service du développement durable avait déjà fait une demande similaire au rectorat, mais elle avait alors été rejetée. Ce n'est que lorsque nous, les étudiants, avons fait preuve d'initiative que les choses ont bougé.

### Est-ce important pour les étudiants que les enseignants soient des chercheurs actifs?

Oui. En faisant de la recherche active, ils peuvent très bien combiner leurs projets avec l'enseignement. Les enseignants sont des modèles importants pour les étudiants qui souhaitent poursuivre une carrière académique. Et cela les motive. Mais faire de la recherche active n'est pas un indicateur que l'enseignement sera de qualité.

### Les étudiants ressentent-ils la pression de publier à laquelle sont soumis les enseignants-chercheurs?

Lors de processus de nomination pour une nouvelle chaire, un fort accent est mis sur l'obtention de fonds de tiers et les publications. Pour nous, les étudiants, il importe surtout que la nouvelle professeure soit une bonne enseignante et qu'elle nous comprenne. **Certaines évolutions préoccupent-elles particulièrement la Skuba?**

Un grand nombre de personnes considèrent l'enseignement universitaire comme une formation professionnelle. Elles n'y voient que le moyen pour un jeune d'obtenir un bon emploi et de contribuer à l'économie. C'est pourquoi les disciplines des sciences sociales font parfois sourire même au sein de leur propre université. C'est très regrettable. A chaque fois que nous, de la Skuba, entendons de telles déclarations, nous ne manquons pas de les contredire.

*Interview: Judith Hochstrasser*

NEWS

## Accord allemand sur l'open access

■ En début d'année, l'éditeur scientifique et spécialisé Springer Nature et la filiale de la Max Planck Digital Library, MPDL Services GmbH ont signé le contrat formel de ce qui constitue actuellement le plus grand accord d'open access du monde. Il permet en particulier aux chercheurs et étudiants travaillant en Allemagne d'accéder à l'intégralité des revues de Springer Nature.

## Objectifs globaux concentrés

■ En 2015, l'ONU a adopté les 17 Objectifs de développement durable (ODD) à l'horizon 2030. Des chercheurs proposent maintenant de se concentrer sur un ensemble d'objectifs plus restreint et mieux intégré. Cela permettrait de réduire le nombre de cas où un ODD en contrecarre un autre. Des chercheurs mandatés par le Secrétaire général de l'ONU mais travaillant de manière indépendante recommandent de redistribuer les 17 ODD en six catégories: le bien-être humain (comprenant l'éradication de la pauvreté, l'accès à la santé et à l'éducation); les économies durables (incluant la lutte contre les inégalités); l'accès à la nourriture et la garantie de la sécurité alimentaire; l'accès à une énergie propre; le développement urbain; les ressources communes globales (en association avec la biodiversité et le changement climatique).

CITATION

«Le principal enjeu de la science est de repousser les limites. Une science confortable est un oxymoron. Faire de nouvelles découvertes suppose de sauter dans l'inconnu - un saut que nous pourrions ne pas faire si nous craignons trop d'échouer.»

■ La biologiste anglaise Eileen Parkes relate dans Nature comment elle a appris durant son doctorat que l'échec joue un rôle crucial dans la recherche, tout comme d'en parler avec ses collègues.

EN CHIFFRES

# 6

■ articles sur dix publiés dans un échantillon de revues dites «prédatrices» n'ont pas été cités une seule fois sur une période de cinq ans, indique une nouvelle étude. Ses auteurs estiment que ces résultats dissipent les craintes que les études publiées dans ces journaux bénéficieraient d'une attention excessive. Rick Anderson, vice-doyen de l'Université de l'Utah, l'interprète autrement: il estime «plutôt alarmant» que 40% des articles publiés dans des revues prédatrices soient cités au moins une fois.

CITATION

«Les cyberattaques serviront toujours plus de conflits par procuration entre petits pays, financés par de grandes nations cherchant à consolider et à étendre leurs sphères d'influence.»

■ Sur son blog, la société américaine de cybersécurité Check Point met en garde contre une nouvelle guerre froide version cyber et prévoit une recrudescence de fake news durant la présidentielle américaine.



# Là où la recherche fondamentale est un luxe

An illustration featuring a microscope in the foreground, with its lens focused on a stack of Euro banknotes. The background is a dark, textured surface with some faint, stylized lines. The overall color palette is dominated by blues, greys, and the green and purple of the banknotes.

**Les défis mondiaux sont importants. Comment les chercheurs des pays pauvres obtiennent-ils les fonds nécessaires pour les relever?**

*Par Florian Fisch*

**L'**ONU s'est fixé 17 objectifs de développement durable ambitieux pour 2030, allant de «Pas de pauvreté» à «Mesures de lutte contre les changements climatiques», en passant par des «Partenariats pour la réalisation des objectifs». Et les chercheurs ont un rôle important à y jouer. «Les hautes écoles peuvent fournir leur expertise afin de conseiller les responsables politiques et leur demander des comptes», écrit dans un guide destiné à ses membres l'Inter-Academy Partnership (IAP), un groupement international d'Académies des sciences.

Reste que l'expertise en matière de conseils scientifiques provient presque entièrement du Nord global. Il est pourtant essentiel que les connaissances et

l'expérience des populations des pays les plus pauvres soient intégrées dans la recherche mondiale. Celles qui en sont exclues ne pourront pas participer à l'effort. La perception de l'humanité entière en est d'autant plus déformée. C'est ce qu'ont montré des psychologues canadiens dans une étude de bases de données en 2010: «Les membres des sociétés WEIRD (western, educated, industrialised, rich, democratic, ndlr), y compris les jeunes enfants, font partie des populations les moins représentatives du monde.»

## **Peu de recherche choisie librement**

Les pays du Sud global disposent non seulement de moins d'argent, mais la part

suite en p. 28



SOFIA



## BULGARIE

Europe de l'Est  
**Population:** 7 mio  
**PIB par habitant:** 22 000 USD  
**Chimiste connue:** Nina Berova  
**Encouragement de la recherche:** BNSF

### Peu de postdocs reviennent

Pour la recherche en Bulgarie – le membre le plus pauvre – l'appartenance à l'UE est à la fois une malédiction et une bénédiction. D'une part, les chercheurs ont accès aux fonds du programme-cadre et l'Union européenne investit également dans les infrastructures de recherche bulgares. D'autre part, la concurrence au sein de ce large espace de recherche accentue les problèmes déjà existants de ce pays de la mer Noire.

Ivan Atanassov, directeur de l'institut agricole AgroBio à Sofia, perçoit par exemple un problème de relève: «Les mouvements de postdocs entre les universités et instituts de recherche se font principalement de la Bulgarie vers l'étranger.» Cela est dû aux traditions socialistes, mais aussi

au manque de fonds d'encouragement. Seuls ceux qui veulent «être de bons chercheurs tout en restant des «Bulgares» reviennent.»

De plus, le soutien de l'UE aux infrastructures n'inciterait guère l'économie à investir dans la recherche. «Cela encourage l'industrie à rechercher des technologies «prêtes à l'emploi» au lieu de trouver des solutions sur mesure en collaboration avec les organismes de recherche nationaux», explique Ivan Atanassov. Il relève que le bouleversement qui a suivi la fin de l'ère communiste a détruit les liens entre l'industrie nationale et la recherche. La recherche orientée vers l'application aurait toujours eu à affronter des difficultés.



HANOI



## VIETNAM

Asie du Sud-Est  
**Population:** 96 mio  
**PIB par habitant:** 7400 USD  
**Mathématicien connu:** Ngô Bảo Châu  
**Encouragement de la recherche:** Nafosted

### Le FNS comme modèle

En 2005, une délégation de l'administration vietnamienne a visité le Fonds national suisse (FNS) pour s'informer sur le système suisse d'encouragement à la recherche. La version vietnamienne du FNS est opérationnelle depuis 2008: la National Foundation for Science and Technology Development (Nafosted) finance des recherches évaluées par des chercheuses et des chercheurs. L'objectif: encourager la qualité, la relève, les échanges internationaux et la recherche fondamentale. Toutefois, les liens entre la Nafosted et le Ministère des sciences et des technologies restent forts, comme le trahissent entre autres le site Internet de l'organisation et les adresses e-mail de ses collaborateurs.

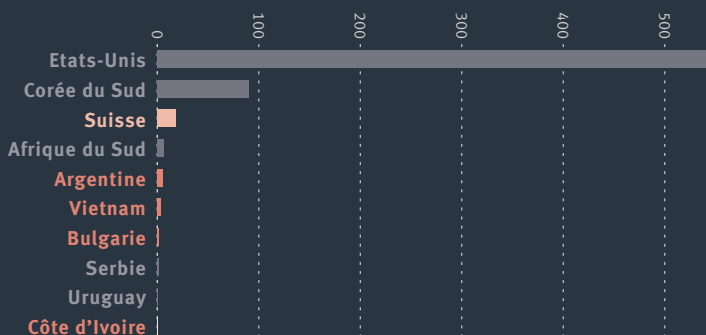
«Avant, la recherche et la formation supérieure étaient logées dans deux systèmes bien distincts», dit Thị Hồng Nhung Nguyễn, directrice ad interim du département «Planning and General Affairs» du Nafosted. On ne faisait pas de recherche dans les universités, mais dans des instituts séparés. Ce serait en train de changer lentement.

Au Vietnam, plus de 50% des fonds d'encouragement à la recherche viennent de l'économie privée, une part comparativement élevée. Les groupes Vingroup et Phenikaa, par exemple, gèrent leurs propres universités et disposent de fonds de recherche considérables.



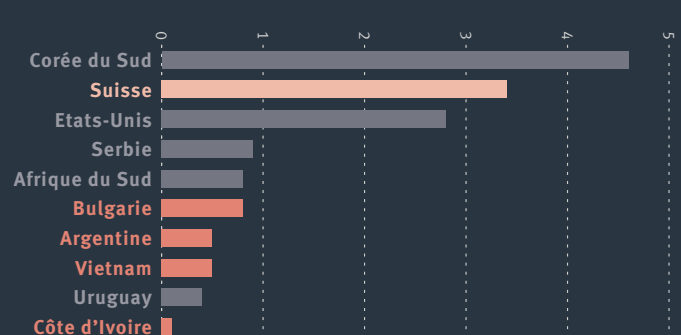
### DÉPENSES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT (R&D)

Dépenses annuelles totales de R&D du pays, y compris les investissements d'entreprises privées.  
 (En mia de USD, mesurées en parité de pouvoir d'achat)



### PART DES DÉPENSES DE R&D PAR RAPPORT AU PIB

Dépenses de R&D du pays par rapport à la production économique, mesurée par le produit intérieur brut (PIB).  
 (En pourcents)





## CÔTE D'IVOIRE

Afrique de l'Ouest  
**Population:** 25 mio  
**PIB par habitant:** 4200 USD  
**Ethnobotaniste connu:** Laurent Aké Assi  
**Encouragement de la recherche:** Fonsti

### Une recherche forte en agronomie

Lorsque la Confédération a annulé la dette de la Côte d'Ivoire, une partie de cette somme a été investie dans la coopération scientifique – comme le recommandait l'Unesco. Aujourd'hui, ce pays de la côte ouest de l'Afrique est considéré comme un modèle en matière de recherche dans la région. Toutefois, la Banque mondiale attend davantage de progrès, en particulier plus de fonds de recherche issus de l'économie privée.

«La recherche en agronomie est relativement bien subventionnée dans mon pays», dit Yaya Sangaré, directeur du Programme d'appui stratégique à la recherche scientifique (Pasres), dont l'objectif est d'investir le fonds du programme suisse d'allègement de la dette dans la

recherche locale. C'est sur cette base qu'a été créé, en juin 2018, le Fonsti – par analogie avec le FNS – dédié au financement de la recherche. Une institution distincte, la Firca, est destinée à la recherche agricole.

La coopération à la recherche de la Suisse avec ce pays ouest-africain date de 1951. Elle a ainsi fondé le Centre suisse de recherches scientifiques en Côte d'Ivoire lorsque le pays était encore une colonie française. Le centre était administré par une commission de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) jusqu'en 2007, année de sa transformation en fondation ivoirienne indépendante. La SCNAT et Swiss TPH siègent dans son conseil de fondation, présidé par le Ministère ivoirien de la recherche.



## ARGENTINE

Amérique du Sud  
**Population:** 44 mio  
**PIB par habitant:** 21 000 USD  
**Ecologue végétale connue:** Sandra Díaz  
**Encouragement de la recherche:** Conicet

### L'inflation réduit les contributions à la recherche

«Notre pays dispose d'un cadre de recherche structuré et il offre de nombreuses possibilités d'encouragement. Il forme de jeunes chercheurs et encourage la coopération internationale», dit Edith Taleisnik, biologiste végétale auprès de l'Institut national de technologie agricole (INTA) qui dépend du Ministère de l'économie. «Le principal problème réside dans les crises économiques récurrentes.» La forte inflation en Argentine entrave aussi la recherche: en cinq ans de durée de projet, les subventions perdent beaucoup de leur valeur, empêchant de réaliser tout ce qui était initialement prévu.

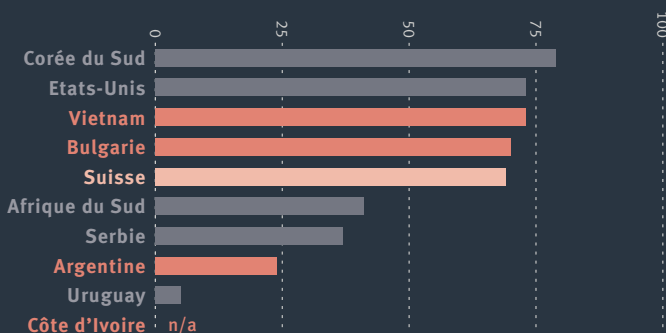
C'est pourquoi il est difficile de planifier à long terme, selon Edith Taleisnik. C'est «presque un miracle» lorsque les contributions sont versées à temps. Tout comme il n'existe pas de politique scientifique et technologique à long terme, celle-ci étant redéfinie à chaque changement de gouvernement.

La coopération internationale en matière de recherche se fait principalement avec les Etats-Unis et l'Europe, moins avec les pays voisins. «Les chercheurs argentins seraient très contents s'ils pouvaient profiter d'une collaboration avec la Suisse similaire à celle que connaît le Brésil», souligne Edith Taleisnik.



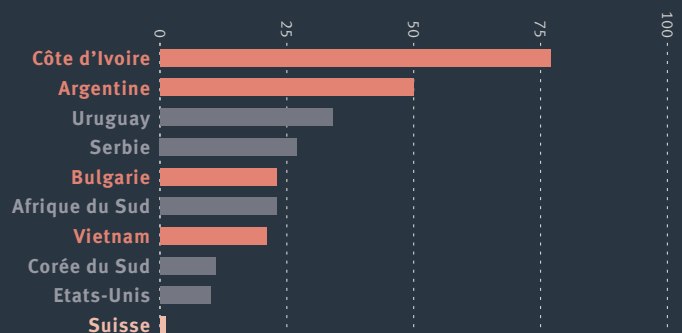
### PART DES ENTREPRISES PRIVÉES À LA R&D

Investissements d'entreprises privées par rapport aux dépenses totales du pays dans la R&D. Cette part est également typiquement basse dans les pays en développement. (En pourcents)



### PART DU GOUVERNEMENT À LA R&D

Dépenses R&D du gouvernement par rapport aux dépenses totales du pays dans la R&D. Les dépenses pour les hautes écoles sont exclues du calcul, d'où la faible part en Suisse. (En pourcents)



PIB par habitant (mesurées en parité de pouvoir d'achat) et population en 2018; Banque mondiale

# «Une bonne recherche nécessite d'abord une bonne formation de base de la population.»

Katharina Michaelowa

suite de la p. 25

consacrée à la recherche y est également plus faible (voir graphique p. 26). Et lorsqu'on dispose de fonds, c'est presque exclusivement pour la recherche orientée vers l'application. «Il est rare de pouvoir soumettre une demande de fonds pour un thème de recherche librement choisi que l'on considère soi-même comme important et motivant», dit Katharina Michaelowa, experte en politique du développement de l'Université de Zurich. Quant à la recherche fondamentale, elle est considérée comme un luxe.

Il n'existe pas d'organisation internationale qui soutienne la recherche indépendante sur le plan thématique. Elle est toujours associée à un agenda. L'Université des Nations unies accorde certes régulièrement de petits montants, mais uniquement pour des travaux dans son propre domaine d'activité, note Katharina Michaelowa. Les organisations privées telles que la Bill and Melinda Gates Foundation ont également leurs missions propres: la santé, la formation ou encore l'alimentation, mais pas la mécanique quantique, ni la recherche sur le cerveau ou en histoire de l'art.

Katharina Michaelowa voit un grand potentiel dans une collaboration internationale de la recherche. Le programme r4d, financé depuis plusieurs années par la Direction du développement et de la coopération (DDC) et le Fonds national suisse (FNS), en est un bon exemple. Des

chercheurs de Suisse et des pays pauvres mènent ensemble des recherches en accordant une grande importance à un véritable partenariat. Le nouvel instrument d'encouragement Spirit du FNS, lui, présente désormais l'avantage de pouvoir solliciter des fonds pour des projets de recherche communs sans être restreint dans le choix du thème.

Une autre possibilité intéressante est celle du soutien à de jeunes chercheurs qui ont fait une partie de leur formation académique en Suisse et souhaitent constituer leur propre groupe de recherche dans leur pays. Un projet pilote en Europe de l'Est a permis de tester ce modèle avec succès, rapporte Katharina Michaelowa. «C'est très utile, parce que les femmes scientifiques peuvent ainsi se dégager de leurs obligations d'enseignement souvent considérables dans leur pays et libérer du temps pour la recherche.» Simultanément, le contact entre ces excellentes chercheuses et leurs partenaires de recherche suisses est soutenu. Une approche qui serait également positive pour la coopération dans la recherche avec les pays en développement, selon Katharina Michaelowa.

## Structures inopérantes

Plus on fait de recherche, plus il y a de développement, dit-on souvent. Ne serait-il dès lors pas logique de consacrer la majeure partie de l'aide au développement à la

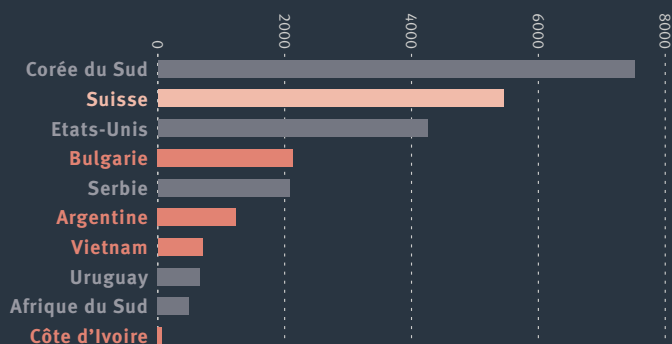
recherche? Katharina Michaelowa n'est pas d'accord: «Le potentiel ne peut souvent pas être exploité parce que les structures ne fonctionnent pas. Au Rwanda par exemple, certaines universités n'ont même pas d'horaires fixes.» De plus, on y manque d'entreprises susceptibles de convertir les résultats en applications pratiques.

## Chercheurs pas les plus pauvres

Quant au Sud global, l'économie privée n'y investit guère dans la recherche (voir graphique p. 27). Parfois, l'argent circule même dans le sens contraire, de l'Etat aux entreprises. «Au Brésil par exemple, la recherche et le développement dans les entreprises sont principalement financés par le secteur public», dit Katharina Michaelowa. Les priorités devraient également être fixées correctement: «Une bonne recherche nécessite d'abord une bonne éducation de base de la population en général», ajoute-t-elle. Les chercheurs là-bas ne font pas partie des plus pauvres. «Une aide au développement efficace ne peut donc pas se concentrer sur un seul domaine telle la recherche: nous devons agir en réseau.»

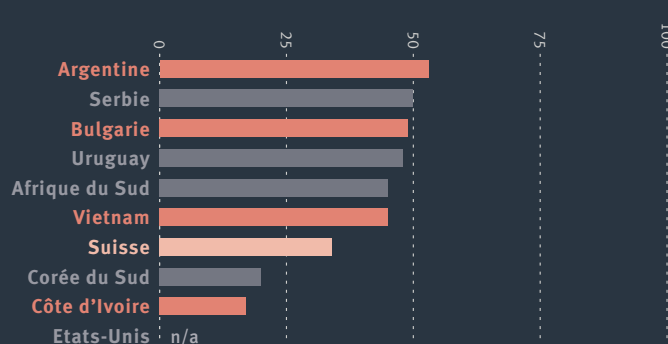
Florian Fisch est codirecteur de la rédaction d'Horizons.

## CHERCHEURS PAR MILLION D'HABITANTS



## PART DE FEMMES DANS LA RECHERCHE

(En pourcents)



# «Les études insolites sont courantes»

Huit meules d'Emmental ont été «insonifiées» avec de la musique, ce qui a déclenché un battage médiatique en 2019. L'analyse de Mike S. Schäfer, chercheur en communication. *Interview: Judith Hochstrasser*

L'an dernier, le projet «Insonifier le fromage» avait suscité un véritable battage médiatique. Pendant des mois, huit meules d'Emmental avaient été exposées chacune à un morceau de musique de style différent, de Mozart à Led Zeppelin. Une neuvième meule non sonorisée avait servi de référence. La Haute école des arts de Berne avait participé à la mise en œuvre du projet et Tilo Huehn de la Haute école des sciences appliquées de Zurich avait réalisé une «analyse sensorielle consensuelle» au terme de l'expérience. A la publication des résultats, la presse internationale annonçait que le hip-hop améliorerait particulièrement le goût du fromage. Spécialiste en science de la communication, Mike S. Schäfer répond aux questions soulevées par la couverture médiatique de telles études.

**Le directeur de la Haute école des arts de Berne, Thomas Beck, a réagi à propos du projet «Insonifier le fromage»: «Nous ne nous attendions pas à un tel écho dans les médias internationaux.» Ce succès vous a-t-il surpris, Mike Schäfer?**

La singularité du projet en a fait un thème digne d'être rapporté par les médias. L'histoire est insolite parce qu'on ne s'attend pas à ce que la musique ait une influence sur le fromage - elle n'en a d'ailleurs pas eu. Le fromage est de surcroît un symbole national de la Suisse. Le projet était donc parfaitement adapté à un joyeux accueil par les médias. Néanmoins, de nombreuses études de conception un peu curieuses sont menées à tout moment. Il est difficile de prévoir lesquelles susciteront le buzz dans les médias.

**Chaque haute école est désormais sa propre entreprise de relations publiques: le projet fromage incarne-t-il le succès des stratégies des départements de communication?**

Le travail médiatique et de relation publique des établissements scientifiques s'est en effet beaucoup développé dans de nombreux pays. On compte plus de personnel, plus de ressources et les découvertes sont mises en valeur de manière plus professionnelle.

**Mais ce n'est qu'un côté de la médaille.**

C'est exact. La couverture médiatique des thèmes scientifiques a augmenté ces dernières années. Mais le nombre de journalistes scientifiques a diminué simultanément. Ils ont donc moins de temps et travaillent dans de moins bonnes conditions. A cette situation généralisée s'ajoutent les contributions prêtes à l'emploi fournies par les départements des



Mike S. Schäfer travaille actuellement à un projet de recherche consacré à l'évolution de la communication externe des hautes écoles suisses. Photo: Valérie Chételat

relations publiques toujours plus nombreux et professionnels qui n'améliorent naturellement pas la couverture médiatique. De plus, les journalistes sont à la recherche de l'insolite qui suscite de bons taux de clics pour les réseaux sociaux.

**Le projet fromage ne fournit aucun constat scientifique. Les journalistes, à l'exception de ceux pratiquant la vulgarisation scientifique de haut niveau, se désintéressent-ils de la qualité?**

La qualité scientifique n'est pas prioritaire dans les rubriques colorées où le projet fromage a rencontré un grand écho. Mais un principe vaut toujours: une étude isolée ne marque pour ainsi dire jamais la fin de l'histoire. Il n'est utile de faire état de résultats scientifiques qu'une fois leur véracité éprouvée par une série d'études.

**Les articles consacrés à des études isolées sont donc trompeurs?**

Il faut pour le moins se montrer prudent. On peut le constater dans les études nutritionnelles. Le verre de vin quotidien est-il sain ou non? Ces sujets attirent l'attention, mais ne constituent souvent pas des reportages sérieux. C'est pourquoi le public non familier des sciences a l'impression qu'elles n'ont rien de fiable à dire. En revanche, les gens intéressés par la science comprennent qu'il est normal que des études particulières se contredisent ou qu'il y ait des dissensions. La science se corrige elle-même.

**Horizons aussi a des pages d'actualités rapportant des études isolées.**

Horizons a un public ayant des affinités avec la science et qui sait mieux jauger les études isolées. Mais ce type d'informations est tout sauf optimal pour un public profane.

**Toutefois, si les médias ne rapportent plus d'études isolées, le nombre de publications d'articles scientifiques va baisser.**

Pas nécessairement. La majorité des articles traitant de science ne paraissent déjà plus dans les rubriques scientifiques, mais dans les rubriques politiques, économiques, culturelles ou autres. Et on y aborde dès lors plutôt des thèmes de société tels que les conséquences du changement climatique ou de l'immigration, auxquels la science peut apporter son expertise.

**Revenons au projet fromage: les hautes écoles auraient-elles dû expliquer plus clairement qu'il s'agissait d'un projet purement artistique?**

Les chercheuses des hautes écoles jouissent de la plus grande confiance de la part de la population. Cela doit donc être géré de manière responsable. Et c'est ce que font la plupart des départements de communication des institutions scientifiques. Le projet fromage constitue une exception.

Judith Hochstrasser est codirectrice de la rédaction d'Horizons.

Radiographie d'un Xénope lisse (*Xenopus laevis*), une grenouille africaine couramment utilisée pour la recherche sur le développement des embryons.

Photo: Keystone/Science Photo Library/Patrick Landmann



## Expérimentation animale autorisée

Les commissions cantonales d'expérimentation animale examinent chaque projet et sont souvent critiquées: trop permissives pour les uns, entraves à la recherche pour d'autres.

Par Geneviève Ruiz

**E**n novembre 2019, les Genevois ont été plus de 64% à refuser l'initiative «Pour un meilleur contrôle de l'expérimentation animale». Lancée par la Ligue suisse contre l'expérimentation animale et pour les droits des animaux (LSCV), elle souhaitait modifier le fonctionnement de la Commission cantonale pour les expériences sur les animaux (CCEA). Si l'initiative genevoise a donné lieu à de nombreux débats entre les défenseurs du système actuel et ses opposants, ce n'est pas la première fois que le travail de ces commissions fait l'objet de critiques. Composées généralement d'une dizaine de membres issus de la recherche, des organisations de protection des animaux, de l'éthique ou encore du droit, ces commissions ont pour mandat d'étudier

les demandes déposées par les chercheurs et d'émettre un préavis à l'intention des autorités du canton. Dans la plupart des cas, c'est au service vétérinaire cantonal qu'il revient de trancher.

Que reproche-t-on donc à ces commissions, dont le statut est consultatif? «Il s'agit de commissions alibis, critique Luc Fournier, instigateur de l'initiative genevoise, président de la LSCV et membre de la commission genevoise jusqu'en 2017. Les représentants des associations animales y sont minoritaires (deux sur sept dans la commission genevoise, ndlr) et ne peuvent donc jamais imposer leur point de vue.» Une opinion contredite par le biologiste Denis Duboule, professeur à l'Université de Genève et à l'EPFL: «Le travail des commissions cantonales est utile. Ces instances



servent à réunir les différents acteurs pour évaluer la conformité des demandes avec les normes légales et éthiques actuelles. Leur rôle consiste ensuite à décider si le jeu en vaut la chandelle: les bénéfices escomptés de cette recherche justifient-ils la souffrance des animaux? Cette pesée d'intérêts se trouve au cœur de leur travail. «Je comprends que la position d'un membre dont le but serait de supprimer l'expérimentation animale soit difficile à tenir, poursuit Samia Hurst. Car la loi l'autorise en principe.» La vétérinaire cantonale de Zurich, Regula Vogel, dont l'office autorise ou refuse les recherches utilisant des animaux, explique par ailleurs que la loi cantonale sur la protection des animaux prescrit une composition diversifiée de la commission. Mais elle précise que ses membres «ne sont pas élus en tant que représentants de leurs institutions respectives, mais sur la base de leur expertise. En occupant cette fonction, ils doivent être indépendants de tout organe ou autorité.»

«La tâche est difficile pour un membre de la Commission qui s'est fixé pour objectif d'empêcher les essais sur les animaux.»

Samia Hurst

agissent comme des interfaces entre les scientifiques et le public. Elles responsabilisent les chercheurs et les obligent à écouter ce que la société a à leur dire. Elles jouent un rôle préventif non négligeable: il suffit de voir les progrès extraordinaires réalisés dans la manière dont sont traités les animaux de laboratoire depuis leur mise en place à la fin des années 1990!» Le président de la LSCV ne nie pas ces évolutions: «Il y a certes des horreurs que l'on ne voit plus, comme des animaux dépecés à vif. Mais il y a encore trop de projets absurdes qui passent la rampe. Les commissions ne refusent d'ailleurs pratiquement aucun projet.»

### Trop de préavis positifs?

Entre 2012 et 2018, la Commission cantonale pour les expériences sur les animaux a accordé un préavis positif à 581 demandes. Elle en a rejeté 14 et a exigé des précisions dans 70% des cas. Des tendances similaires sont observées dans les autres cantons. «Peu de projets sont refusés, admet Samia Hurst, bioéthicienne, professeure à l'Université de Genève et membre de la commission genevoise. Mais est-ce là le signe d'un dysfonctionnement? Pour moi, cela démontre que les chercheurs connaissent la législation.» La bioéthicienne rappelle que ces commissions

Un autre reproche parfois formulé envers le travail des commissions est que les experts seraient surchargés. «Nous devons traiter environ 600 demandes par année, concède Regula Vogel. Mais cela fait partie du mandat des membres de la commission que de disposer de suffisamment de temps pour les évaluer. Par ailleurs, seules les demandes impliquant des souffrances importantes pour les animaux passent systématiquement devant l'ensemble de la commission. Les autres demandes sont évaluées par des sous-commissions.»

D'autres voix déplorent encore que les experts des commissions ne possèdent pas les compétences nécessaires pour évaluer la qualité des projets de recherche soumis. Denis Duboule peut comprendre cette critique: «Une appréciation scientifique n'est légitime que si elle est effectuée par des experts du domaine concerné. Une commission d'une dizaine de membres ne pourra jamais couvrir assez de disciplines. Si c'était l'objectif des commissions d'expérimentation animale, alors effectivement, elles ne disposeraient pas de moyens suffisants. Mais je ne pense pas que ce soit leur but.»

En Suisse, seule la commission zurichoise dispose d'un droit de recours, si au moins trois de ses membres s'opposent conjointement à une décision majoritaire.

Ce droit n'a été utilisé que neuf fois en quinze ans, presque exclusivement dans le cas d'expérimentations sur des primates. Avec son initiative, le défenseur des animaux Luc Fournier souhaitait que chacun des sept membres de la commission genevoise dispose d'un droit de recours: «Cela aurait renforcé le pouvoir des membres représentant les associations de défense des animaux et donné plus de force de frappe à la commission.»

### Droit de recours contesté

Durant la campagne genevoise, ses opposants lui répondaient que cela allait bloquer les processus d'autorisation et interdire la recherche animale dans la pratique. Le cas de Valerio Mante, de l'Institut de neuroinformatique de l'Université de Zurich et de l'ETH Zurich, pourrait leur donner raison: il avait déposé une demande en 2013 pour mener des expériences avec trois macaques. La décision positive de la commission cantonale avait fait l'objet d'un recours. La procédure, qui dure habituellement trois mois, a finalement duré plus longtemps qu'une thèse: le chercheur n'a reçu le feu vert qu'après trois ans. Le droit de recours pourrait-il ainsi servir de sorte de garde-fou permettant aux représentants des associations animales de se faire entendre dans certains cas?

Pour Hanno Würbel, professeur en protection des animaux à l'Université de Berne, il ne s'agit pas de l'outil le plus efficace, car il a tendance à créer des tensions entre les chercheurs et les défenseurs des animaux. «De telles tensions ne servent pas le bien-être des animaux. Ce qui leur profite, c'est la formation continue des chercheurs, l'application du principe des «3R» (Remplacer, Réduire, Raffiner), ainsi qu'un bon management dans les institutions de recherche.» Il admet qu'au cours des dernières années beaucoup de progrès ont été réalisés, mais il subsiste encore un certain potentiel d'amélioration. «Les institutions n'y seront prêtes toutefois que si elles sont mises sous pression.»

Hanno Würbel souhaite en revanche alléger la pression sur les commissions: «Nous devrions peut-être limiter les attentes que nous plaçons dans ces commissions.» Elles pourraient mieux remplir leur rôle d'interface entre la science et la société si elles se concentraient sur la pesée des intérêts mis en avant par les chercheurs. «Il faudrait par contre renforcer les bonnes pratiques scientifiques au sein des institutions et les soutenir pour qu'elles engagent davantage de personnel qualifié pour veiller sur les animaux de laboratoire.»

Geneviève Ruiz est journaliste indépendante à Genève.

# Celui à qui les tortionnaires se confient

Pour Jonathan Austin, spécialiste de la violence politique au Proche-Orient, les tortionnaires sont des gens ordinaires qui se retrouvent pris dans un engrenage. Le sociologue cherche aujourd'hui à développer des outils pour enrayer la torture.

Par Elise Frioud

Un simple cahier et, sur une feuille blanche, une flèche verticale. Ami-hauteur, un trait horizontal, épais: la transition. En quelques coups de crayon, Jonathan Austin schématise le cœur des travaux qu'il mène au Graduate Institute à Genève: la dynamique individuelle de la violence politique. Soit le processus qui conduit une personne ordinaire à gravir différents niveaux jusqu'au seuil de transition, et à user de la torture sur d'autres.

Une orientation pas intentionnelle pour ce jeune sociologue politique d'origine anglaise, d'abord formé en langue arabe après une scolarité dans divers pays européens. Attiré par le Proche-Orient, il y séjourne entre 2007 et 2011 et y exerce notamment le métier de photographe freelance. Il finit par tomber amoureux de cette région: «J'ai vécu en Syrie, au Liban, en Palestine. Malgré le régime dictatorial, jusqu'au début de la révolution, la Syrie était alors un endroit très agréable, accueillant, avec une histoire extraordinaire, une nourriture variée, où différentes cultures cohabitaient et où il était facile de se faire des amis. Un vrai paradis», se remémore-t-il. Or en très peu de temps, tout s'effondre, devient cauchemardesque. «Certains de mes amis sont morts dans la révolte. J'ai eu à cœur de comprendre ce qui s'était passé», explique-t-il. C'est donc presque naturellement qu'à son retour il oriente son cursus vers la thématique de la violence dans cette région.

## La violence banalisée

Dans le cadre de son récent doctorat, il axe plus particulièrement ses recherches sur la torture pratiquée par les forces gouvernementales - policiers, conscrits ou militaires. Une forme de violence généralement interdite dans les législations mais encore largement pratiquée. Le chercheur se rend à nouveau au Proche-Orient pour interroger des tortionnaires dans des camps de réfugiés et comprendre par quels mécanismes ils en arrivent à commettre de tels actes. Il obtient facilement des informations: dans ces pays, la violence est banalisée, en parler n'est pas tabou. Il s'aperçoit également que ces personnes capables de violence sont finalement des gens ordinaires. «Ce ne sont pas des professionnels de la torture», explique-t-il. Et d'ajouter: «Les gens ne sont pas des monstres. Dans l'immense majorité des cas, ils ne cherchent pas délibérément à faire du mal.»

Il constate qu'ils se trouvent pris dans un engrenage, dans des automatismes. Lorsque la violence est quotidienne, quand on punit par exemple ses enfants en leur frappant la plante des pieds - la falaka, un châtement corporel courant au Proche-Orient - il n'est pas si difficile de répéter le même geste sur un suspect lors d'un interrogatoire. «Aux Etats-Unis, par contre, la torture prend plutôt la forme de rituels sportifs, tels que des jeux de football où l'on rentre dans l'autre. Ici aussi, le tortionnaire reproduit quelque chose de connu et l'aspect ludique le dédouane», illustre-t-il. L'effet de groupe joue par ailleurs un rôle important: il est plus facile de s'en prendre à quelqu'un à plusieurs que seul. Dans certains cas, drogue et alcool contribuent également à oublier la réalité des gestes. Et la limite entre innocence et violence est alors facilement franchie.

«Les gens ne sont pas des monstres. Dans l'immense majorité des cas, ils ne cherchent pas délibérément à faire du mal.»

Cette acceptation progressive de la violence, le chercheur l'a d'ailleurs lui-même expérimentée. «Lorsque j'interviewais les tortionnaires, on parlait de torture en termes techniques, on regardait des vidéos ensemble en mangeant, sans émotion, sans réaction. Je n'avais pas de problème pour m'endormir le soir, la torture était devenue une routine. En fait, il m'a fallu plus d'une année pour prendre conscience que je commençais moi-même à suivre ce processus!» A posteriori, le chercheur se souvient qu'il s'était mis à fumer beaucoup plus. Un moyen, sans doute, d'évacuer un mal-être tout de même présent. «Les tortionnaires fument énormément», relève-t-il.

Depuis, le sociologue a trouvé des moyens pour prendre du recul sur son thème de recherche. Il travaille ponctuellement sur la torture mais fait des pauses régulières. Ses autres thèmes de prédilection, comme la littérature arabe, lui offrent une échappatoire bienvenue. Il apprécie particulièrement la poésie arabe pour son esthétique.

La violence politique reste tout de même le principal domaine de recherche de Jonathan Austin. Il dirige depuis 2017

l'Initiative pour la prévention de la violence au Centre sur les conflits, le développement et la consolidation de la paix, un centre de recherche interdisciplinaire du Graduate Institute. Il essaie, dans ce cadre, de proposer des outils pour enrayer la violence. Selon ses recherches, améliorer l'environnement matériel pourrait y contribuer en perturbant les mauvais automatismes - de la même manière qu'une meilleure conception des routes contribue à favoriser la fluidité du trafic. Quand la nourriture manque, que l'électricité fait défaut, que les tortionnaires dorment dans une pièce avec les prisonniers, le niveau de stress augmente et avec lui le risque de débordements. Il croit notamment au potentiel des équipements de surveillance type «boîtes noires». Savoir que l'on est surveillé nous replace, en quelque sorte, face à nos actes, assure-t-il.

Installé à Genève, Jonathan Austin y apprécie la ponctualité et le calme suisses. Au vu du Brexit, il a ajouté le passeport irlandais à ses bagages, pour ne pas se fermer d'éventuelles portes pour la suite de sa carrière. «Mais j'aimerais bien rester en Suisse», ajoute-t-il. Toujours attaché au Proche-Orient - dans son bureau, objets et tapis en témoignent - il se dit optimiste pour cette partie du monde. «Même si la situation actuelle sur place est terrible, elle représente pour moi l'expression d'un désir de changement. J'ai beaucoup d'espoir pour ces peuples.»

Elise Frioud est rédactrice d'Horizons.

## Amoureux du Proche-Orient

Jonathan Austin est né en Angleterre en 1987. Il a effectué sa scolarité dans différents pays d'Europe comme l'Espagne, la France ou l'Italie, au gré des mutations professionnelles de son père, ingénieur dans l'aérospatiale. Entre 2007 et 2011, il séjourne au Proche-Orient, notamment en Syrie, au Liban et en Palestine, tout en préparant son bachelors en langue arabe à l'Université de St Andrews (Ecosse). Il rejoint la Suisse en 2011 dans le cadre d'un master en sciences politiques au Graduate Institute à Genève, qu'il complète par un doctorat sur la violence politique. Depuis 2017, il y dirige l'Initiative pour la prévention de la violence (Vipre) qui cherche de nouvelles voies pour enrayer la violence politique.





# Quand la justice ne s'encombre plus d'un procès

En Suisse, neuf peines sur dix ne sont plus prononcées par un tribunal mais directement par le Ministère public, par ordonnance pénale. Cette procédure rapide décharge la justice, en soulevant toutefois des questions relatives à l'Etat de droit, ont constaté des chercheurs.

Par Susanne Wenger

Un prévenu devant un juge avec à ses côtés la défense se livrant à un duel rhétorique avec le procureur sur sa culpabilité ou son innocence – c'est ainsi que beaucoup s'imaginent le travail de la justice. Mais le quotidien judiciaire suisse est souvent bien moins spectaculaire. Le procès pénal classique reste l'exception. Aujourd'hui, neuf peines sur dix sont prononcées par voie d'ordonnance pénale, soit nettement plus qu'il y a vingt ans. Dans les faits, le Ministère public traite les affaires directement et principalement par écrit, sans enquête approfondie ni audience au tribunal.

En échange, la proposition de verdict atterrit dans la boîte aux lettres des personnes concernées. Elles ont alors tout juste dix jours pour faire appel de l'ordonnance pénale. A défaut, «l'hypothèse de culpabilité du procureur se mue automatiquement en verdict de culpabilité», indique Marc Thommen, professeur de droit pénal à l'Université de Zurich. La procédure dite de l'ordonnance pénale a un avantage de taille: elle décharge la justice. Les délits routiers notamment peuvent ainsi être traités rapidement. Il en va de même des infractions à la loi sur les étrangers ou des infractions mineures ou modérées au Code pénal: vols à l'étalage ou rixes, par exemple.

## Le procureur dans le rôle du juge

Chaque année, les autorités judiciaires suisses prononcent plus de 120 000 condamnations, sans compter les délits mineurs passibles d'une simple amende. Sans la possibilité de procédure accélérée, la justice s'effondrerait tout simplement. Et plus d'un malfrat trouve tout aussi commode de ne pas devoir se présenter au tribunal. La voie de l'ordonnance pénale est ainsi plus discrète pour l'accusé et coûte moins cher à l'Etat. Du côté de la doctrine juridique, des voix critiques s'élevaient toutefois depuis longtemps contre cette procédure rapide, uniformisée à l'échelle nationale en 2011 par le nouveau Code de procédure pénale.

A l'Université de Zurich, Marc Thommen dirige un projet de recherche sur ces procédures pénales. Il estime comme particulièrement problématique la concentration du pouvoir aux mains du procureur. Celui-ci est à la fois procureur et juge: «On abandonne ainsi la séparation des pouvoirs, un acquis essentiel du siècle des Lumières.» Selon le spécialiste, cette procédure par ordonnance pénale est davantage sujette aux erreurs car la recherche de preuves est moins approfondie. Par ailleurs, elle limite les droits des accusés. Celui qui reçoit une telle ordonnance peut certes s'y opposer. Dans les faits toutefois, cela n'arrive que rarement. Le recensement réalisé par Marc Thommen avec des chercheurs de l'Université de Neuchâtel montre qu'une affaire pénale litigieuse est rarement jugée par un tribunal neutre.

## Des milliers d'ordonnances analysées

Les équipes de chercheurs ont étudié près de 4700 ordonnances pénales dans les cantons de Saint-Gall, Zurich, Berne et Neuchâtel. L'immense base de données n'a pas encore été entièrement analysée, mais l'exemple de Saint-Gall livre un premier aperçu. Il montre que moins de 10% des personnes concernées font appel. Dès lors, c'est de nouveau au Ministère public de décider de la suite à donner. Dans près de 15% des cas saint-gallois examinés, les poursuites ont été abandonnées. Dans un quart des cas environ, l'ordonnance pénale a été modifiée. Et seuls 20% des appels – déjà peu nombreux – ont finalement été examinés par un juge.

Le faible taux d'appels signifie-t-il que les contrevenants acceptent leur condamnation et estiment la procédure justifiée? Pour Marc Thommen, cette interprétation est envisageable. Mais il voit également «un large éventail» d'autres raisons possibles, comme les difficultés linguistiques, les ordonnances pénales n'étant pas traduites. Les personnes aux capacités de lecture limitées pourraient être dépassées. Et d'autres, qui sont hors du pays, ne reçoivent même pas le document. Même des

personnes innocentes renoncent probablement à faire valoir leurs droits, par crainte de conséquences néfastes. Le chercheur cite l'exemple d'un enseignant accusé à tort de consommer de la pornographie illégale: «S'il insiste pour faire appel, la procédure deviendra publique et risque de signifier sa mort sociale et professionnelle.»

L'ordonnance pénale permet au Ministère public de prononcer des amendes et des peines pécuniaires, mais aussi des peines de privation de liberté jusqu'à six mois. La majorité de ces ordonnances examinées dans le canton de Saint-Gall ont abouti à des peines pécuniaires. Dans un cas sur 14, le Ministère public a opté pour une privation de liberté, généralement sans sursis. De plus, le procureur s'est entretenu personnellement avec l'accusé dans 10% des cas seulement avant d'envoyer l'ordonnance. Pour le reste, le jugement était basé sur les seules pièces du dossier. A peine 7% des accusés ont eu recours à une avocate. Passer des mois derrière les barreaux sans un minimum de vérifications ni audition, sans juge ni assistance juridique? Pour Marc Thommen, la situation devient délicate, de tels cas ne relevant plus des cas bagatelles pour lesquels l'ordonnance pénale était prévue à l'origine.

En matière d'auditions, le Ministère public est libre d'entendre un accusé ou de se fier au rapport de police. En règle





**Derrière les barreaux sans procès par ordonnance pénale: cela est possible en Suisse mais c'est une procédure critiquée par les pénalistes. Une cellule individuelle à la prison régionale de Berne.**

Photo: Valérie Chételat

«La justice a une approche de la criminalité qui suit des principes néolibéraux.»

Mirjam Stoll

générale, cela dépend de la nécessité d'obtenir des informations supplémentaires sur les circonstances de l'affaire, explique Nora Markwalder, professeure assistante de droit pénal à l'Université de Saint-Gall. Pourtant, un interrogatoire personnel pourrait remplir encore d'autres fonctions: «Les accusés ont ainsi l'occasion de faire entendre leur propre argumentation.» Et le procureur peut obtenir des informations sur la personne, note la professeure.

Nora Markwalder est la première à analyser les effets de la procédure d'ordonnance pénale avec et sans audition, par exemple sur la durée de la procédure et la probabilité d'un recours. La base de données est encore très limitée. «Notre objectif est de montrer les coûts et les avantages des auditions», précise-t-elle. Car la rentabilité de la procédure joue un rôle important pour les autorités judiciaires, comme le démontre la sociologue Mirjam Stoll dans sa thèse de doctorat à l'Université de Bâle. Elle évoque une approche de la criminalité «qui suit des principes néolibéraux». La justice délègue une grande responsabilité aux accusés, qui doivent eux-mêmes décider de s'opposer au verdict: «Cela correspond à l'exigence de responsabilisation plus grande du prévenu au lieu d'une prise en charge de l'Etat.»

Pour la chercheuse, cette approche peut conduire à des inégalités sociales. Les personnes peu instruites, démunies ou de

langue étrangère renonceront probablement à s'opposer à la décision de la justice, au contraire de celles qui comprennent le jargon juridique ou qui peuvent s'offrir un avocat.

#### **Assurer l'équité de la procédure**

Aussi indispensable que soit la procédure de l'ordonnance pénale dans la pratique, elle «doit être équitable», exige Marc Thommen. La Suisse y est aussi tenue en vertu du droit international. L'audition obligatoire serait, à son sens, un moyen d'y parvenir. Le Conseil fédéral propose précisément cette correction dans le cadre d'une révision partielle du Code de procédure pénale. Elle prévoit que le Ministère public auditionne obligatoirement les accusés avant de prononcer une peine ferme. Le Conseil national traitera sa proposition prochainement.

Pour Marc Thommen se pose de plus la question s'il ne serait pas opportun de réduire le nombre toujours accru d'affaires pendantes autrement que par la pression à l'efficacité sur la justice. Par exemple en décriminalisant les délits les moins graves ou en abandonnant les poursuites concernant des brouilles. Le besoin de sanctionner de la Suisse est particulièrement marqué, selon lui. Il s'agit donc d'un sujet de discussion pour la société et la politique. Le chercheur entend également le suivre de près. La «grande masse» des destinataires

d'ordonnances pénales n'a pour l'instant pas été assez étudiée selon lui. Il ne s'agit peut-être pas d'une criminalité grande et spectaculaire, mais de droits procéduraux fondamentaux et de garanties relevant de l'Etat de droit.

Susanne Wenger est journaliste indépendante à Berne.

#### **Les cantons craignent les surcoûts**

Les spécialistes en droit soulèvent des questions légitimes sur la procédure d'ordonnance pénale, admet Baschi Dürr, directeur de la justice et de la sécurité du canton de Bâle-Ville. «Nous pouvons en discuter, mais devons préserver l'équilibre avec la pratique», dit ce conseiller d'Etat radical et vice-président de la Conférence des directrices et directeurs des départements cantonaux de justice et police. La procédure a fait ses preuves pour les cantons qui estiment que l'audition obligatoire recommandée par les pénalistes et désormais aussi par le Conseil fédéral dans des cas précis va trop loin. Ils craignent d'importants surcoûts et veulent s'engager pour un compromis «entre la perfection de l'Etat de droit et un pragmatisme rentable», comme le dit Baschi Dürr. Pour lui, cette procédure «n'est pas injuste», les gens concernés pouvant faire appel. swe

# Yodel et cor des Alpes, un duo mythique

Inséparables dans le boom actuel de la musique alpine, yodel et cor des Alpes n'avaient encore jamais été étudiés conjointement. Une équipe de la Haute école de musique de Lucerne vient de découvrir une relation complexe entre ces deux pratiques.

Par Nic Ulmi

**D**ésertions, suicides, mélancolie fatale: c'était le sort, dit-on, des mercenaires suisses saisis par le mal du pays en entendant le «Ranz des vaches», le chant traditionnel de la traite des vaches. Légende ou réalité, de tels récits alimentaient la littérature savante des XVIIIe et XIXe siècles, faisant de la Suisse un haut lieu de la nostalgie et donnant à ce chant une notoriété mondiale. Dans l'imaginaire romantique, cet air lié à l'élevage du bétail devient alors l'emblème d'une identité enracinée dans la vie alpine. Chanté ou joué, il finit par être perçu comme la matrice de deux pratiques qui prolongeront aux XXe et XXIe siècles ces traditions pastorales: le yodel et le cor des Alpes... Une version crédible des faits? «Ce serait trop simple. La réalité est plus complexe», objecte Raymond Ammann. Ce professeur à la Haute école de musique de Lucerne dirige le projet de recherche «La relation musicale entre le cor des Alpes et le yodel - Fait ou idéologie?» Les résultats viennent d'être publiés dans l'ouvrage «Alpenstimmung».

«Il n'y a jamais eu autant de personnes s'adonnant à ces pratiques qu'aujourd'hui», note le chercheur, qui estime à plus de 3000 les souffleurs et souffleuses de cor des Alpes en activité. L'Association fédérale des yodleurs, créée en 1910, compte quant à elle 20 000 membres. Un nombre qui impressionne si l'on pense que «le cor des Alpes et le yodel avaient presque disparu au XIXe siècle.» Ce succès actuel était le point de départ de l'étude de Raymond Ammann: «On se questionne parmi les instrumentistes: faut-il jouer du cor des Alpes comme d'un autre instrument à vent, ou imiter la façon dont on chante le yodel?»

## Première enquête conjointe

Selon l'ethnomusicologue Charlotte Vignau, auteure en 2013 de l'étude transnationale «Modernity, Complex Societies, and the Alphorn» et consultante extérieure pour la recherche de Raymond Ammann, «la relation possible entre le yodel et le cor des Alpes n'avait jamais été examinée



Le son languissant du cor des Alpes et les montagnes suisses – tous deux représentent l'identité du pays. Avec le yodel, ils forment un trio nostalgique. Photo: Keystone/Jean-Christophe Bott

auparavant. Les études antérieures prenaient certes appui sur les mêmes sources historiques mais portaient sur l'une ou l'autre de ces deux pratiques.» Pour mener l'enquête, la vérification sur pièces s'est ajoutée à l'examen des sources écrites et aux enregistrements sonores, ainsi qu'à la pratique sur des cors historiques conservés dans les musées suisses.

«Il y a eu des influences entre les deux pratiques, mais elles n'ont pas été constantes et rien ne permet de dire qu'elles ont été fondatrices.»

Raymond Ammann

Il fallait en effet vérifier si ces cors anciens pouvaient produire le «onzième harmonique», une note caractéristique qu'on trouve à la fois dans le yodel et dans les mélodies des cors actuels. «On pensait que les instruments des XVIIe et XVIIIe siècles étaient trop courts pour jouer cette note, ce qui aurait exclu l'hypothèse d'une connexion ancienne avec le yodel. En réalité, les cors des Alpes ont probablement été raccourcis dans l'iconographie en raison de leur longueur problématique pour la composition de l'image», avance

Raymond Ammann. Les résultats pointent donc vers la complexité. «Oui, il y a eu des influences entre les deux pratiques, mais elles n'ont pas été constantes et rien ne permet de dire qu'elles ont été fondatrices. Celles que nous avons identifiées sont dues notamment à des compositeurs qui, aux XIXe et XXe siècles, se sont calqués sur la gamme du cor des Alpes pour écrire des airs de yodel», explique le chercheur. Jamais isolées, les pratiques traditionnelles et les initiatives individuelles ont pris place dans un jeu de forces socioculturelles.

## Des influences variables

Parmi ces facteurs d'influence, on citera le succès du «chant à la tyrolienne» à la fin du XIXe siècle et la réaction du yodel suisse face à cette émanation étrangère; l'adaptation du «Ranz des vaches» au piano pour célébrer la nature alpine dans les intérieurs bourgeois; ou encore la tendance à monnayer ces musiques auprès des touristes.

Dans le contexte du boom actuel du yodel et du cor des Alpes, l'étude de Raymond Ammann entrera sans doute dans ce jeu comme un nouveau courant que le chercheur lui-même souhaite libérateur: «Tout le monde devrait faire son propre choix sur la façon de jouer et de chanter.»

Nic Ulmi est journaliste indépendant et vit à Genève.

istock.com/Enes Evren



Les hommes pleurent moins que les femmes, mais cela désécure aussi leur entourage.

## L'émotivité nuit à la crédibilité

Quand on laisse ses émotions dicter ses actes, on paraît moins crédible, quel que soit le genre auquel on appartient. C'est ce que révèle une étude du philosophe et psychologue Rodrigo Díaz de l'Université de Berne, menée avec son collègue Manuel Almagro de l'Université de Grenade. L'étude n'est par contre pas parvenue à confirmer que les femmes seraient perçues comme étant plus émotives et donc moins crédibles que les hommes.

Rodrigo Díaz s'intéresse aux raisons de la discrimination de certains groupes sociaux. «Le sexisme est un cas typique», dit-il. Une des conjectures sur la façon dont naît ce sexisme est issue de la psychologie populaire: l'idée répandue est que les femmes sont plus émotives que les hommes. Et une personne qui argumente de façon émotionnelle voit sa crédibilité en souffrir. Il en découle que les femmes sont considérées comme moins crédibles que les hommes.

Rodrigo Díaz a vérifié cet énoncé dans une expérience réalisée avec 250 sujets américains. Les participantes et participants ont reçu le procès-verbal d'un appel fictif au service des urgences de la police. Pour la moitié des sujets, c'est une femme sans nouvelles de son mari depuis plusieurs jours qui appelait les secours, craignant qu'il ne se soit suicidé. L'autre moitié a reçu la transcription de l'appel d'un homme en proie à des craintes similaires pour sa femme. Les personnes participant à l'étude devaient ensuite évaluer le niveau d'émotion de la personne qui appelait, ainsi que la crédibilité de ses explications. Résultat: la femme et l'homme étaient aussi peu crédibles l'un que l'autre. Et l'épouse fictive appelant à l'aide n'a pas été plus souvent jugée émo- tive que son pendant masculin.

Rodrigo Díaz et Manuel Almagro n'ont examiné qu'une variante du sexisme. «Les femmes sont victimes d'autres stéréotypes», affirme Rodrigo Díaz. Le chercheur va mener des études complémentaires pour savoir quand ces stéréotypes conduisent au sexisme. *Stephanie Schnydrig*

R. Díaz et M. Almagro: You are just being emotional! Testimonial injustice and folk-psychological attributions. Synthese (2019)

## Espagne: un job grâce à papa

En Espagne, le chômage des jeunes est un problème de taille. Des chercheurs se sont intéressés au rôle des membres de la famille dans l'intégration des jeunes dans le marché du travail. L'étude met en évidence des inégalités sociales importantes dans ce domaine.

Pour cette enquête, l'équipe de trois chercheurs a interrogé 98 personnes âgées de 20 à 34 ans dans la région de Barcelone. «Nous voulions savoir de quelle manière les parents et autres membres de la famille étaient utiles pour trouver un emploi et faire avancer sa carrière, et quel soutien la famille apportait pendant la formation», explique Mattia Vacchiano, directeur de l'étude, chercheur au Pôle de recherche national Lives - Surmonter la vulnérabilité: perspective du parcours de vie (PRN Lives) à Lausanne.

Les chercheurs ont divisé l'aide familiale en deux catégories: d'un côté, les ressources familiales à disposition pour soutenir les jeunes directement, par exemple un emploi au sein de sa propre entreprise. Et, de l'autre, l'influence des parents lorsqu'ils sont en mesure de solliciter des personnes hors du cercle familial, susceptibles d'aider les jeunes à leur tour.

L'étude confirme le rôle traditionnellement important de la famille en Espagne. Mais elle révèle aussi les effets des inégalités sociales. Le népotisme est largement répandu: les enfants de femmes cadres et d'entrepreneurs rejoignent souvent l'entreprise parentale et profitent de leurs réseaux. Il en va autrement des enfants de mères et pères employés, artisans et ouvriers dont l'aide familiale se limite généralement à la recherche d'emploi.

Les études antérieures sur ce thème étaient purement quantitatives et ne distinguaient pas les formes de soutien. «Nos résultats ne sont pas surprenants, mais ils montrent que les inégalités sociales en Espagne s'installent dès l'entrée sur le marché du travail», constate Mattia Vacchiano. *Astrid Tomczak*

M. Vacchiano et al.: The family as (one- or two-step) social capital: mechanisms of support during labor market transitions. Community, Work and Family (2019)

Hidepot/Wikimedia Commons



Un graffiti dans la ville espagnole de Saragosse illustre le chômage dans le pays.



Police municipale de Zurich

La «Colonie allemande en Suisse» marche à travers le Letzigrund en 1941.

## Des fascistes sans projet éducatif

Les enseignants étaient bien représentés dans les fronts suisses, ces organisations rassemblant les fascistes suisses durant l'entre-deux-guerres et la Deuxième Guerre mondiale, surtout dans les instances dirigeantes. Ils rêvaient alors d'une «communauté du peuple» homogène, d'une démocratie autoritaire et d'une économie corporatiste. Pour réaliser ces objectifs, ils voulaient aussi réformer le système scolaire. Une étude historique révèle qu'il leur manquait toutefois une vision claire pour mener ce projet à bien.

Selon les frontistes, le système scolaire en place était infiltré par les enseignants communistes, juifs et libéraux qu'ils accusaient d'insuffler le «poison rouge» aux élèves et de fomenter l'anarchie dans les esprits. Ils craignaient que la «propension naturelle» du peuple suisse à aimer sa patrie, à obéir et à respecter les valeurs chrétiennes n'en soit affaiblie.

Anja Giudici de l'Université d'Oxford et Thomas Ruoss de l'Université de Louvain ont réalisé la première étude sur la manière dont les fronts suisses allemands s'exprimaient au sujet de l'enseignement scolaire. A cette fin, les chercheurs ont consulté les publications des frontistes, ainsi que des rapports de police et des autorités chargées de leur surveillance. Alors que les frontistes avaient une idée très claire de la société idéale, leurs points de vue sur l'importance et le rôle de l'école pour réaliser cet idéal divergeaient, voire s'opposaient.

Ils ne se sont pas plus entendus sur les traits fondamentaux d'une «nouvelle école», ni à développer de matériel pédagogique. Comme l'écrivent les chercheurs, ce constat confirme celui dressé dans d'autres pays européens: durant l'entre-deux-guerres, la droite fasciste n'avait pas de vision claire de la formation scolaire susceptible de servir au mieux une société autoritaire et totalitaire, que ce soit en matière de contenu ou de principes pédagogiques et didactiques. *Andreas Minder*

A. Giudici et T. Ruoss: How to educate an authoritarian society: conflicting views on school reform for a fascist society in interwar Switzerland. Paedagogica Historica (2019)

# Cap sur les glaces éternelles à bord de l'Etoile polaire!

Partie en expédition arctique loin de la civilisation, Julia Schmale vit à bord d'un brise-glace, dans l'obscurité constante et le froid glacial. Nous avons parlé avec la spécialiste de l'atmosphère peu avant son départ.

«On dit que lorsque la fièvre des pôles s'empare de vous, vous n'en guérissez pas. Moi, elle m'a prise il y a onze ans, au cours d'une mission aérienne au Groenland, alors que je faisais mon doctorat. Les paysages de l'Antarctique et de l'Extrême Arctique sont très différents de ceux auxquels nous avons l'habitude. L'air au-dessus des glaces n'a pour ainsi dire pas d'odeur et il règne un silence complet quand il n'y a pas de vent. Et on prend conscience de la véritable force de la nature quand la tempête fait rage ou lorsque la banquise bouge.

J'ai effectué d'autres expéditions après le Groenland, la dernière jusqu'au pôle Nord à bord du brise-glace suédois Oden pendant l'été 2018. C'était la préparation idéale pour ma mission sur le brise-glace Polarstern dans le cadre de l'expédition MOSAiC. Parce que, comme lui, l'Oden avait été arrimé à un morceau de la banquise, pour ensuite dériver avec ce dernier.

Les missions sur des navires de recherche sont très motivantes: vous poursuivez un objectif commun avec des gens qui partagent vos préoccupations et vous faites de nombreuses connaissances. C'est comme un grand buffet où on peut se servir des histoires. Une combinaison formidable d'échanges sociaux et de travail. Vous partagez votre cabine avec trois personnes au maximum. Chacune à son rythme, les unes travaillent de nuit, d'autres sortent en hélicoptère, ce qui dépend des conditions météorologiques. Mes journées seront cependant relativement structurées, mon équipe de recherche ayant apporté son propre container laboratoire à bord du Polarstern.

Au cours de cette expédition, nous étudierons quelles particules fines au-dessus de la banquise conduisent à la formation de nuages. Les nuages jouent un rôle important pour le climat, ils influencent la quantité de rayonnement solaire qui atteint la surface de la Terre et la quantité de chaleur réfléchiée. Nous souhaitons découvrir quelle proportion de particules est d'origine humaine et quelle part est naturelle. Nous cherchons aussi à savoir quelles sources d'aérosols sont affectées par les changements rapides dans l'Arctique. Pour réaliser toutes ces mesures, nous avons établi une liste de tâches avec 208 points à contrôler chaque jour.

En plus de la collecte des données, nous commencerons leur analyse à bord. Il est toutefois aussi important de sortir du

laboratoire. On développe une compréhension des processus différents lorsqu'on peut voir soi-même comment les cristaux de glace se forment et se modifient à l'extérieur. En plus de notre travail, on s'entraîne bien sûr à bord, souvent pour de simples tâches mécaniques, mais parfois ardues, tel le prélèvement d'une carotte de forage, le lancer d'un ballon pour des mesures ou le contrôle des appareils.

## Rencontre avec des ours blancs

Préparer une expédition comme celle-ci est très complexe. Chacun doit se soumettre à un contrôle médical; le cœur, les poumons et les dents doivent être sains. Tous les participants doivent également suivre des cours sur le comportement en mer: comment survivre dans l'eau, lancer un radeau de sauvetage ou éteindre un incendie. Et dans le cours consacré aux ours blancs, on apprend comment se comporter à l'approche d'un ours polaire et quand tirer un coup de semonce. Nous en avons d'ailleurs rencontré l'été dernier. Le premier ours s'est approché du bateau par l'arrière alors que nous arrivions par l'avant à une distance de 200 mètres. Nous avons donc dû avancer dans sa direction pour monter sur le navire. Je n'étais pas très rassurée.

Le plus grand défi d'une expédition telle que MOSAiC vient toutefois de la logistique. Il faut définir précisément au préalable de quels instruments et pièces détachées on aura besoin. Nous avons répété toutes les manipulations dans le container durant un cours d'été pour nous assurer que tout fonctionne. La charge de travail est très importante. Tout est si passionnant que vous risquez de vous épuiser dans les deux premières semaines. Il faut donc faire preuve d'une grande discipline et s'accorder des pauses. Comme pour un marathon, il faut tenir jusqu'au bout. En plus d'une salle de fitness, le Polarstern a aussi une piscine que je vais certainement utiliser.

J'ai développé une certaine routine pour faire mes bagages et je sais précisément ce dont j'aurai besoin sur le bateau. Le froid ne m'inquiète pas trop, mais l'obscurité représente un facteur d'incertitude. Jusqu'à présent, j'ai surtout voyagé en été et l'obscurité, presque permanente, sera une nouvelle expérience. Je ne sais pas encore comment je vais la gérer.»

Propos recueillis par Astrid Tomczak-Plewka



Le brise-glace Polarstern est en mission scientifique dans les glaces pour un an. Il vient de jeter l'ancre près d'un camp (en haut). Des ours polaires rendent parfois visite aux chercheurs (à droite), comme pendant le camp de préparation de l'expédition MOSAiC.

Photos: Alfred-Wegener-Institut/Stefan Hendricks; Alfred-Wegener-Institut/Esther Horvath.

## Dériver avec la banquise

Julia Schmale était cheffe de groupe au Laboratoire de chimie atmosphérique de l'Institut Paul Scherrer jusqu'en novembre 2019. Depuis décembre, elle est professeure assistante pour les recherches en environnements extrêmes à l'EPFL. Elle dirige actuellement le projet de recherche pour la compréhension des aérosols dans l'Arctique qui fait partie de l'expédition internationale MOSAiC. Pour cette expédition, le brise-glace Polarstern dérive depuis septembre 2019 et jusqu'en octobre 2020 avec la banquise arctique. A bord depuis février 2020, Julia Schmale est responsable d'une équipe de 15 spécialistes de l'atmosphère durant la troisième étape de l'expédition.



Julia Schmale



# Barrages à la force hydraulique

L'eau coule à flots en Suisse. La puissance des anciennes énergies renouvelables pourrait contribuer à la réalisation de la Stratégie énergétique 2050. Mais des réglementations tout aussi anciennes ralentissent le flux des changements.

Par Sven Titz

**S**ans force hydraulique, il ne se passerait pas grand chose en Suisse. Car près de 57% de l'électricité produite dans le pays provient de centrales hydrauliques. A l'avenir, cette source d'énergie aura encore un rôle décisif à jouer, ne serait-ce que pour des raisons de protection du climat: la Suisse a prévu d'atteindre la neutralité climatique en 2050. Et la force hydraulique doit y apporter une importante contribution. Ces dernières années pourtant, les perspectives de cette énergie se sont assombries. Dans son deuxième rapport de monitoring sur la mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a ainsi fait preuve de retenue. De nombreuses centrales hydrauliques auraient été en perte de vitesse économique à cause du niveau très bas des prix du marché de l'électricité entre 2009 et 2016. Les possibilités de soutien pour les petites installations se dégradent par ailleurs.

## Le rendement n'est pas en cause

Or, la technique de l'énergie hydraulique, largement considérée comme aboutie et hautement efficace, représente le moindre des problèmes. Les grandes centrales à accumulation de Suisse tournent avec un rendement de 90 à 95%. Il s'agit en revanche de relever des défis économiques et politiques. Pour l'économiste de l'environnement Ludovic Gaudard de l'Université de Genève, les difficultés actuelles de la force hydraulique suisse sont en partie historiques. Des installations surdimensionnées ont été construites par des monopoles étatiques dans les années 1950. Mais aujourd'hui, avec un marché déjà libéralisé pour les gros clients et la concurrence des installations éoliennes et solaires décentralisées, le système est totalement différent. Comment investir dans cette lourde énergie de manière rentable sur le long terme? L'équation est difficile à résoudre, selon l'économiste. Avec de nombreux collègues, Ludovic

Gaudard s'est attelé à cette tâche pendant quatre ans, dans le cadre du Programme national de recherche (PNR) Energie. Les chercheurs ont présenté leurs rapports finaux en 2019. Leur recommandation: que le secteur devienne plus flexible à l'avenir.

La force hydraulique a d'ailleurs déjà la réputation d'être flexible, et plus particulièrement les centrales à accumulation et à pompage-turbinage: l'eau peut s'engouffrer dans les turbines lorsque le prix de l'électricité est élevé.

«Reste à savoir ce que nous pouvons encore construire entre 2035 et 2050.»

Christian Dupraz

Toutefois, une marge de progression existe, estime l'économiste de l'énergie Hannes Weigt de l'Université de Bâle. Il s'occupe des questions opérationnelles dans le cadre du PNR Energie. Selon lui, on pourrait adapter le mode d'exploitation pour négocier sur les marchés de l'électricité à court terme jusqu'à quelques minutes avant la livraison. Pour l'instant, on réagit rarement aussi vite. Cependant: «Une telle optimisation ne permettra pas de gagner grand-chose», note Hannes Weigt.

Pour Ludovic Gaudard, une flexibilisation de la planification à long terme permettrait d'obtenir plus de résultats. Avant, on construisait une centrale hydraulique qui tournait de façon immuable pendant des décennies. Il pourrait toutefois être plus judicieux à l'avenir de débiter par des projets avec de petites installations et de les étendre par la suite.

Ces derniers temps, une condition-cadre politique de l'énergie hydraulique a suscité de vives discussions: les exploitants doivent s'acquitter d'une redevance

hydraulique auprès des cantons. Cette taxe existe déjà depuis plus d'un siècle. Valeur fixe en principe, elle représentait une source de revenu fiable pour les cantons de montagne. Des appels à la réforme se font néanmoins entendre: la redevance pourrait être ajustée en fonction des recettes. De telles discussions sont aussi menées au sein de l'OFEN. Dans le cadre du PNR Energie, les spécialistes ont analysé divers modèles de redevance hydraulique variable. Ils recommandent de chercher un compromis et de prendre en compte les aspects économiques et sociopolitiques, ainsi que toutes les parties prenantes, tels les producteurs d'énergie et les communes. Il ressort toutefois aussi des rapports du PNR qu'il ne faut pas surestimer la réforme du modèle de redevance. Elle ne permettra pas de résoudre tous les problèmes de rentabilité créés par le marché de l'électricité.

La législation environnementale détermine par ailleurs également le futur de la force hydraulique en Suisse. Selon l'ordonnance sur la protection des eaux, les centrales à accumulation devront laisser passer davantage d'eau inutilisée afin de ménager les biotopes le long des cours d'eau. Cette mesure réduira la production de courant.

## Plus de lacs glaciaires, plus d'énergie

Les perspectives pour le développement de la force hydraulique sont en tout cas loin d'être aussi bonnes qu'en 2012, lors de la publication de la première étude de potentiel de l'OFEN. Selon une nouvelle évaluation, une croissance annuelle moyenne de la production de 83 gigawattheures - soit de 2% environ - est nécessaire jusqu'en 2035 pour mener à bien la Stratégie énergétique. L'OFEN juge certes cet objectif réalisable, mais avec une restriction importante: le potentiel qui a été établi précédemment pour la période complète jusqu'en 2050 doit déjà être exploité d'ici à 2035. «La question



**Le barrage de la Grande Dixence, dans les Alpes valaisannes, est le plus grand d'Europe. Il alimente les centrales à accumulation de Fionnay, Nendaz et Bieudron qui, ensemble, forment la plus grande centrale hydraulique de Suisse.**

Photo: Jérémy Toma/Wikimedia Commons



qui se pose dès lors est de savoir ce que nous pouvons encore construire entre 2035 et 2050», s'interroge Christian Dupraz, le directeur de la section Force hydraulique à l'OFEN.

Ce constat peut sembler pessimiste, comme si le potentiel de développement était épuisé en 2035. Dans son rapport de monitoring, l'OFEN relativise toutefois la situation. Premièrement, les exploitants ont livré des données moins complètes qu'en 2012 pour ce deuxième rapport. Ils garderaient encore certains projets secrets. Deuxièmement, la nouvelle évaluation du potentiel n'a pas tenu compte des lacs glaciaires, qui pourraient faire office de réservoirs en utilisant la fonte des glaciers. Par conséquent, le potentiel de développement

effectif pourrait augmenter de plusieurs centaines de gigawattheures par année, indique l'OFEN dans son rapport.

Un lac glaciaire qui devrait bientôt être utilisé se trouve sous le glacier de Trift, dans le canton de Berne. C'est là qu'est prévu le seul projet actuel de construction d'envergure en Suisse.

Ce lac de retenue devrait prochainement stocker 85 millions de mètres cubes d'eau et sa centrale produire 145 gigawattheures d'électricité par année. Mais il en faudra considérablement plus pour atteindre les objectifs de développement de la force hydraulique en Suisse.

Sven Titz est journaliste scientifique indépendant à Berlin.

#### **Nouveau courant hydraulique en Suisse**

L'an dernier, les centrales hydrauliques suisses ont livré plus de 36 000 gigawattheures d'électricité, dont deux tiers produits en Valais, dans les Grisons, au Tessin et dans le canton de Berne. On distingue les centrales au fil de l'eau (utilisant le courant d'un cours d'eau) des centrales à accumulation ou à pompage-turbinage (où l'eau est retenue). La centrale la plus récente est celle à pompage-turbinage de Limmern (Alpes glaronnaises) – la plus grande de son genre en Suisse. On peut y produire du courant d'une puissance de 1000 mégawatts depuis 2017.

# L'électronique devient flexible

Ultra-fins, transparents et imprimables: les composants en polymères organiques conducteurs d'électricité pourraient révolutionner l'éclairage et donner naissance au smartphone à écran pliable. *Par Hubert Filser*

Les possibilités semblent prodigieuses: grâce aux cellules solaires organiques transparentes, 40% des besoins en énergie des Etats-Unis pourraient être couverts, écrivait fin 2017 le spécialiste américain des matériaux Richard Lunt dans un article très remarqué. Il prévoyait jusqu'à 7 milliards de mètres carrés de surfaces vitrées susceptibles d'être équipées par ces composants aux Etats-Unis. Les cellules photovoltaïques organiques développées par l'Américain ont la taille d'une fenêtre, laissent passer la lumière visible pour capter uniquement l'ultraviolet et les longueurs d'onde du proche infrarouge et affichent aujourd'hui une efficacité de 10%. Ces valeurs sont encore nettement inférieures à celles des cellules solaires classiques qui présentent une efficacité de près de 20% en laboratoire. Cependant l'écart se réduit et la percée commerciale est imminente aussi pour les cellules solaires organiques.

La plupart des composants électroniques sont encore à base de silicium. Mais avec ce métalloïde inorganique, les développements possibles en termes d'efficacité et d'esthétique commencent à atteindre leurs limites. L'électronique à base de polymères organiques recèle en revanche un potentiel énorme car il est possible d'en fabriquer sous une forme extrêmement fine, flexible et totalement transparente. La répartition particulière des électrons de ces polymères conjugués leur permet d'absorber et d'émettre de la lumière et d'être conducteurs. «Ce qui les rend si intéressants, c'est qu'on peut en modifier les propriétés au niveau moléculaire», indique Frank Nüesch, physicien à l'EMPA de Dübendorf. Ils peuvent être mélangés à des colorants, des nanoparticules ou des sels et offrent ainsi un nombre illimité de possibilités nouvelles aux chercheurs dans leurs domaines d'application.

Les cellules polymères organiques peuvent notamment être transformées en cellules photovoltaïques, diodes électroluminescentes, transistors, capteurs, antennes et circuits électroniques. «Imaginez une fenêtre qui produit de l'énergie de jour et se transforme en lampe la nuit, ou le toit ouvrant d'une voiture qui alimente une batterie interne», illustre la chimiste Renana Gershoni-Poranne de l'ETH Zurich.



Les composants électroniques organiques permettent de fabriquer des écrans légers et flexibles, pratiques en déplacement. Photo: U.S. Army RDECOM/Wikimedia Commons

«Imaginez une fenêtre qui produit de l'énergie de jour et se transforme en lampe la nuit.»

Renana Gershoni-Poranne

Elle étudie les polymères conducteurs dans le but de développer des composés encore inconnus et offrant de nouvelles propriétés. Aujourd'hui, il existe déjà des types de matériaux qu'on peut par exemple pulvériser rapidement et à bas prix sur n'importe quelle surface lisse ou sous forme d'encre pour imprimer par exemple des motifs de feuilles ou de fleurs. «Des éléments d'éclairage de grande surface qui donneraient une lumière plus agréable sont tout aussi concevables que des capteurs pour la société numérique et l'internet des objets», explique Frank Nüesch.

## Le défi des écrans pour smartphones

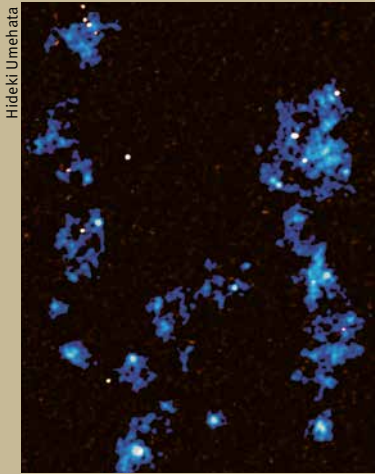
L'efficacité a longtemps été un des principaux problèmes des composants organiques. Mais entre-temps les chercheurs sont parvenus à développer des diodes électroluminescentes efficaces (OLED) ou encore des cellules solaires organiques dont l'efficacité dépasse les 17% en laboratoire. Des progrès ont aussi été réalisés en matière de durabilité. Non protégés et exposés à la lumière, ces polymères se décolorent

en effet rapidement et perdent leurs fonctions. Une solution consiste à les encapsuler dans du verre. Aujourd'hui, 60% des écrans de smartphones disposent ainsi déjà d'OLED économiques, protégés par du verre.

La fabrication d'écrans pliables pour les téléphones mobiles est plus compliquée. Commercialisé par l'entreprise chinoise Huawei en 2019, un premier écran flexible avait dû être retiré du marché parce qu'il manquait de résistance. Le pliage constitue un défi car la couche conductrice et transparente qui recouvre habituellement les smartphones actuels s'avère trop friable. Frank Nüesch rapporte que des chercheurs du projet européen Treasures ont développé une éventuelle solution, des électrodes constituées de nanotubes de carbone qui pourraient convenir.

Néanmoins, le développement de produits commercialisables reste difficile. Dans le secteur photovoltaïque, les chercheurs sont ainsi confrontés à la concurrence des cellules solaires aux pérovskites. «Des fonds importants destinés à la recherche partent dans ce domaine au détriment du photovoltaïque organique», souligne Frank Nüesch. Les cellules solaires organiques devraient toutefois s'imposer à l'avenir pour les bâtiments dont l'esthétique joue un rôle essentiel.

Hubert Filser collabore régulièrement à l'émission télévisée Quarks & Co et habite à Munich.



Deux gigantesques filaments de gaz (bleus) alimentent des galaxies (points blancs).

### Cartographie de la toile cosmique

Selon la cosmologie moderne, l'Univers est né du Big Bang et une grande partie de l'hydrogène créé dans cette boule de feu s'est effondrée pour produire un réseau de filaments diffus de gaz qui constituent une sorte de toile d'araignée cosmique. Ces filaments, observés en détail maintenant seulement, constitueraient la matière brute à la formation des étoiles, alors que les galaxies se formeraient à leurs intersections. Mais à cause de leur faible densité ils n'émettent que très peu de lumière. Jusqu'à présent, ils ne pouvaient donc être détectés qu'indirectement, en examinant la lumière absorbée par des objets très brillants situés derrière eux.

Dans une nouvelle étude, une équipe internationale, dont Sebastiano Cantalupo de l'ETH Zurich, a dressé une carte de tels filaments, basée sur l'émission de lumière du gaz lui-même. Les filaments observés, situés dans un amas très dense de galaxies et de gaz, dans le proto-amas SSA22 - à une douzaine de milliards d'années-lumière de la Terre et longue de 3 millions d'années-lumière. Leur hydrogène gazeux émet de la lumière ultraviolette sous l'effet de fortes sources de rayonnement telles de nombreuses nouvelles étoiles ou l'environnement de trous noirs massifs.

La lumière a pu être capturée grâce à un instrument optique à champ de vision très large du Très Grand Télescope (VLT) au Chili. «Nous avons uniquement réussi à le faire grâce aux rares sources de rayonnement très fortes à l'intérieur des filaments», souligne Sebastiano Cantalupo. «Cartographier de plus larges parties de la toile cosmique et dans des régions plus typiques de l'Univers requiert des mesures plus longues et vastes.» Le chercheur de l'ETH Zurich vient d'entreprendre un tel projet. *Edwin Cartlidge*

H. Umehata et al.: Gas filaments of the cosmic web located around active galaxies in a proto-cluster. Science (2019)

### Erosion des prairies alpines

Les prairies alpines constituent un habitat précieux pour de nombreuses espèces. Des chercheuses de l'Université de Bâle ont découvert que l'érosion qui les détruisait est due à l'exploitation agricole ainsi qu'aux changements climatiques.

Les spécialistes de l'environnement ont cartographié l'érosion du sol de la vallée d'Urseren, dans le canton d'Uri, grâce à des prises de vues aériennes, réalisées par Swisstopo entre 2000 et 2016. Elles se sont servies d'un algorithme d'apprentissage automatique pour identifier différentes sortes d'érosion sur les images, parmi lesquelles les glissements de terrain, le ruissellement en surface ou les sentiers formés par le passage du bétail. Cette méthode a permis aux chercheuses de documenter pour la première fois l'évolution temporelle de phénomènes tels que l'érosion de surface ou les dégâts provoqués par les animaux de rente.

La perte de sols augmente à une vitesse fulgurante: au cours des seize années observées, la surface érodée s'est étendue de plus de 150%. Jusqu'à une altitude de 1800 mètres environ, c'est avant tout l'élevage bovin qui occasionne toujours plus de dégâts. «Aujourd'hui, nettement plus de bétail est conduit dans les pâturages proches de la vallée, quelle que soit la météo», explique Christine Alewell, directrice de l'étude. Donc également lorsque le sol des prés est humide et ainsi moins stable. Par ailleurs, les animaux sont plus lourds aujourd'hui que dans les années 1970.

Les chercheuses constatent également une influence des changements climatiques, surtout au-dessus des surfaces exploitées. Les pluies plus fréquentes et plus extrêmes accroissent l'érosion en nappe et les glissements de terrain. Une nouvelle dynamique est également observée avec la neige: «Lorsqu'elle fond plusieurs fois par hiver, l'eau emporte régulièrement de la terre», constate Christine Alewell. Dans l'ensemble, quelques millimètres de la couche supérieure de sol fertile sont ainsi perdus chaque année. *Santina Russo*

L. Zweifel et al.: Spatio-temporal pattern of soil degradation in a Swiss Alpine Grassland. Remote Sensing of Environment (2019)



Une pente érodée dans la vallée d'Urseren, notamment à cause de l'élevage bovin.



Mesure du vent à différentes altitudes: le campus de l'EPFL, modèle de canyon urbain.

### Vent prédit par machine learning

Au même titre que les structures naturelles, les villes influencent la trajectoire et la vitesse des vents. Ce sujet n'est pas sans importance pratique: la bise hivernale augmente la consommation énergétique des bâtiments et, lors de canicules estivales, la circulation de l'air est cruciale pour notre confort thermique. Hauteur des bâtiments, largeur des rues, disposition des arbres et du mobilier urbain... si l'on parvenait à optimiser l'interaction de ces éléments avec les vents, nos villes pourraient devenir plus écologiques et plus agréables à vivre.

À l'EPFL, l'équipe du physicien en bâtiment Jean-Louis Scartezzini développe une nouvelle manière de prédire la course des vents dans un canyon urbain - une rue où s'alignent de chaque côté des bâtiments de plusieurs étages. A cette fin, les chercheurs ont mesuré les vents à des hauteurs différentes pendant une année dans une rue du campus de l'EPFL.

Ces mesures ont permis de nourrir un modèle d'intelligence artificielle. Ainsi les scientifiques ont pu modéliser les courants d'air plus facilement et plus rapidement. «Les modèles traditionnels requièrent une représentation précise de l'environnement et une puissance de calcul élevée, explique le premier auteur de l'étude, Dasaraden Mauree. Notre système ne nécessite pas ces informations. Il lui faut moins d'une heure sur un simple ordinateur portable pour simuler une année de vents dans une rue.»

Cette nouvelle approche n'a pas encore tout à fait la précision des modèles traditionnels, mais les résultats se révéleraient déjà encourageants.

La prochaine étape résidera dans l'exploitation de données relevées en ville de Bâle afin d'ajuster le modèle et de le généraliser. *Lionel Pousaz*

D. Mauree et al: Wind profile prediction in an urban canyon: a machine learning approach. J. Phys.: Conf. Ser. 1343 012047 (2019)

# L'ARN

## LA NOUVELLE STAR DE LA MÉDECINE

L'ADN était longtemps au centre de la recherche biomédicale. Désormais, c'est l'ARN qui a pris le pas sur son grand frère. Sélection d'applications médicales.

Texte: Yvonne Vahlensieck  
Illustrations: Atelier CANA

Sa structure ressemble à celle de l'ADN, mais jusqu'à présent on n'accordait qu'un rôle secondaire à l'ARN. L'ARN messager transfère par exemple les plans de construction des protéines. Mais au cours des dernières années la science a découvert de nombreuses nouvelles formes d'ARN (acide ribonucléique) qui assument des fonctions essentielles dans la cellule. Et des formes déjà connues se sont avérées plus importantes qu'imaginé. «Lors de l'expression génétique, tout se passe au niveau de l'ARN», confirme Oliver Mühlemann, directeur du Pôle national de recherche «RNA & Disease». C'est pourquoi l'ARN joue également un rôle central dans quantité d'approches thérapeutiques novatrices – comme principe actif ou comme cible.

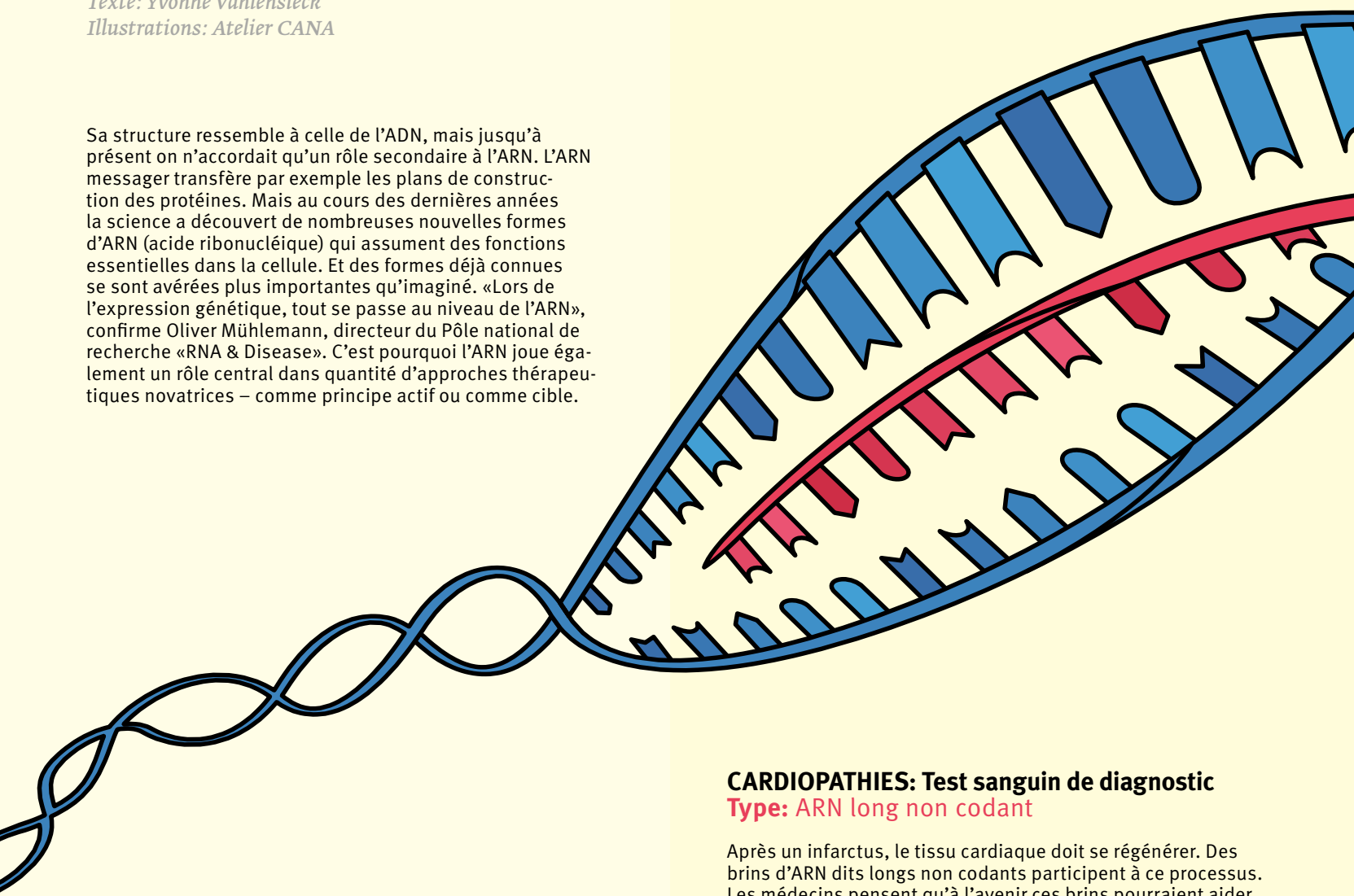


### ENCORE EN LABORATOIRE

#### CHOLESTÉROL: Régulation du métabolisme

Type: micro-ARN

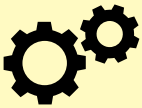
Il y a environ 25 ans, de minuscules brins d'ARN ont été découverts pour la première fois dans les cellules où ils s'apparient à certains ARN messagers et bloquent la production de protéines. Ces micro-ARN interviennent dans de nombreux processus métaboliques. Le micro-ARN miR-33 régule ainsi au moins dix gènes du métabolisme des lipides. Chez les souris, le blocage de l'effet du miR-33 a favorisé la formation de «bon» cholestérol et réduit l'artériosclérose. A l'ETH Zurich, le groupe de chercheurs de Jonathan Hall examine actuellement le rôle des micro-ARN dans le développement d'autres maladies, dont le cancer.



#### CARDIOPATHIES: Test sanguin de diagnostic

Type: ARN long non codant

Après un infarctus, le tissu cardiaque doit se régénérer. Des brins d'ARN dits longs non codants participent à ce processus. Les médecins pensent qu'à l'avenir ces brins pourraient aider au pronostic de guérison ou au diagnostic de problèmes cardiaques chroniques. Plus de 50 000 de ces ARN longs ont déjà été découverts dans différents organes – leur fonction reste encore pour la plupart un mystère. C'est pourquoi à l'Université de Berne un groupe de travail mené par Rory Johnson développe une méthode pour en apprendre davantage sur ces brins d'ARN.

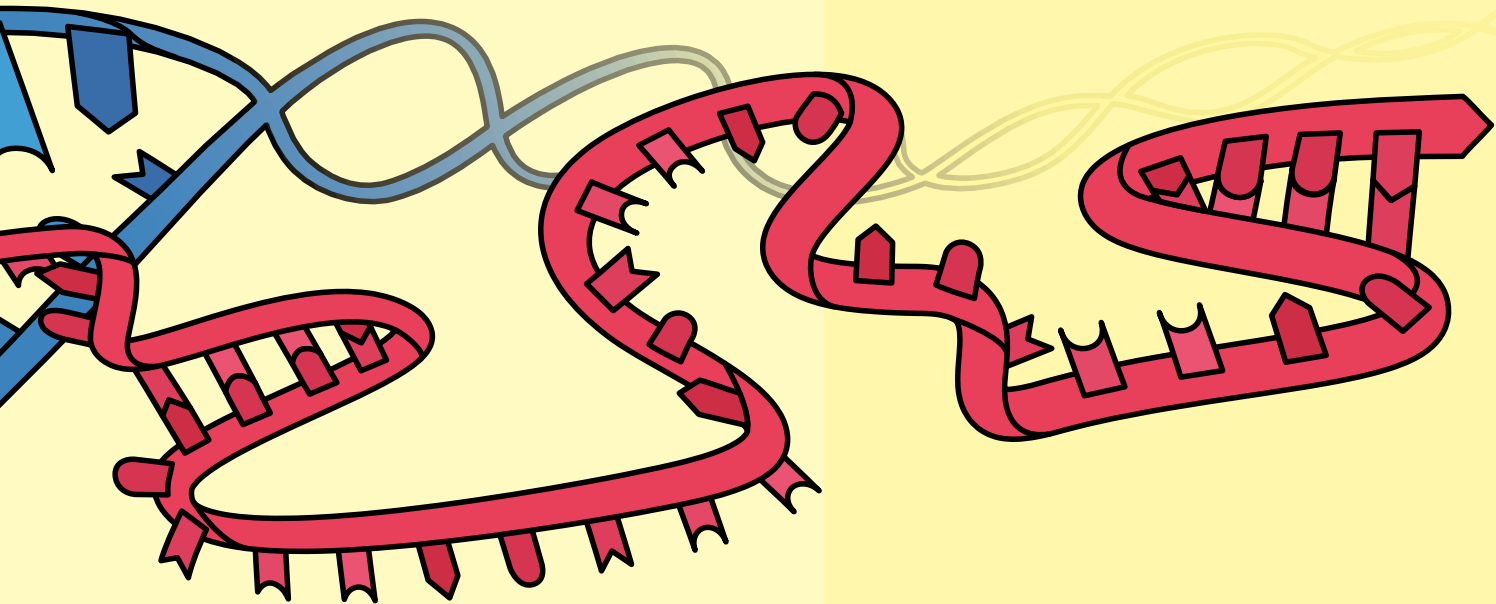


## DANS LE PIPELINE

### CANCER: Mesure précoce d'efficacité

Type: ARN ribosomique

Plus tôt on sait si une chimiothérapie fonctionne, mieux ce sera pour le patient. La société canadienne biotech Rna Diagnostics a développé une méthode capable de déterminer le succès d'une thérapie au bout de deux semaines seulement par l'analyse de l'ARN ribosomique dans le tissu tumoral. Cet ARN est utilisé dans la production de protéines. S'il est brisé, le tissu tumoral meurt lui aussi. En revanche, s'il est intact, le médicament n'agit pas et les médecins peuvent rapidement passer à une thérapie alternative. Cette méthode est actuellement testée contre le cancer du sein.



### INFECTIONS: Vaccins améliorés

Type: ARN messenger

La plupart des vaccins contiennent des antigènes, soit des parties d'agents pathogènes déclenchant une réponse immunitaire contre une infection. Mais un autre moyen existe: à la place de l'antigène, le vaccin ne contient que son plan de construction. Avec ce plan fourni par l'ARN messenger, le corps produit lui-même l'antigène et l'immunisation suit comme d'habitude. «Produire ces vaccins ARN serait bien plus rapide et moins coûteux que de les préparer selon les pratiques conventionnelles», souligne Steve Pascolo de l'Université de Zurich, codéveloppeur de la méthode. Beaucoup de ces vaccins, par exemple contre le virus Zika, sont en phase de tests cliniques.

Selon le même principe fonctionne une vaccination personnalisée contre le cancer: ici, on identifie à la surface des cellules cancéreuses des protéines caractéristiques de la tumeur concernée. Les ARN messagers avec le plan de construction des antigènes sont alors administrés au patient, qui développe ainsi une réponse immunitaire spécifique contre les cellules tumorales. Cette procédure serait en passe d'être approuvée pour le cancer de la peau, selon Steve Pascolo.



## DÉJÀ UTILISÉ CLINIQUEMENT

### MAUX HÉRÉDITAIRES: Remplacer les protéines

Type: oligo-ARN

L'amyotrophie spinale est une maladie héréditaire souvent fatale: le patient ne produit pas assez de protéines SMN à cause d'un défaut génétique qui entraîne une atrophie musculaire. La substance active (nusinersen), autorisée en Suisse en 2017, est constituée de petits segments synthétiques d'ARN qui se fixent à certains éléments du plan de l'ARN messenger d'un gène similaire. Celui-ci peut produire des protéines SMN. Des chercheurs suisses ont développé une thérapie analogue pour la protoporphyrie érythropoïétique, maladie héréditaire où la lumière cause de violentes douleurs dues à une protéine défectueuse.

### LEUCÉMIE: Thérapie génétique

Type: virus ARN modifié

Le tisagenlecleucel, médicament développé par un fabricant suisse, est autorisé en Suisse depuis 2018 pour lutter contre certains cancers du sang. Pour cette thérapie génétique, les médecins ont isolé des cellules immunitaires dans le sang d'un patient. Elles sont reprogrammées et réinjectées par perfusion dans son sang, où elles aident à identifier et à détruire les cellules tumorales. Pour la reprogrammation génétique, on utilise un lentovirus inoffensif. Il contient le plan de construction – sous forme d'ARN – d'une protéine de reconnaissance (récepteur CAR) et l'intègre fermement dans le génome des cellules.

# Une menace sous-estimée

Plus d'une centaine d'espèces envahissantes nuisibles ne figurent pas sur la «liste noire» de l'Union européenne. En Suisse aussi, le système est lacunaire et dépassé par la situation.

Par Ori Schipper

**L'**acarien varroa destructor est originaire d'Asie, mais ce parasite contribue aujourd'hui à la disparition de colonies d'abeilles au niveau mondial. De nombreux autres organismes voyagent avec les flux croissants de marchandises en suivant les routes du commerce international. Faute d'ennemis naturels dans leur nouvelle patrie, certains d'entre eux prolifèrent si largement qu'ils causent des dommages économiques considérables, compromettent la santé des êtres humains ou provoquent des dégâts environnementaux.

«Le développement est trop rapide. Nous devons nous montrer plus prudents parce que nous ne savons pas à l'avance quelles espèces introduites s'avéreront nuisibles», met en garde l'écologue Sven Bacher de l'Université de Fribourg. Les efforts actuels pour endiguer l'introduction de nouvelles espèces sont de moins en moins efficaces en raison de l'accélération de la mondialisation, constate-t-il dans une étude internationale menée avec 44 autres chercheurs.

Sven Bacher estime que l'«excellent système de biosécurité» de la Nouvelle-Zélande démontre qu'il est possible en principe d'endiguer l'influence des espèces exogènes. Les autorités de ce pays interdisent toute importation d'espèces et ne font d'exception que pour celles dont l'innocuité a été établie et qui figurent sur la «liste blanche». L'UE et la Suisse appliquent toutefois le principe inverse. Ici prime la liberté de commerce: l'importation d'espèces est généralement autorisée et seulement interdite pour celles explicitement indésirables et signalées sur la «liste noire».

A cette fin, les autorités suisses travaillent avec diverses listes selon l'objectif à atteindre. Celle de l'Office fédéral de l'environnement répertorie ainsi les espèces qui évincent les plantes et les animaux adaptés aux conditions locales. Ces espèces indésirables comprennent par exemple le gobie de la mer Noire, qui se multiplie très rapidement dans les cours d'eau suisses et occupe l'habitat des poissons typiquement locaux. L'Office fédéral de l'agriculture se concentre, quant à lui, sur les organismes nuisibles à la santé des végétaux.

## Listes noires de l'UE incomplètes

Le point commun de ces listes est d'être le fruit d'une série de rencontres entre des spécialistes de l'Europe entière. Des rencontres au cours desquelles ils ont partagé



L'arbre à papillons attire ces insectes, mais ses feuilles n'offrent pas de nourriture aux chenilles. C'est une des raisons du déclin des populations de papillons. Photo: Keystone/Urs Flüeler

leurs connaissances et «fait œuvre de pionniers en les réunissant de manière consensuelle», comme l'explique Alfred Kläy, responsable du secteur Santé des végétaux et variétés de l'Office fédéral de l'agriculture.

«Manifestement, même des espèces exotiques ayant un fort impact peuvent échapper à l'attention des experts.»

Sven Bacher

Toutefois, comme l'ont montré des chercheurs réunis autour de Sven Bacher, ces listes étoffées au cours des ans ne sont hélas pas un reflet fiable du danger que représente la circulation croissante des organismes. Leur analyse systématique de la littérature publiée à ce jour a permis d'établir un classement des espèces exotiques en fonction de la nature et de l'étendue de leurs impacts. Ils ont ainsi identifié les 149 espèces les plus menaçantes dont la propagation est à combattre en priorité.

Lorsqu'ils ont comparé leurs résultats avec la «liste noire» de l'UE, ils ont constaté

que ce document officiel ne recensait que 32 des espèces les plus menaçantes. Les 117 autres - y compris le varroa destructor - manquaient. «Manifestement, même des espèces exotiques ayant un fort impact peuvent échapper à l'attention des experts», notent les chercheurs dans leur article spécialisé.

Alfred Kläy prend ces critiques au sérieux. Depuis plusieurs années, l'Office fédéral de l'agriculture multiplie les analyses de risque approfondies. Les effectifs du personnel de contrôle dans le domaine de la protection des végétaux ont presque été doublés, mais les volumes importés ont eux aussi fortement augmenté. «Lorsque les ressources sont limitées, les compromis sont nécessaires», commente-t-il. Il espère que le nouveau droit en matière de santé des plantes, entré en vigueur au début de 2020, améliorera la situation: «Désormais, pour la première fois, nous pouvons interdire à titre préventif l'importation de marchandises qui présentent un haut risque pour la santé des végétaux.»

Ori Schipper travaille pour la Ligue suisse contre le cancer et comme journaliste scientifique indépendant.

# La communication passe par l'estomac

Les fourmis se nourrissent mutuellement par l'échange de liquide régurgité. Ce faisant, elles se transmettent des informations essentielles au bien-être de l'ensemble de la colonie.

Par Atlant Bieri

Les fourmis ne partagent pas seulement le travail, mais aussi la nourriture. Pour ce faire, elles régurgitent de leur estomac social (ou deuxième estomac) une goutte de liquide nutritif, tel du nectar ou du miellat, et le transfèrent à leurs congénères de bouche à bouche. Cette pratique appelée trophallaxie existe chez d'autres insectes sociaux, comme les abeilles ou les guêpes. Il ne s'agit pas uniquement d'un partage de calories: avec la salive, les fourmis échangent des informations sur l'odeur et le goût des aliments, facilitant ainsi la recherche de sources de nourriture aux ouvrières. Les chercheurs soupçonnent d'ailleurs depuis longtemps que la trophallaxie a encore de nombreuses autres fonctions.

La biologiste Adria LeBœuf et son équipe de l'Université de Fribourg apportent un nouvel éclairage sur ce phénomène. Grâce aux progrès majeurs réalisés dans les méthodes d'analyse au cours des dernières décennies, il est possible en quelque sorte de plonger au cœur des minuscules gouttes d'aliments et d'analyser leur composition de manière approfondie. Ce faisant, Adria LeBœuf découvre petit à petit l'importance de la trophallaxie. «La salive cache une forme complexe de communication», explique la scientifique. «Une communication faite de molécules au lieu de mots.» Il s'agit d'une sorte de réseau social basé sur du vomi.

## Front commun contre les infections

La biologiste présume que ce système pourrait aussi servir à la prévention de maladies. Car elle a découvert des substances participant à la défense immunitaire contre les bactéries, les champignons et les virus dans la salive des fourmis: «Il se pourrait que le fonctionnement soit similaire à celui des nouveau-nés qui développent leur système immunitaire grâce au lait maternel.»

La trophallaxie est particulièrement importante pour la progéniture. L'équipe de la chercheuse a ainsi découvert des hormones de croissance stimulant le développement des larves dans la salive des fourmis. Les ouvrières en ajoutent une quantité plus ou moins grande à la nourriture collectée et peuvent ainsi décider du rythme de développement des larves.

«La croissance de la population devient donc une affaire démocratique», constate Adria LeBœuf. «Par le biais des régulateurs

de croissance présents dans la nourriture liquide qu'elle régurgite, chaque fourmi dispose d'un droit de codécision. La nourriture étant transmise d'une fourmi à l'autre, elle finit par arriver jusqu'aux larves.» Une fourmi qui récolte de la nourriture quelque part dans la forêt peut donc influencer la taille future de la colonie par le réseau social.

«La croissance de la population devient donc une affaire démocratique.»

Adria LeBœuf

Le travail de la chercheuse suscite un intérêt marqué chez d'autres spécialistes des fourmis. Le zoologiste Jan Oettler de l'Université de Regensburg juge ses conclusions «passionnantes». Avant d'ajouter: «Mais il ne faudrait pas généraliser à toutes les espèces.» Car d'autres fourmis ne pratiquent pas la trophallaxie. «Chez certaines espèces, les larves se nourrissent elles-mêmes et ne sont

pas approvisionnées en bouillie prédigérée.» Dans ce cas, les ouvrières régulent leur croissance au moyen d'autres mécanismes, notamment en les mordant. «Et chez d'autres espèces encore, le développement est déjà prédéterminé dans l'œuf. Les ouvrières n'ont alors aucune chance de réguler quoi que ce soit», explique encore le spécialiste allemand.

Grâce à une expérience originale, l'équipe d'Adria LeBœuf cherche actuellement à découvrir les détails des mécanismes de communication par la trophallaxie. Les chercheurs alimentent les ouvrières avec une nourriture fluorescente, enrichie de régulateurs de croissance. «Plus une larve en reçoit et plus elle brille quand on l'observe sous une lumière UV», explique la scientifique. Un ordinateur surveille l'expérience en filmant l'évolution de chacune des larves, et cela même lorsqu'une ouvrière les déplace. «Nous pouvons maintenant observer repas après repas comment les fourmis contrôlent le développement de leurs larves.»

Atlant Bieri est journaliste indépendant et vit à Pfäffikon (ZH).



Réseau social des fourmis: elles transmettent des informations sur les sources de nourriture par leur salive, ce qui permet aussi de réguler la population. Photo: Rakesh Kumar Dogra/Wikimedia Commons

istock.com/Crissy1982



Dormir assez préserve la santé et la sveltesse des souris et certainement des hommes aussi.

## Le manque de sommeil perturbe l'horloge interne

Dans nos sociétés modernes, le déficit chronique de sommeil est un thème permanent et un problème: on le soupçonne en effet d'être en partie responsable de maladies. Une étude réalisée chez des souris apporte de nouvelles réponses sur les conséquences moléculaires des nuits écourtées. Elle montre que la privation de sommeil, même après une seule nuit, inhibe à moyen terme l'activité de gènes clés de l'horloge interne qui cale les activités des êtres vivants sur l'alternance du jour et de la nuit. C'est le fameux «rythme circadien».

Comment ont procédé les auteurs, des chercheurs de l'UNIL et de l'EPFL? Ils ont privé de sommeil des rongeurs durant les six premières heures après le lever du jour, soit leur période naturelle de repos. Puis ils ont étudié l'activité («l'expression»), au cours du temps, de tous les gènes actifs dans leur cerveau. Résultat: pendant au moins 48 heures, les gènes centraux de l'horloge circadienne (les gènes clock) ont vu leur fluctuation d'activité réduite, voire quasiment supprimée. Autrement dit, même lorsque le sommeil perdu était rattrapé, l'horloge interne, elle, n'avait pas récupéré de suite. Ces perturbations n'ont cessé qu'après de sept jours. «Une deuxième privation de sommeil pourrait avoir des conséquences encore plus sérieuses», suppose Paul Franken, directeur de l'étude.

Et chez l'homme? Plusieurs études ont déjà montré que ces mêmes gènes jouent un rôle clé dans le développement du diabète et de l'obésité chez les personnes travaillant en équipe, à horaires irréguliers. Cette nouvelle étude chez la souris suggère que «les nuits trop courtes durant la semaine ne peuvent pas être compensées par une grasse matinée pendant le week-end», conclut Paul Franken. *Florence Rosier*

C. N. Hor et al.: Sleep-wake-driven and circadian contributions to daily rhythms in gene expression and chromatin accessibility in the murine cortex. PNAS (2019)

## Un stimulant de l'appétit manque chez certains patients anorexiques

Après le joint vient la fringale. Le responsable: le THC, le cannabinoïde contenu dans le cannabis. Mais l'appétit est aussi stimulé par des substances analogues au THC produites par l'organisme et qui activent les mêmes récepteurs du cerveau. Un de ces cannabinoïdes endogènes est absent chez les anorexiques qui ne ressentent pas la faim, vient de montrer une petite étude de l'Hôpital universitaire de Zurich et de l'Université de Fribourg.

Les chercheurs ont examiné 15 patientes anorexiques et constaté que leur sang contenait moins d'anandamide - un des cannabinoïdes humains - que celui de personnes en bonne santé. Il en allait de même chez les participantes qui avaient cessé de manger de manière restrictive depuis un certain temps déjà et avec une nette reprise de poids. «Les résultats sont frappants, même si notre étude n'a pu être menée que sur un nombre restreint de sujets», note Gabriella Milos, médecin responsable du Centre des troubles alimentaires de l'Hôpital universitaire de Zurich.

Les chercheurs n'ont pas pu vérifier si la carence en anandamide était la cause ou une des conséquences de la maladie, ni si la concentration dans le sang reflétait effectivement ce qui se passe dans le cerveau. Mais il serait désormais incontestable que les origines de l'anorexie sont génétiques et métaboliques: «L'anorexie n'est pas seulement une sorte de grève de la faim. On constate des modifications du métabolisme et on pourrait peut-être intervenir à ce niveau sur le plan thérapeutique.», note Gabriella Milos.

Mayron Piccolo, premier auteur de l'étude et psychologue clinicien à l'Université de Fribourg, souhaiterait dès lors voir cette question investiguée: «Il est important d'étudier maintenant comment une médication à base de cannabinoïdes peut influencer le comportement alimentaire de patients souffrant d'anorexie.» *Karin Hollricher*

P. M. et al.: Altered circulating endocannabinoids in anorexia nervosa during acute and weight-restored phases: A pilot study. European Eating Disorders Review (2019)



La carence en cannabinoïdes de l'organisme pourrait favoriser l'anorexie.

Keystone/laif/Annette Schreyer



Serres en plexiglas à toit ouvert pour simuler le réchauffement dans la tourbière.

Vincent Jassey

## Les tourbières résistent au changement climatique

«Protéger les tourbières est une préoccupation urgente, car elles stockent d'énormes quantités de CO<sub>2</sub> et contribuent ainsi à diminuer l'effet de serre», prévient Vincent Jassey, écologue au CNRS à Toulouse. Avec Constant Signarbieux, de l'Université de Neuchâtel, le scientifique a étudié entre 2009 et 2013 l'impact du réchauffement climatique sur l'assimilation du CO<sub>2</sub> de deux espèces de mousse de tourbe (*Sphagnum fallax* et *Sphagnum medium*) prévalentes dans la tourbière du Forbonnet dans le Jura français. Leur recherche repose sur six dispositifs expérimentaux simulant in situ un réchauffement de 1 à 2 °C en moyenne par an, conforme aux prédictions des climatologues.

Résultat: l'écosystème a gardé un bilan carbone neutre face à des températures élevées et des sécheresses fréquentes. Alors que *S. fallax* est sensible à la sécheresse et réduit son assimilation de carbone, *S. medium* montre en effet une résistance remarquable à la sécheresse grâce à des caractéristiques anatomiques lui permettant de stocker l'eau. A l'opposé, lorsqu'il fait plus chaud mais sans sécheresse, *S. fallax* augmente sa photosynthèse, tandis que *S. medium* répond négativement. C'est grâce à cette complémentarité des espèces présentes que la tourbière s'est préparée au réchauffement climatique.

«C'est rassurant», commente Vincent Jassey. Mais si la fréquence des périodes de sécheresse et leur durée venaient à augmenter plus fortement et plus rapidement que prévu, on ne saurait prédire quel serait l'effet sur le bilan carbone de ces sphaignes. «C'est pourquoi il est si important de ne pas déstabiliser à l'avance ces biotopes, par exemple en drainant les sols, ce qui les assèche.» *Kalina Anguelova*

V. Jassey, C. Signarbieux: Effects of climate warming on Sphagnum photosynthesis in peatlands depend on peat moisture and species-specific anatomical traits. Global Change Biology (2019)



# L'intelligence artificielle ouvre les archives papier

De nombreuses galeries d'art et entreprises numérisent leurs collections et archives papier. Pour accéder à ces informations, photos et copies numérisées ne suffisent pas. Une spin-off de l'EPFL développe des moteurs de recherche sur mesure.

Texte: Florian Fisch, codirecteur de la rédaction d'Horizons

Infographie: Ikonaut

## 1: D'abord numériser le matériel

Un fabricant de montres de luxe est prié de vérifier l'authenticité d'un modèle ancien dans ses archives de feuilles de calcul manuscrites. Ou: un musée désire rendre accessible au public l'intégralité de sa collection. Odoma, une spin-off de l'EPFL, développe des réseaux neuronaux artificiels pour fouiller efficacement des milliers, voire des millions de documents précédemment numérisés.

## 2a: Ensuite, extraire les informations

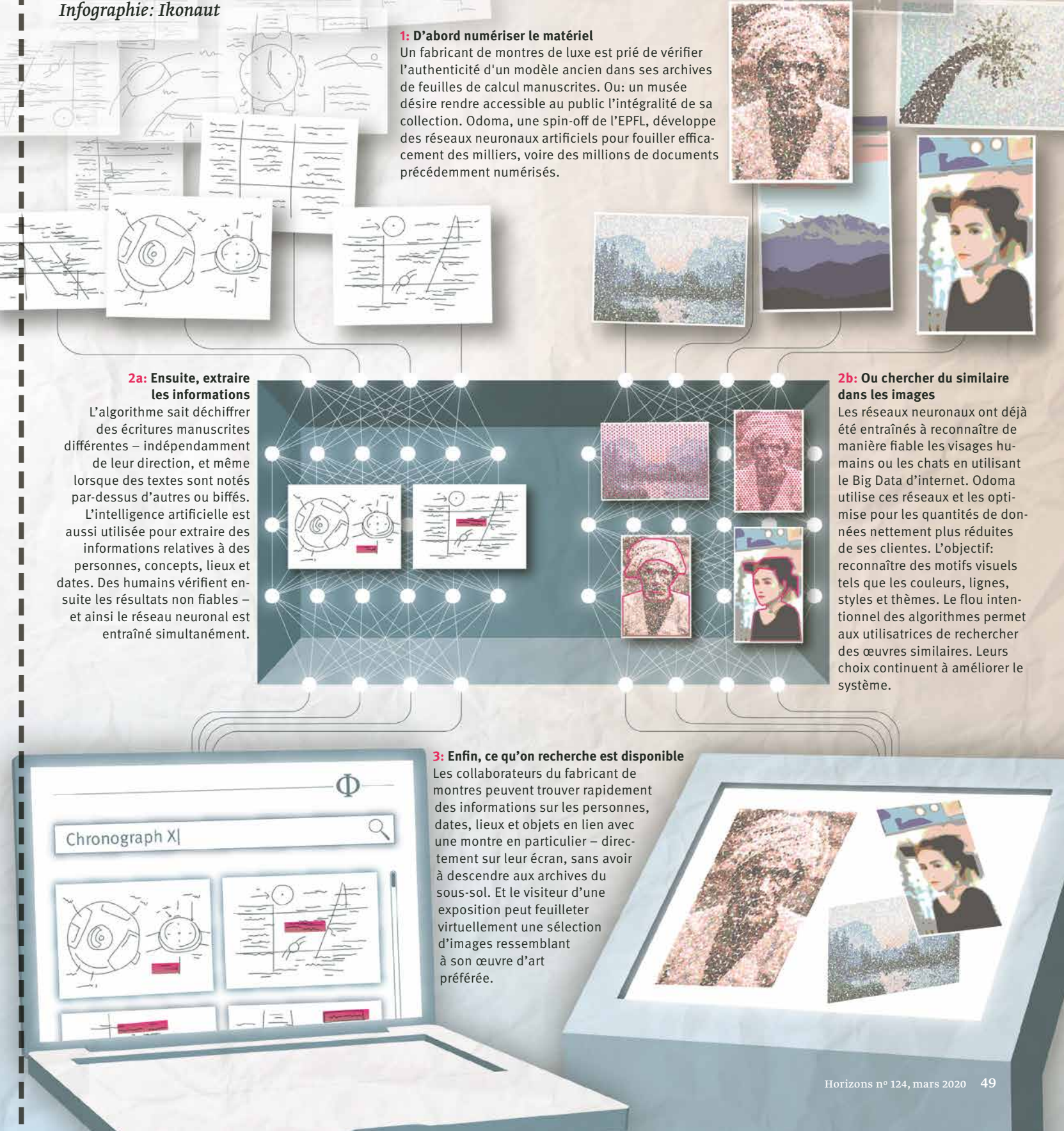
L'algorithme sait déchiffrer des écritures manuscrites différentes – indépendamment de leur direction, et même lorsque des textes sont notés par-dessus d'autres ou biffés. L'intelligence artificielle est aussi utilisée pour extraire des informations relatives à des personnes, concepts, lieux et dates. Des humains vérifient ensuite les résultats non fiables – et ainsi le réseau neuronal est entraîné simultanément.

## 2b: Ou chercher du similaire dans les images

Les réseaux neuronaux ont déjà été entraînés à reconnaître de manière fiable les visages humains ou les chats en utilisant le Big Data d'internet. Odoma utilise ces réseaux et les optimise pour les quantités de données nettement plus réduites de ses clientes. L'objectif: reconnaître des motifs visuels tels que les couleurs, lignes, styles et thèmes. Le flou intentionnel des algorithmes permet aux utilisatrices de rechercher des œuvres similaires. Leurs choix continuent à améliorer le système.

## 3: Enfin, ce qu'on recherche est disponible

Les collaborateurs du fabricant de montres peuvent trouver rapidement des informations sur les personnes, dates, lieux et objets en lien avec une montre en particulier – directement sur leur écran, sans avoir à descendre aux archives du sous-sol. Et le visiteur d'une exposition peut feuilleter virtuellement une sélection d'images ressemblant à son œuvre d'art préférée.



## Science et croyance sont étroitement liées

Par Antonio Loprieno

Cette édition d'Horizons est consacrée à la dialectique sur la science et la croyance. Le savoir est souvent compris comme cette «pensée postmétaphysique» que Jürgen Habermas oppose à la «croyance» qui l'avait précédée dans l'histoire et qui interprétait les connaissances scientifiques sur un fond de valeurs morales. Cette interprétation réduit toutefois le concept de croyance essentiellement à sa dénotation religieuse. On peut pourtant ne pas croire qu'en Dieu mais au sens de sa propre activité scientifique ou à la plausibilité de ses résultats.

Alors la «croyance» ne doit pas être comprise comme opposée au savoir mais comme condition à son intériorisation et son acceptation émotionnelle.

La croyance est un savoir chargé d'émotions. La relation entre les deux n'est pas de succession temporelle (de la croyance au savoir), mais de

récurtivité cyclique (du savoir à la croyance, de la croyance au savoir, etc.). Dans la chronologie sémantique, croyance et savoir se comportent comme chercher et trouver. Ce ne sont pas des états fermés sur eux-mêmes mais, selon la terminologie de Zeno Vendler, des alternances d'«activités» et d'«achèvements».

A l'ère de la simulation justement, prendre conscience de la relation récursive du savoir et de la croyance peut nous offrir une orientation. Car comme le montrent les débats sur la compétence interprétative des reconstructions numériques, par exemple de Venise – qui de l'historien ou de l'informaticien est le propriétaire de la simulation visuelle? – ces deux communautés sont souvent dépassées quand le rôle de la croyance dans la production d'un nouveau savoir est ignoré.

Aristote savait déjà (ou croyait?) qu'aspirer au savoir est dans la nature de l'homme. Savoir et croyance sont totalement imbriqués: nous, les scientifiques, sommes toujours en quête. Mais sans croire, nous ne découvrirons pas grand-chose.

Antonio Loprieno était président des Académies suisses des sciences jusqu'à fin janvier 2020 et prend congé avec cette colonne.

## Vent frais pour le journalisme

Le journalisme scientifique doit lui aussi innover. C'est pourquoi les Académies suisses des sciences lancent le a+ Prix Média Newcomer, destiné aux contributions sur la recherche de jeunes journalistes, étudiantes et étudiants jusqu'à 31 ans. Les participants pourront soumettre des esquisses d'idées de contributions créatives aussi de par l'utilisation des technologies du futur: podcast, vidéo, journalisme mobile, etc. Trois des candidates ou candidats les plus inventifs recevront chacun 3000 francs pour concrétiser leur projet qui sera publié en ligne dans un délai de trois mois et soumis au vote du public. Le Newcomer plébiscité sera récompensé par un prix de 4000 francs.

## Soutien à la recherche de pointe

La Confédération a créé en décembre 2019 six nouveaux pôles de recherche nationaux (PRN) dans le cadre des instruments d'encouragement du FNS. Ils renforcent durablement la recherche sur la résistance aux antibiotiques, l'automatisation, l'évolution du langage, les micro-organismes, la chimie durable et la technologie quantique. De 2020 à 2023, le FNS investira 100 millions de francs dans ces six pôles de recherche. Il les financera pendant douze ans au maximum.

## Académie pour la relève

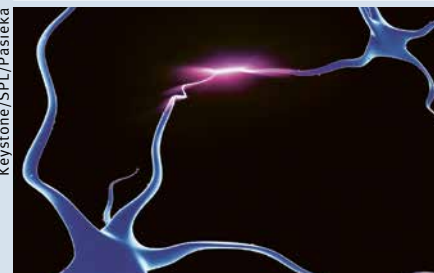
Les Académies suisses des sciences ont fondé, à fin 2019, la Jeune Académie suisse et intègrent un réseau mondial à succès. Vingt-cinq jeunes chercheuses et chercheurs de Suisse vont maintenant la rejoindre. «Ceux qui ont été choisis pourront ainsi réaliser des projets inter et transdisciplinaires», note Karin Spycher, directrice du secrétariat. Ils reçoivent un financement à hauteur de 30000 francs à cette fin. Vingt-cinq nouveaux talents seront sélectionnés chaque année. La relève va ainsi à la rencontre du futur.

## Encouragement aux praticiens

Un projet pilote du FNS soutient les professionnelles et professionnels qualifiés désirant revenir dans le milieu académique des hautes écoles spécialisées (HES) ainsi que des hautes écoles pédagogiques (HEP) en tant qu'assistants professeurs. Ou encore les professeures et professeurs ayant une expérience pratique avérée qui ont récemment commencé leur activité dans une HES ou une HEP. Ces subsides, nommés «Practice-to-Science», ont pour objectif

de développer la compétitivité dans les domaines de la recherche orientée vers l'application et s'élèvent à un montant annuel de 200000 francs pour une durée maximale de trois ans.

## L'étincelle Spark a pris



Keystone/SPL/Pasteka

Grand succès pour le premier appel à projets de l'instrument Spark, destiné à promouvoir des idées originales et des approches novatrices: le FNS finance 284 projets pour un total de 27 millions de francs. Trois cent cinquante-quatre chercheuses et chercheurs majoritairement âgés de moins de 40 ans y participeront. L'enveloppe d'origine prévue pour Spark s'élevait à 10 millions de francs. «Vu le nombre de projets extraordinaires, nous ne pouvions faire autrement que d'augmenter le budget», dit Matthias Egger, président du Conseil national de la recherche.

## Lettre ouverte aux éditeurs

Les maisons d'édition Elsevier, Springer Nature et Wiley devraient assurer le libre accès gratuit (open access) à leurs revues scientifiques après six mois, comme l'a exigé le FNS dans une lettre ouverte à ces éditeurs. Le FNS estime en effet qu'il va de soi que les résultats de recherches financées par des fonds étatiques constituent un bien public. C'est pourquoi les scientifiques qu'il soutient doivent accorder le libre accès à leurs articles dans le délai indiqué de six mois. Or, ce n'est pas encore possible dans de nombreuses revues.

## Distorsions de genre?

Le FNS a-t-il désavantagé des chercheuses lors de l'octroi de subventions? Dans le rapport Genre 2019, il analyse plus de 20000 décisions de financement prises entre 2008 et 2018, sans constater de discrimination manifeste, mais d'éventuelles distorsions. Par exemple, les expertises externes attribuent en moyenne des notes inférieures aux demandes déposées par des femmes. Le FNS va maintenant examiner si ces expertises présentent des signes de partialité.

## Lettres de lecteurs

### L'évaluation des risques est perfectible

Le dossier «Attention poisons» (Horizons 123) est d'actualité. Nous devons en effet apprendre à vivre avec l'incertitude liée aux substances chimiques. Mais je ne suis pas d'accord avec Bernd Nowack lorsqu'il dit que «l'évaluation des risques actuelle est une méthode établie que personne ne remet fondamentalement en question» (p. 13). Cette évaluation est simple, voire simpliste. Elle ne prend par exemple pas en compte les effets des mélanges. D'autre part, Michael Siegrist affirme que «tout ce qui est produit par l'homme est perçu comme nettement plus risqué» (p. 21). Ce n'est pas corroboré par l'histoire de la chimie. Dans les années 1950/1960, l'enthousiasme dans l'agriculture était grand. Il a fallu que les scientifiques lancent l'alerte pour que des législations adéquates soient élaborées.  
*Dr Nathalie Chèvre, écotoxicologue, Université de Lausanne*

### L'évaluation des risques est insuffisante

Nous ne partageons pas l'optimisme de Bernd Nowack sur l'évaluation des risques que représentent les produits chimiques (Horizons 123, p. 13). L'autorisation actuelle fait depuis des années l'objet de critiques au niveau international: au lieu de tester les produits chimiques sur les espèces les plus sensibles, on utilise des espèces standards. Les effets des mélanges dans l'environnement ne sont pas répertoriés. Les facteurs de sécurité en vigueur ne sont pas suffisamment étayés par des études. Bernd Nowack décrit l'augmentation de la dose comme «une multiplication des essais», bien que cela soit nécessaire pour établir la relation dose-effet. Il dit aussi qu'il ne faut pas se laisser déstabiliser par les études scientifiques. Pourtant, qui d'autre que les scientifiques devrait y apporter de nouvelles connaissances?

*Dr Kristin Schirmer (Eawag, Dübendorf),  
Dr Marion Junghans et Dr Alexandra Kroll  
(Centre suisse Ecotox, Dübendorf)*

### Les droits de l'homme sans innovations

Le conseiller aux Etats zurichois Ruedi Noser dit que «sans innovations, nous n'avons pas la moindre chance de permettre à tous de vivre dans le respect des droits de l'homme» (Horizons 123, p. 30). Il me faut tout simplement le contredire. Il existe d'innombrables communautés et organisations qui respectent les droits de l'homme depuis des siècles, avant même que ceux-ci aient été définis. Par contre, ce sont précisément les innovations les plus audacieuses qui permettent à des pays tels que la Chine de toujours plus restreindre les droits de leurs

citoyennes et citoyens. J'ai en outre peine à croire que Ruedi Noser accorde une grande valeur aux droits de l'homme. Sinon, il ne se serait probablement pas opposé à l'initiative «Pour des multinationales responsables» au sein du Conseil des Etats.

*Gabriel Anwander, écrivain, Langnau i.E.*

### Artistes dans les arts graphiques autrefois

L'affirmation de Robert Lzicar (Horizons 123, p. 7) selon laquelle, dans les années 1940, la classe professionnelle de graphisme de Bâle se démarquait clairement de l'art m'a irritée. Comme à l'époque il n'existait pas d'académie des beaux-arts, on formait «seulement» des artisans d'art. Les diplômés sont ensuite passés aux beaux-arts ou ont fréquenté des académies à l'étranger. De nombreux artistes suisses affichent un tel parcours. Je suis curieuse de voir comment le groupe de recherche jugera les différentes écoles de design. En tant que diplômée de graphisme à Lucerne en 1987, je suppose qu'auparavant les différences et les mentalités entre les diverses écoles d'arts appliqués suisses étaient plus marquées et qu'à l'ère des hautes écoles spécialisées, elles s'estompent autant au niveau national qu'international.

*Monika Sommerhalder, graphiste, Lucerne*

### Erratum

Dans l'article «Désaccord autour de l'open access» (Horizons 123, p. 22) la «voie verte» n'est pas décrite correctement. Cette variante de l'open access ne définit pas le libre accès à des publications spécialisées après un embargo, mais leur accessibilité sur des sites d'archives en ligne.



### Votre avis nous intéresse!

Vous souhaitez réagir à un article? Nous nous réjouissons de recevoir votre commentaire par courriel à [redaction@revue-horizons.ch](mailto:redaction@revue-horizons.ch) ou sur Twitter [@horizons\\_fr](https://twitter.com/horizons_fr) ou Facebook [@horizonsmagazine](https://www.facebook.com/horizonsmagazine). – Courriers de lecteur au plus tard le 30 juin 2020.

## A propos de nous

*La société est en mutation, tout comme la science et le journalisme. Horizons participe à cette évolution en optant pour un nouveau graphisme dès le mois de juin. La coopération entre les diverses disciplines scientifiques et la transparence croissante des processus de recherche y trouveront aussi une expression plus large. Nous nous réjouissons de cette métamorphose.*

La rédaction

### Horizons

Le magazine suisse de la recherche scientifique paraît quatre fois par an, en français et en allemand. La version en ligne paraît également en anglais. 33e année, n° 124, mars 2020.

[www.revue-horizons.ch](http://www.revue-horizons.ch)  
[redaction@revue-horizons.ch](mailto:redaction@revue-horizons.ch)

[www.facebook.com/horizonsmagazine](https://www.facebook.com/horizonsmagazine)  
[www.twitter.com/horizons\\_fr](https://www.twitter.com/horizons_fr)

L'abonnement est gratuit.  
[www.revue-horizons.ch/abo](http://www.revue-horizons.ch/abo)

### Rédaction

Florian Fisch (ff), codirection  
Judith Hochstrasser (jho), codirection  
Elise Frioud (ef)  
Simon Jäggi (sj)  
Santina Russo (sru)  
Yvonne Vahlensieck (yv)  
Ellen Weigand (ew), édition française

### Graphisme, rédaction photo

2. stock süd netthoovel & gaberthüel,  
Valérie Chételat

### Traduction

Olivier Huether, Magali Züblin

### Correction

Samira Payot

### Rédacteur en chef

Christophe Giovannini (cgi)

### Editeurs

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

Académies suisses des sciences  
Maison des Académies  
Laupenstrasse 7  
Case postale  
CH-3001 Berne  
Tél. 031 306 92 20  
[info@academies-suisse.ch](mailto:info@academies-suisse.ch)

### Le Fonds national suisse (FNS)

encourage sur mandat de la Confédération la recherche dans toutes les disciplines scientifiques. Il investit chaque année environ un milliard de francs dans des projets de recherche. En 2019, plus de 5500 projets étaient en cours, avec la participation de 19 000 chercheuses et chercheurs. Le FNS est ainsi la principale institution de promotion de la recherche du pays.

### Les Académies suisses des sciences

s'engagent sur mandat de la Confédération en faveur d'un dialogue équitable entre la science et la société. Elles représentent la science, chacune dans leur domaine respectif, mais aussi de façon interdisciplinaire. Leur ancrage dans la communauté scientifique leur permet d'avoir accès à l'expertise de quelque 100 000 chercheurs.

### Impression, lithographie et gestion des abonnements

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

### Tirage

16 000 (français), 35 200 (allemand)

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

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

«Une forme complexe  
de communication se cache  
dans la salive des fourmis.»

Adria LeBoeuf page 47

«Faire état de résultats scientifiques  
n'est utile qu'une fois leur véracité  
éprouvée par une série d'études.»

Mike S. Schäfer page 29

«L'air au-dessus de la glace est quasi  
inodore et lorsqu'il n'y a pas de vent,  
il règne un silence total.»

Julia Schmale page 38



En alchimie, les éléments  
étaient désignés par les sym-  
boles énumérés ici.

L'ancienne branche de la  
philosophie de la nature a été  
remplacée par la chimie et  
la pharmacologie modernes  
au cours des XVIIe et XVIIIe  
siècles. Certains alchimistes  
croyaient pouvoir transformer  
les métaux, notamment en or.

Image: Adobe Stock/Yulia Buchatskaya