



ATTENTION POISONS!

Comment gérer les produits chimiques autour de nous

Comment nos biais
influencent nos décisions

34

Jungfraujoch:
un chercheur en altitude

38

Nouveaux éclairages sur
la matière sombre

40

Carrières atypiques:
cinq scientifiques racontent

25

Prendre les molécules pour ce qu'elles sont

Dichlorodiphényltrichloroéthan, α -phtalimido-glutarimide. A eux seuls, ces noms ne semblent rien présager de bon. Ces deux molécules destinées au départ à améliorer notre vie ont, par la suite, été discréditées.

La première, mieux connue sous le nom de DDT, est un insecticide. Elle a contribué pendant la Deuxième Guerre mondiale à endiguer les épidémies de malaria et de typhus. Cette molécule était efficace, bon marché et se passait de sel d'arsenic, un produit fréquemment utilisé mais toxique. Le DDT a valu en 1948 le prix Nobel de médecine au chimiste suisse Paul Müller de l'entreprise Geigy. Il a connu un rapide succès dans le domaine de l'agriculture. Mais en 1962, le livre *Silent Spring* de la biologiste et auteure américaine Rachel Carson lançait l'alerte: le nombre d'oiseaux diminuait notamment dans les régions où l'insecticide était largement employé. Le DDT finit par être interdit, dès 1972 aux Etats-Unis et en Suisse.

La seconde est un somnifère et un calmant puissants. Le thalidomide ne contient pas de bromure, lequel était connu dans le passé pour provoquer de nombreux troubles psychiques. Il fut administré dès 1957 aux femmes enceintes pour atténuer les nausées. Mais le nombre de malformations graves chez les nouveau-nés a grimpé en flèche, jusqu'à ce que le médecin allemand Widukind Lenz fasse le lien avec ce médicament, qui fut retiré du marché allemand en 1961.



L'histoire de ces deux molécules illustre bien le dilemme de la chimie, qui amène à la fois de grands progrès et de grandes souffrances. Même si l'Etat régule ces substances, des erreurs se produisent encore et toujours. L'essentiel est d'en tirer les leçons. Mais la frontière entre bienfaits et risques reste ténue. Par exemple, l'utilisation du DDT et du thalidomide se justifie dans certains cas: l'OMS recommande le premier pour lutter contre les vecteurs du paludisme à l'intérieur des habitations, le principe actif du second combat efficacement la lèpre, le cancer et d'autres maladies.

Florian Fisch, codirecteur de la rédaction

horizons

revue-
horizons.ch
Lisez-nous
en ligne!





Toxic World



Science et politique

10

Nos rapports avec les poisons

La dangerosité d'une substance est-elle déterminée par la loi? Ou plutôt par sa dose? Une histoire de molécules, d'utilité et de méfiance.

- 10 **Portfolio: esthétiques toxiques**
La beauté des poisons et des venins révélée par la photographie.
- 12 **Comment gérer l'inévitable incertitude**
Malgré des centaines d'études sur les produits chimiques, leur toxicité ne peut pas toujours être précisément déterminée.
- 14 **Evaluer la toxicité plus rapidement**
Face au nombre croissant de produits chimiques, des scientifiques inventent de nouvelles approches plus efficaces.
- 17 **Infographie: l'histoire sans fin du glyphosate**
Etudes vs rapports, ONG vs Etats, médias vs tribunaux: le long chemin d'un herbicide dans un débat scientifique et politique.
- 21 **Peurs diffuses sous la loupe**
Pourquoi nos craintes ne sont-elles pas toujours en rapport avec les dangers réels? Réponse du spécialiste Michael Siegrist.

- 24 **La communication au centre**
De nouveaux prix encouragent les scientifiques à aller vers le public.
- 25 **Des carrières à contre-courant**
Cinq scientifiques venus sur le tard à la recherche racontent leur parcours atypique.
- 29 **Lorsque l'open access divise**
Une maison d'édition refuse le passage au libre accès et perd ses responsables.
- 30 **«J'aimerais que Harvard vienne ici»**
La parlementaire Ruedi Noser souhaite de la concurrence entre les universités.

32

Valérie Chételat



Culture et société

32 Blogueuse de la première heure
Contre le mal du pays, l'experte des médias Eszter Hargittai s'est tournée vers le web.

34 Tous racistes? Pas si vite!
Des biais inconscients ne mènent pas forcément à la discrimination.

36 Jeunes, engagés et bien formés
Une sociologue genevoise s'est penchée sur le mouvement pour le climat.

37 Un paradoxe derrière les bulles financières
Les minorités entre solidarité et intégration
Les populistes aiment la démocratie directe

En image

6
Leçons d'art graphique des années 1940

38

Jungfraubahnen



Environnement et technique

38 Un chercheur au sommet
Martin Vollmer traque les gaz à effet de serre depuis le labo de la Jungfrauoch.

40 Faut-il modifier la gravité?
Des physiciens proposent l'impensable: une nouvelle force gravitationnelle.

42 Et voici l'eau numérique
La digitalisation de la distribution d'eau n'est pas sans risque.

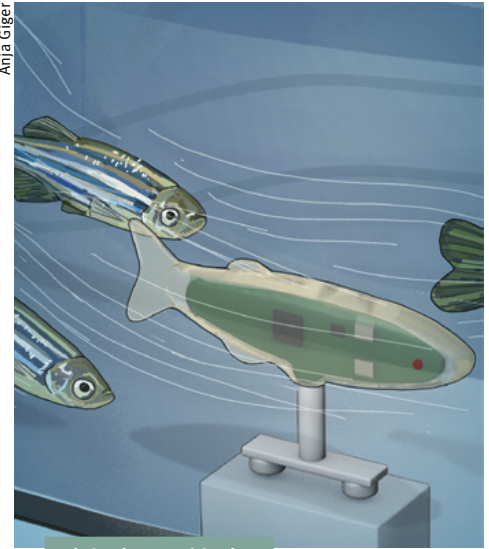
43 Une bague analyse le sang
Des stores solaires intelligents
Mangue virtuelle contre foodwaste

Débat

8
Mesurer l'impact des sciences humaines, bonne ou mauvaise idée?

44

Anja Giger



Biologie et médecine

44 Un robot dans l'aquarium
Pour étudier les animaux sociaux, des petites machines se fondent parmi eux.

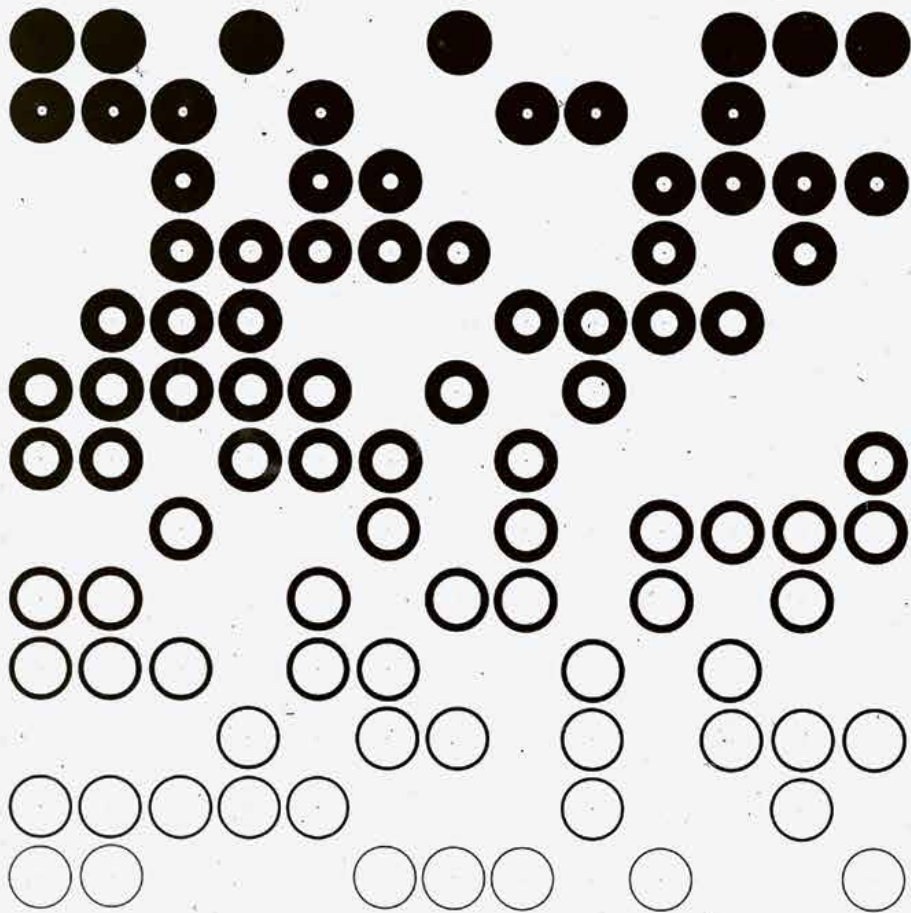
46 Une question d'air
Donner trop d'oxygène aux prématurés peut engendrer de graves séquelles.

47 La monoculture remise en question
Varier les bonnes plantes augmente la productivité des surfaces agricoles.

48 Vacciner, oui, mais pas trop tôt
Dépression et maladies auto-immunes
Les vers profitent au phytoplancton

Comment ça marche?

49
Un laser sélectionne le bon antibiotique



Th. Serroni

Comme des robots

L'intelligence artificielle produit des œuvres parfois perturbantes qui ne semblent pas être dues à des machines. On pourrait s'imaginer que les motifs graphiques ci-contre proviennent d'un jeu vidéo des années 1990 ou d'une analyse de données numériques.

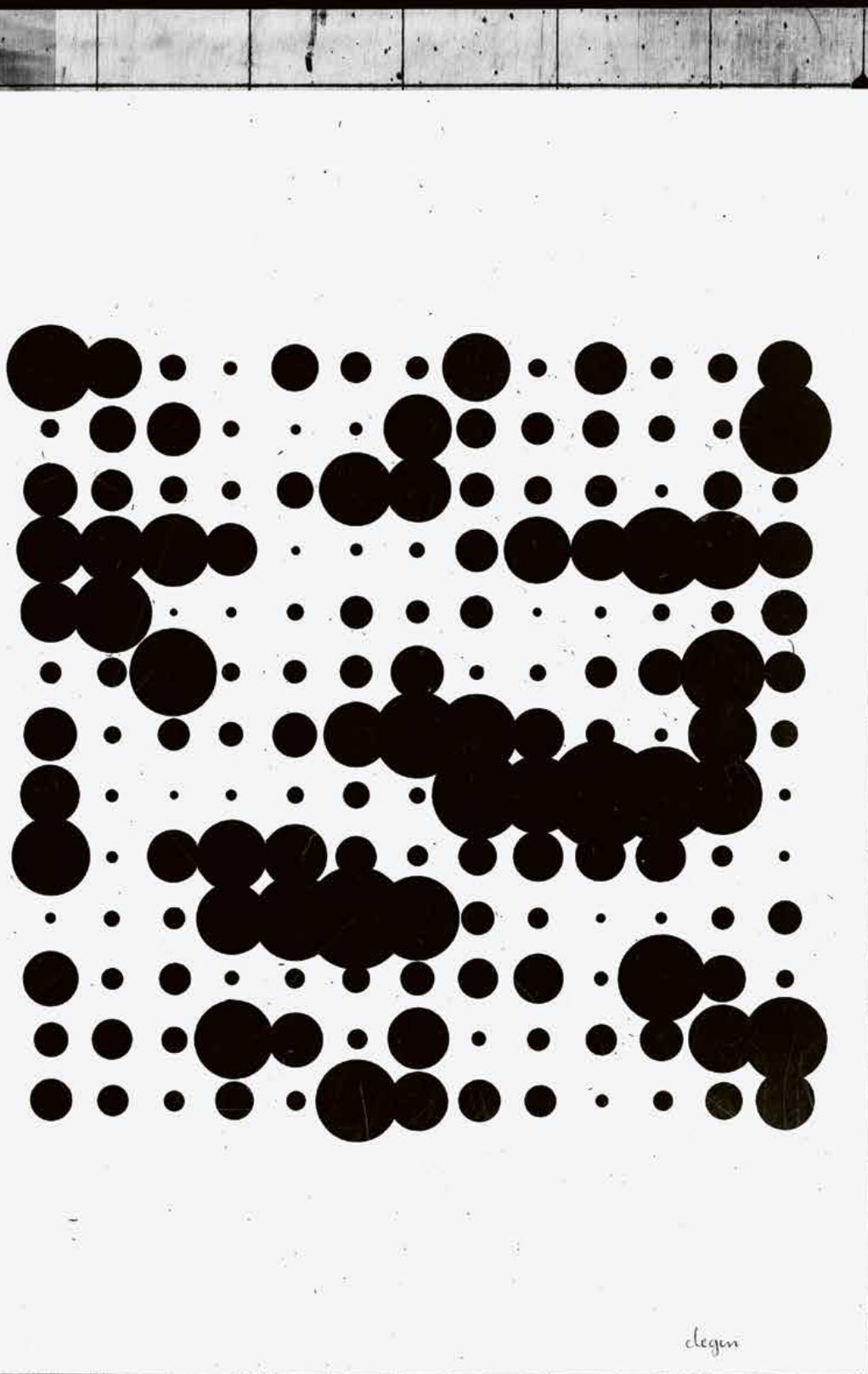
Ni l'un ni l'autre. Ces motifs ont été dessinés au tire-ligne et à l'encre de Chine par des apprentis bien humains qui suivaient une classe de dessin préparatoire à Bâle pour se former aux arts graphiques dans les années 1940. Leur histoire remet en question le mythe de la singularité du design helvétique. L'historienne des arts graphiques Sarah Klein note que ces motifs indiquent un exercice essentiellement technique: «Il existe plusieurs originaux pratiquement identiques qui portent des signatures différentes. Les apprentis ont strictement suivi le modèle d'origine et sans cesse copié les mêmes modèles, à la main.» La chercheuse a découvert ces travaux dans les archives d'Hermann Eidenbenz, qui enseignait les arts graphiques. Elle dit «avoir d'abord été déçue du manque de liberté artistique» dont ils témoignent. Avant de faire de cet aspect le thème de ses recherches.

Robert Lzicar de la Haute école des arts de Berne, qui coordonne ce projet de recherche, sait pourquoi la formation laissait alors si peu de place à la créativité: «On voulait distinguer le graphiste de l'artiste. Il ne pouvait donc pas avoir son propre style. L'uniformisation visée ne laissait pas de place à l'individu. En quelque sorte, on formait des robots humains.» Dans le cadre de ses recherches, Robert Lzicar a rencontré d'anciens apprentis qui ont suivi cette formation. Ils racontent que le moindre trait visible les condamnait à recommencer leur travail. «Avec ces exercices, on s'entraînait spécifiquement à produire comme une machine.»

Des exercices similaires se retrouvaient dans le monde entier, attestant des échanges nourris qui existaient entre les écoles. Ce constat contredit le mythe de l'unicité du design suisse. «Le remettre en question, cela fait aussi partie de notre travail.»

Judith Hochstrasser

Image: Reproduction de deux travaux d'études du cours d'Hermann Eidenbenz de l'École professionnelle générale de Bâle vers 1941. © Mathias Eidenbenz





Oui,
répond Christian Suter,
professeur de sociologie.

Faut-il mesurer l'impact des sciences humaines et sociales?

Les impacts sociétaux de la recherche sont de plus en plus évalués. Les sciences humaines doivent-elles se prêter au jeu pour souligner ainsi leur valeur?



Non,
répond Ellen Hertz, professeure
d'anthropologie.

Bilder: Valérie Chételat

Aucune faveur! Les sciences humaines et sociales (SHS) doivent être traitées de la même manière que les sciences naturelles et techniques, avec lesquelles elles se trouvent en concurrence de manière explicite ou implicite. Refuser de mesurer leur impact sur la société pourrait donner l'impression qu'elles n'en ont pas. Bien au contraire, leur impact est considérable. Car mettre en œuvre à bon escient les nouvelles connaissances dans la société doit se faire en s'appuyant sur des interprétations conceptuelles et critiques. Les évaluations basées sur des faits et des données peuvent rendre visible cet apport des SHS et le documenter systématiquement.

L'importance des indicateurs d'impact quantitatifs a fortement augmenté au cours des dernières années dans la politique et dans l'administration, mais également dans les entreprises et les ONG. Cette évolution résulte notamment de l'inscription dans la Constitution fédérale en 1999 de l'article 170 sur l'évaluation de l'efficacité des affaires publiques, à laquelle s'est ajoutée l'exigence de la société d'une transparence plus grande. Le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) réalise régulièrement des analyses d'efficacité basées sur des données dans le domaine de la science et de la recherche, comme sur l'impact sur la

société des programmes de recherche du FNS. Ces analyses reposent sur des sources de données de plus en plus vastes - on pense au big data - ainsi que sur de nouvelles méthodes.

«Refuser de mesurer leur impact sur la société pourrait donner l'impression qu'elles n'en ont pas.»

Les résultats des recherches en sciences humaines et sociales concernent particulièrement le public et les différents groupes d'intérêt de la société. L'une de leurs missions est de fournir à ces audiences des connaissances utiles pour s'orienter. En d'autres termes, elles doivent leur permettre de développer une compréhension critique et approfondie des évolutions sociales, culturelles, économiques et politiques. La littérature scientifique montre que les chercheurs de ces disciplines jugent en général leur influence sur la société comme étant plus importante que celle de leurs confrères des sciences naturelles et techniques. Il est donc d'autant plus important de la mesurer et de la démontrer par des faits et des chiffres.

Il est compréhensible de vouloir mesurer l'impact social de la recherche dans le domaine des sciences humaines et sociales (SHS). La quantification est essentielle dans l'action politique, malgré ses distorsions, simplifications et biais bien connus. Ces disciplines doivent s'y soumettre si elles veulent gagner en transparence et en visibilité, dit-on, mais cet argument est erroné pour trois raisons.

Premièrement, on ne sait simplement pas comment quantifier de manière sensée l'impact social de ces disciplines. Leurs modes d'interaction avec la société sont trop variés pour être réduits à des indicateurs normalisés. Le projet «Performances de la recherche en sciences humaines et sociales» financé par Swissuniversities a conclu que leur impact scientifique ne pouvait être appréhendé qu'au moyen de normes spécifiques à chaque discipline et déterminées par les pairs, et dans lesquelles la quantification doit être secondaire. Ces conclusions devraient sous-tendre également l'évaluation de leur impact sociétal.

Deuxièmement, les mesures quantitatives encourageant une approche biaisée du rôle des SHS dans la société démocratique. Mesurer un impact présuppose qu'il s'agit d'une force positive, que plus le nombre de gens touchés par nos recherches est élevé,

mieux c'est. Cette logique de marketing de masse nous détourne de questions plus importantes: le genre d'impact désiré, sur qui il agit et pour qui? On risque ainsi de remplacer le débat démocratique sur les résultats de nos recherches par un concours de popularité basé sur le nombre de likes.

«L'avenir des sciences sociales et humaines réside dans plus de démocratie, pas dans plus de technocratie.»

Troisièmement, mesurer l'impact sur la société ne permet pas d'aborder le problème sous-jacent de la réponse à donner aux appels, légitimes, à rendre compte de l'utilisation des fonds publics. Substituer à cette discussion générale sur les responsabilités des techniques comptables complexes ne lèvera pas les doutes dans les esprits des personnes qui remettent en question la valeur de la recherche scientifique. La méfiance populaire à l'égard de la science reflète des craintes d'élitisme, d'hyperspécialisation et de formes d'exclusion par l'expertise. Vouloir répondre à ces préoccupations au moyen d'outils de quantification toujours plus sophistiqués et

Les indicateurs d'efficacité usuels reposent souvent sur des décomptes isolés et simplistes qui ne reflètent pas la complexité du phénomène à évaluer, dans notre cas: l'impact de la science sur la société. Mais développer des procédés de mesure différenciés constitue l'une des compétences clés des sciences humaines et sociales, en particulier pour aborder des phénomènes complexes comme l'identité culturelle, l'intégration sociale, l'innovation ou justement l'impact sur la société. Il est nécessaire de clarifier au préalable les concepts fondamentaux. Ce n'est qu'ainsi que l'on peut différencier, en toute transparence, les aspects mesurables de l'effet sur la société de ceux qui ne le sont pas. Un tel concept explicite définit quelle influence concrète doit être produite auprès de quels groupes cibles de la société. Cette approche permet de créer la base d'indicateurs fiables et précis qui montrent de manière factuelle l'impact indiscutable des sciences humaines et sociales.

Christian Suter dirige l'Institut de sociologie de l'Université de Neuchâtel. Il est membre du Conseil scientifique du Centre de compétences suisse en sciences sociales (FORS).

difficilement saisissables ne profite ni à la science, ni à la société.

Au contraire, nous devons encourager une sensibilisation du public aux enjeux des SHS en favorisant des échanges avec la société civile et les décideurs. La Suisse est bien placée pour le faire, notamment grâce à son système d'enseignement tertiaire solide qui facilite la discussion avec les acteurs locaux sur les problèmes qui les concernent. Notre priorité devrait être de suivre ces échanges à l'aide d'études qualitatives soulignant les nombreuses contributions des sciences sociales et humaines dans les débats publics. L'évaluation quantitative pourrait s'avérer parfois utile dans ce processus, mais dans un rôle de soutien et non de premier plan. L'avenir des sciences sociales et humaines réside dans plus de démocratie, pas dans plus de technocratie.

Ellen Hertz est professeure d'anthropologie à l'Université de Neuchâtel et présidente de la Société suisse d'anthropologie.

Mortelle beauté

Les poisons ont du charme, comme le montre cette série de photos. Les photos du lac Natron au nord de la Tanzanie sont impressionnantes mais oppressantes. Peu d'êtres vivants résistent à sa concentration en sel et à son milieu fortement alcalin. Parmi les exceptions: les flamants roses ainsi que des cyanobactéries qui donnent à l'eau sa couleur rouge.



Défi: gérer la prolifération des poisons

La nature et l'industrie produisent d'innombrables substances toxiques. Il est impossible d'analyser chacune d'entre elles et de déterminer une fois pour toutes quelle dose est inoffensive. Comment la science et la politique se positionnent face à cette incertitude.

Produits chimiques: apprendre à vivre dans l'incertitude

«Seule la dose fait qu'une chose est un poison», disait le médecin Paracelse au XVI^e siècle. Mais est-il vraiment possible de déterminer un seuil avec exactitude? Voici comment la science gère cette incertitude.

Par Yvonne Vahlensieck

C'est «sans doute la substance la plus étudiée au monde», écrit l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) à propos du bisphénol A ou BPA, ce composé chimique trouvé dans d'innombrables produits en plastique. On le soupçonne depuis des décennies de modifier l'équilibre hormonal et d'entraîner de graves atteintes à la santé telles que la stérilité et l'obésité. La preuve de sa présence dans les biberons et les lolettes a provoqué un émoi particulier.

L'OFSP se montre rassurant: «Selon les connaissances actuelles, le bisphénol A ne présente pas de risque pour la santé, car l'exposition de la population est trop faible pour être dangereuse.» Les autorités continuent cependant à prendre des mesures pour réduire l'utilisation du BPA et, depuis 2017, l'interdisent dans les biberons. Malgré tous les efforts consacrés à cette question, malgré des centaines d'études scientifiques, on ne sait toutefois toujours pas vraiment à quel point cette substance est dangereuse. Et qu'en est-il de tous les autres produits chimiques d'usage quotidien bien moins étudiés et donc moins connus que lui?

Deux cents millions de substances

En principe, tout est réglementé de manière très précise: dans l'Union européenne, tout producteur voulant mettre en circulation une substance chimique dans une quantité dépassant la tonne doit fournir un dossier sur ses propriétés dangereuses. Pour des quantités supérieures à 10 tonnes, il doit également fournir une évaluation des risques et indiquer dans quelle mesure et à partir de quelle quantité la substance présente un risque d'intoxication, de troubles du développement ou de cancer. La manière et les circonstances dans lesquelles les gens entrent en contact avec cette substance doivent aussi être prises en considération. En Suisse, la législation sur les produits chimiques s'aligne étroitement sur le règlement de l'UE nommé REACH, entré en vigueur en

2007 (voir encadré: «Un règlement européen strict mais critiqué»).

Quelque 22 000 substances ont été à ce jour enregistrées auprès de l'Agence européenne des produits chimiques. Mais beaucoup se demandent si le système est à la hauteur du défi. L'évaluation complète des risques est très exigeante, et le nombre de nouvelles substances ne cesse d'augmenter: la banque de données Pubchem en répertorie plus de 230 millions. La plupart d'entre elles n'ont jamais été testées ou du moins pas selon les normes actuelles parce qu'elles sont employées en petites quantités. «Il n'est pas du tout réaliste de faire une évaluation approfondie et de fixer un seuil précis pour chaque substance existante», déclare

Comment évaluer les perturbateurs endocriniens?

De nombreux produits chimiques interagissent avec le système hormonal et peuvent engendrer des problèmes de santé et du développement. Mais peut-on vraiment déterminer une dose sûre pour ces perturbateurs endocriniens? La réponse divise les spécialistes depuis de nombreuses années.

Les tests toxicologiques usuels partent du principe que les effets augmentent avec les doses. En conséquence, il existe un seuil en deçà duquel une substance est inoffensive. Mais des scientifiques objectent que ce principe ne s'applique pas aux perturbateurs endocriniens: en raison des interactions biologiques, une dose faible peut parfois avoir un effet plus important qu'une dose élevée. Deuxième point: les perturbations du système endocrinien ne se manifestent souvent que plus tard dans la vie, ce dont les évaluations des risques ne tiendraient pas compte. Les partisans de l'approche toxicologique critiquent pour leur part le fait que ces résultats ne proviennent que de cultures cellulaires et de modèles animaux. Le débat est loin d'être clos.

Juliane Hollender, chimiste de l'environnement à l'institut fédéral de recherche sur l'eau Eawag.

L'analyse quotidienne d'échantillons d'eau prélevés dans le Rhin près de Bâle a révélé des centaines de substances dont personne ne soupçonnait jusqu'à aujourd'hui la présence dans l'eau et qui pourraient être toxiques. Le fleuve a charrié en 2014 au moins 25 tonnes de substances chimiques non testées. Même constat pour les pots de yogourts en plastique: plus de 1000 substances inconnues, dont un bon nombre toxiques lors de tests en laboratoire, y ont été mises en évidence dans une étude de l'Université Goethe de Francfort publiée en août 2019. Les gobelets en PVC et en PLA biodégradable ont obtenu les moins bons résultats, alors que ceux en PET n'ont montré pratiquement aucune toxicité. L'origine de telles substances inconnues se trouve probablement dans la dégradation de produits chimiques connus, ou encore dans des impuretés ou des sous-produits du processus de fabrication.

«Il n'est pas du tout réaliste de faire une évaluation approfondie pour chaque substance existante.»

Juliane Hollender

Le système est tout simplement dépassé par le nombre même de substances. Et a d'autres faiblesses, selon Juliane Hollender: «Les tests toxicologiques constituent de bons instruments pour mesurer certains effets déterminés, mais il est évidemment très difficile de couvrir l'éventail entier des conséquences possibles sur la santé.» On n'étudie notamment pas les interactions entre différents produits (l'effet cocktail), alors que les effets à long terme sont mal connus. Que se passe-t-il quand des quantités de substances chimiques s'accumulent dans le corps durant toute une vie? Les spécialistes se disputent d'ailleurs âprement sur la pertinence de fixer des valeurs limites pour des produits tels que le bisphénol A qui perturbent des processus biologiques aussi complexes que le système hormonal (voir encadré: «Comment évaluer les perturbateurs endocriniens?»).

Bernd Nowack voit la situation différemment. Pour le chimiste de l'environnement de l'Empa, le laboratoire fédéral de recherche sur les matériaux, il n'y a aucune raison de paniquer: «L'évaluation des risques actuelle est une méthode établie que personne ne remet fondamentalement en question.» Il ne faut pas se

laisser déstabiliser par les études scientifiques, poursuit-il: les chercheurs multiplient souvent les essais en augmentant les doses jusqu'à produire un effet, comme avec les microplastiques. Mais «cela n'a pas grand-chose à voir avec une évaluation des risques». Même les scientifiques éprouveraient souvent des difficultés à différencier la dangerosité d'une substance (sa toxicité) du risque qu'elle représente et qui dépend notamment de l'exposition de chacun à son égard.

Des alternatives moins risquées

La Suisse est bien armée face à ces questions, selon Martin Schiess, responsable de la division Protection de l'air et produits chimiques à l'Office fédéral de l'environnement: «Nous disposons d'une législation moderne qui est continuellement adaptée aux dernières évolutions de la science.» Il reconnaît toutefois que pour certaines substances les méthodes conventionnelles ne permettent pas de fixer de valeurs limites, parce qu'elles s'accumulent dans le corps, agissent comme des hormones ou sont fortement cancérigènes. C'est pourquoi il faudrait les remplacer progressivement par des alternatives présentant moins de risques. Les gens peuvent y contribuer par leurs choix d'achat.

Il ne suffit cependant pas d'agir au niveau individuel, estime l'éthicienne de l'environnement Anna Deplazes Zemp de l'Université de Zurich: «L'homme a une responsabilité à l'égard de la nature. Il faut remettre en question notre conception du progrès et nous orienter dans une autre direction.» Dans le cas de la chimie, cela signifierait par exemple d'arrêter de définir le progrès uniquement en termes

de rendement et de performance, mais d'y réfléchir également en termes de durabilité et de dégradabilité. «Certaines personnes disent qu'il faut maintenant tirer un trait et cesser tout développement technique. Mais avec un arrêt total, on renonce à la possibilité de développements positifs.»

Juliane Hollender dit ne pas pouvoir envisager de solution aussi radicale: «Il est illusoire de renoncer à tous les produits chimiques parce que la chimie nous a également apporté beaucoup de bonnes choses. Nous devons simplement nous efforcer d'en faire bon usage. Mais, en fin de compte, la sécurité absolue n'existe pas.»

Yvonne Vahlensieck est journaliste scientifique et vit dans la région de Bâle.

Un règlement européen strict mais critiqué

Il est considéré comme l'un des plus complexes de l'UE: le règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des substances chimiques (REACH). Depuis 2007, ce ne sont plus les autorités qui sont responsables d'évaluer les risques d'un produit, mais les producteurs et les importateurs. Le principe est simple: «Pas de données, pas de marché.»

Toute nouvelle substance chimique dont l'exploitation dépasse une tonne doit être enregistrée dans la base de données REACH – plus la quantité est grande, plus les données sur les risques pour les humains et pour l'environnement doivent être complètes. Les produits chimiques plus anciens ont été progressivement enregistrés jusqu'en 2018. Des évaluations spécifiques sont effectuées

pour les substances particulièrement préoccupantes.

L'ordonnance a beau être stricte et moderne, elle est critiquée. Par exemple, seul un échantillon de 5% des dossiers est examiné de près. Il manquait des données et des tests importants dans au moins un tiers des dossiers de substances utilisées en grande quantité, et cela sans conséquences notables pour les producteurs, selon une étude de l'Office allemand d'évaluation des risques publiée en 2018. Organisations de protection des animaux et scientifiques dénoncent le nombre élevé d'expériences sur les animaux généré par les exigences de REACH – alors même que les producteurs de substances semblables sont tenus de partager entre eux les résultats de leurs expériences.

Plus rapide et plus fiable

Analyser toutes les substances synthétiques se retrouvant dans l'environnement n'est pas possible en pratique. Trois groupes de recherche suisses développent des approches entièrement nouvelles pour accélérer les tests.

Texte: Yvonne Vahlensieck; illustrations: Ikilo

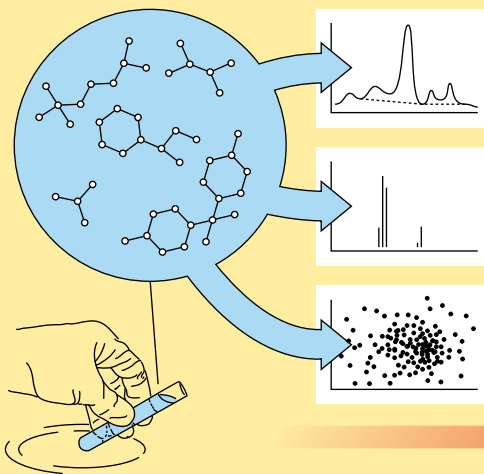
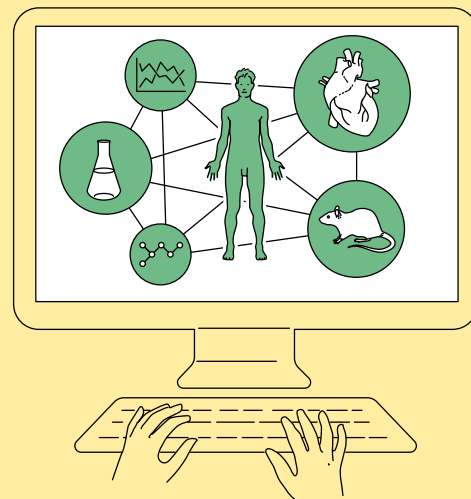
SIMULATION TOUT RÉUNIR DANS UN ORDINATEUR

Shana Sturla, ETH Zurich

Problème: les tests toxicologiques fonctionnent actuellement comme une boîte noire: on mesure ce qui en sort, mais pas ce qui se passe dans l'intervalle.

Solution: l'équipe zurichoise analyse au niveau moléculaire les points d'attaque des substances chimiques. Elle insère les résultats de nombreuses expériences

dans des modèles informatiques afin de couvrir l'intégralité des interactions possibles. «Si nous comprenons comment les produits chimiques interfèrent dans les processus biologiques, nous pourrions peut-être prédire leur toxicité sans recourir à des essais sur les animaux», déclare Shana Sturla.



RECENSEMENT DES MOLÉCULES LE RUISSEAU PASSE À TRAVERS L'APPAREIL DE MESURE

Juliane Hollender, Eawag

Problème: on ne sait pas quels produits chimiques se trouvent dans les eaux, car seul un nombre limité de substances est surveillé.

Solution: la chimiste Juliane Hollender cherche à détecter toutes les substances présentes dans un échantillon d'eau en combinant différentes techniques d'analyse, notamment la spectrométrie

de masse et la chromatographie. De grandes bases de données disponibles sur internet permettent ensuite d'identifier de nombreuses molécules. «Nous disposons ainsi d'une image plus précise de l'ensemble des produits présents», dit-elle. Et parfois les propriétés des substances donnent une idée de leur toxicité.

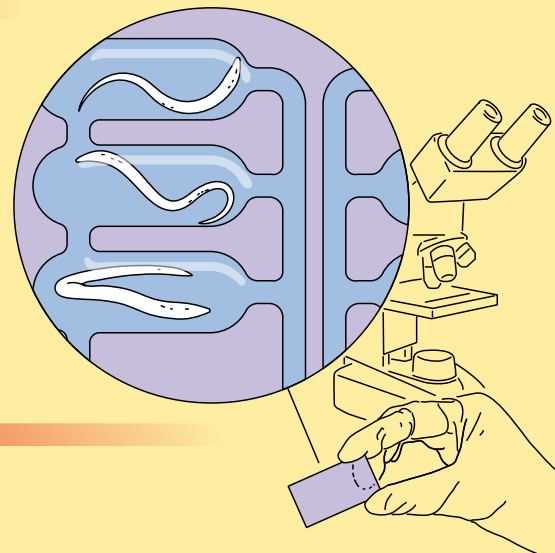
WORM-ON-A-CHIP LES VERS PLUS EFFICACES QUE LES SOURIS

Matteo Cornaglia, Nagi Bioscience, Lausanne

Problème: tester toutes les nouvelles substances requiert de l'argent, du temps et de nombreux rongeurs de labo.

Solution: le nématode *Caenorhabditis elegans*, un ver d'un millimètre, est un organisme modèle bien connu qui fonctionne à de nombreux égards comme l'être humain. La spin-off de l'EPFL Nagi

Bioscience a développé une procédure efficace d'essais toxicologiques sur ces vers. Contrairement aux tests faits sur les cultures cellulaires, ils livrent des informations sur les effets d'une substance sur l'organisme entier. «Nous pouvons ainsi constater les effets d'un produit chimique sur toute la vie d'un individu, celle du ver se résumant à deux semaines», explique le directeur Matteo Cornaglia.





Raimond Spekking/CC BY-SA 4.0 (via Wikimedia Commons)

Un matériau miracle – du moins dans le passé: **l'amiante bleu** est une roche de silicate inoffensive et résistante au feu qu'on peut tisser. Mais les longues fibres s'accrochent dans les tissus pulmonaires. Cela déclenche une inflammation chronique pouvant mener au cancer.

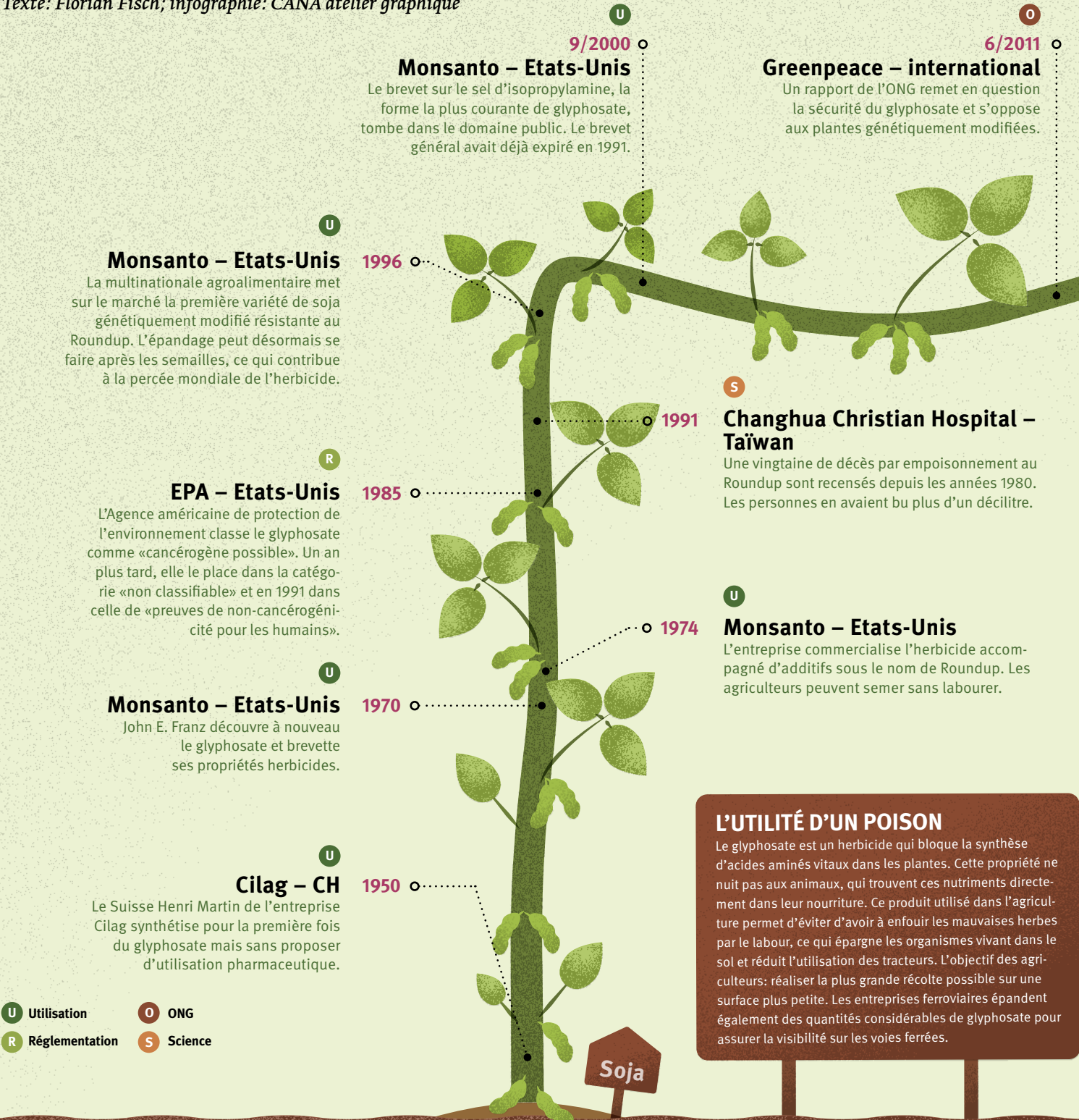
La microscopie électronique à balayage révèle toute la beauté des sporophores, les organes reproducteurs, de la **moisissure** *Aspergillus niger*. Ce champignon à la fois pathogène et toxique produit l'une des substances les plus cancérigènes: l'aflatoxine.



Glyphosate: un chassé-croisé d'études et d'avis officiels

Autrefois considéré comme le produit idéal contre les mauvaises herbes, un nombre croissant d'indices accuse aujourd'hui le glyphosate d'être cancérogène. Plongée dans une jungle de positions variées.

Texte: Florian Fisch; infographie: CANA atelier graphique



- U Utilisation
- R Réglementation
- O ONG
- S Science

L'UTILITÉ D'UN POISON

Le glyphosate est un herbicide qui bloque la synthèse d'acides aminés vitaux dans les plantes. Cette propriété ne nuit pas aux animaux, qui trouvent ces nutriments directement dans leur nourriture. Ce produit utilisé dans l'agriculture permet d'éviter d'avoir à enfouir les mauvaises herbes par le labour, ce qui épargne les organismes vivant dans le sol et réduit l'utilisation des tracteurs. L'objectif des agriculteurs: réaliser la plus grande récolte possible sur une surface plus petite. Les entreprises ferroviaires épandent également des quantités considérables de glyphosate pour assurer la visibilité sur les voies ferrées.

S

7.6.2012

Exponent Inc. – Etats-Unis

La société de conseil publie dans une revue scientifique une étude de synthèse qui ne trouve pas de lien entre l'exposition au glyphosate et le cancer.

R

20.3.2015

OMS – international

L'Organisation mondiale de la santé classe le glyphosate dans la catégorie 2 des «cancérogènes probables», qui comprend par exemple la viande rouge. L'expertise de l'OMS se base sur un millier d'études. Pour la première fois, une autorité déclare que le glyphosate présente un danger, ce qui aura une influence fondamentale sur les débats.

P

5.5.2015

Conseil national – Suisse

Une motion exige l'interdiction du glyphosate en Suisse. Le Conseil fédéral recommande son rejet. Elle est retirée deux ans plus tard.

R

12.11.2015

EFSA – Union européenne

L'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) juge «improbable» que le glyphosate soit cancérogène, se basant sur les données publiées en 2014 par l'institut allemand d'évaluation des risques. Les divergences avec l'OMS s'expliqueraient par le fait que cette dernière ne distingue pas le glyphosate pur de ses formulations contenant des additifs, ce que le groupe d'experts de l'OMS réfute.

S

19.9.2012

Université de Caen – France

Gilles-Eric Séralini publie les résultats d'une étude de deux ans sur des rats nourris avec du Roundup et du maïs OGM. La publication déclenche une tempête, est fortement critiquée par la communauté scientifique, retirée par la revue, puis republiée plus tard ailleurs.

R

20.1.2014

BFR – Allemagne

Après avoir examiné plus de mille études, l'Institut allemand d'évaluation des risques (BFR) déclare ne pas avoir trouvé d'indications que la substance serait plus nocive que ce qui était supposé jusqu'alors.

U

2014

Agriculture – international

Plus de 800 000 tonnes de glyphosate sont utilisées cette année-là essentiellement dans les champs, selon une estimation. C'est le pesticide le plus employé au monde.



- U Utilisation
- R Réglementation
- O ONG
- S Science
- P Politique
- J Justice

O

**18.4.2017
Greenpeace – Pays-Bas**

L'ONG organise un procès symbolique à La Haye. Le «Tribunal Monsanto» déclare la multinationale agrochimique coupable de crimes contre l'humanité et l'environnement.

O

**1.7.2017
Le Monde – France**

Le quotidien publie une analyse des «Monsanto Papers» – plus de 140 courriels rendus publics dans le cadre d'une procédure juridique aux Etats-Unis. Il montre comment Monsanto tente de faire pression sur l'OMS et pratique le ghostwriting en rédigeant des manuscrits signés par des chercheurs universitaires.

P

**24.10.2017
Parlement – Union européenne**

Les députés exigent une interdiction de l'herbicide pour la fin de 2022.

R

**24.11.2017
OFEV – Suisse**

L'Office fédéral de l'environnement propose de modifier les valeurs limites des produits chimiques dans les eaux: elles ne doivent plus les traiter tous de la même façon mais refléter leur nocivité spécifique. Elles se durcissent pour la plupart des substances, mais pas pour d'autres, dont le glyphosate. La consultation se déroule jusqu'en mars 2018.

P

**27.11.2017
Commission – Union européenne**

La Commission européenne autorise l'herbicide pour cinq ans de plus.

R

**5.12.2017
OFAG – Suisse**

L'Office fédéral de l'agriculture confirme que le glyphosate continuera d'être autorisé en Suisse. Il s'appuie sur l'évaluation toxicologique de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. Ce dernier siège dans les comités d'experts de l'EFSA, de l'Agence européenne des produits chimiques et du Joint Meeting on Pesticide Residues de l'OMS, et s'est basé sur les études soumises par Monsanto.

S

**30.9.2016
Plusieurs universités – international**

Une synthèse de onze études ne trouve pas de corrélation entre l'exposition de travailleurs agricoles et le lymphome, un cancer du système lymphatique. Mais trois ans plus tard, une étude similaire parvient à une conclusion différente.

S

10.2.2019

Plusieurs universités – Etats-Unis

Une méta-analyse de six études sur des travailleurs agricoles exposés au glyphosate conclut qu'ils ont un risque accru de 40% de développer un cancer de la lymphome. Elle ne cite pas une étude similaire qui trois ans plus tôt était parvenue à la conclusion opposée.

R

18.12.2017

EPA – Etats-Unis

L'Agence américaine de protection de l'environnement classe le glyphosate comme «probablement pas cancérigène», tout en relevant qu'il est susceptible d'avoir des effets sur les animaux et les plantes. La décision sur un maintien de l'autorisation sera prise en 2019.

J

19.3.2019

Tribunal fédéral de Californie – Etats-Unis

Six jurés tranchent que le glyphosate est responsable du cancer de la lymphome d'Edwin Hardeman, qui a utilisé l'herbicide à titre privé pendant plus de vingt ans. Trois procédures récentes pouvant faire jurisprudence s'achèvent ainsi de manière défavorable pour Monsanto aux Etats-Unis.

P

27.6.2018

Grand Conseil VD – Suisse

Le Conseil d'Etat vaudois doit établir un plan d'action pour renoncer à l'utilisation du glyphosate.

S

1.10.2019

Science – international

La base de données Scopus liste quelque 10 000 publications scientifiques pour le terme «glyphosate».



Les vapeurs de **mercure** peuvent rapidement pénétrer dans l'organisme et rester longtemps dans les tissus adipeux. Elles endommagent les reins, le foie et le système nerveux central.

«Parfois les peurs disparaissent, après une ou deux générations»

Nous craignons des choses sans danger et ignorons les vraies menaces. Spécialiste du comportement des consommateurs, Michael Siegrist décortique nos mécanismes inconscients et plaide pour une communication directe et honnête des risques, surtout lorsqu'ils sont négligeables.

Interview: Atlant Bieri



Valérie Chételat

Ce qui est produit par les humains est perçu comme plus risqué que ce qui vient de la nature, remarque Michael Siegrist.

Les chimistes cantonaux ont trouvé des résidus de pesticides dans l'eau potable consommée par 170 000 Suisses. La nouvelle a suscité en septembre 2019 les commentaires furieux de plus d'un millier de lecteurs de «20 minutes». Pourquoi?

L'eau est considérée comme un produit naturel, non transformé, qui se doit d'être pur. Une contamination choque d'autant plus.

Cette pollution est pourtant si faible qu'elle est sans danger.

Oui, mais les commentaires des lecteurs n'ont pas été rédigés par des toxicologues. Le public occulte complètement l'aspect quantitatif. La réaction est tranchée: c'est tout ou rien. Pour qui n'est pas du métier, il est impossible d'imaginer une pollution qui soit inoffensive.

Cela n'empêche pas les randonneurs de s'abreuver à un ruisseau de montagne potentiellement contaminé par des matières fécales d'animaux sauvages ou par du lisier. Pourquoi n'ont-ils pas peur dans ce cas?

Tout dépend du type de contamination. Les produits chimiques de synthèse sont perçus comme nocifs par essence. Les substances d'origine naturelle sont perçues de manière plus positive.

D'où vient la bonne réputation de la nature?

Dans le monde occidental, la nature est vue comme absolument positive, on le constate avec l'énergie solaire. Il n'y a pratiquement pas d'associations négatives. En outre, de nombreux risques naturels ne sont plus d'actualité aujourd'hui.

Par exemple?

Il y a 150 ans, les gens mouraient d'intoxication alimentaire car ils ne pouvaient éviter les denrées avariées. En Suisse, les dangers naturels faisaient bien plus de victimes qu'aujourd'hui. Nous les avons largement éradiqués depuis. Il est ironique que cette évolution positive ne suscite pas un enthousiasme plus marqué pour la recherche et la technique. Car, en fin de compte, la bonne image de la nature est justement due aux innovations technologiques et aux découvertes scientifiques.

Comment les produits chimiques ont-ils acquis leur mauvaise réputation?

Tout ce qui est produit par l'homme est perçu comme nettement plus risqué. Et les produits de synthèse sont particulièrement mal vus. Les grands accidents de l'industrie chimique comme l'incendie de Schweizerhalle ou la catastrophe de Bhopal en Inde ont marqué les esprits. Nous

avons tendance à nous focaliser sur les événements négatifs et en oublions ce que la chimie nous apporte de bien.

Pourquoi les petits dangers invisibles comme les résidus de pesticides, les radiations ou les additifs dans les aliments nous inquiètent-ils plus que les grands dangers évidents comme circuler en voiture ou fumer?

C'est une question d'utilité. Celui qui fume ou conduit en jouit directement; il est prêt à prendre les risques qui viennent avec. Il en va autrement des pesticides dans l'eau potable. Les consommateurs ne voient pas d'avantage direct. Bénéfice et risque sont dissociés l'un de l'autre. L'agriculteur a besoin des pesticides s'il veut produire des quantités suffisantes pour nourrir la population, mais cet aspect est trop éloigné de la thématique de l'eau potable.

Y a-t-il à l'inverse des dangers invisibles que nous ignorons largement?

Oui, c'est le cas du radon, un gaz qui se forme spontanément dans le sol. Beaucoup de gens ont de la peine à imaginer qu'un risque puisse émaner subitement du sous-sol, de notre terre nourricière. Et la situation est compliquée. L'exposition varie fortement d'une région à l'autre. Pour savoir s'il est nécessaire de réagir, il faut

«Dans les questions de pollution, les gens occultent l'aspect quantitatif.»

effectuer des mesures chez soi, et beaucoup répugnent à le faire. Le problème est donc souvent occulté, même dans des régions où la charge en radon est élevée.

Nos peurs face aux radiations, à la technique génétique et à la chimie semblent s'envoler lorsqu'il s'agit d'applications médicales.

Nous savons depuis longtemps qu'une personne malade ferait tout pour rester en vie plus longtemps. L'instinct de survie nous pousse à tout accepter, à tout avaler et à nous soumettre à tous les traitements proposés.

Mais des personnes en bonne santé consomment allègrement de la vitamine C produite à l'aide de bactéries modifiées génétiquement.

La plupart l'ignorent probablement. Et c'est le bénéfice qui compte, l'idée étant de prévenir la maladie. L'objectif est clair. Concernant les médicaments prescrits sur ordonnance, les gens partent du principe que le médecin ne veut que leur bien. Un patient ne s'intéresse pas vraiment aux risques ou aux effets secondaires de son traitement.

«Les autorités hésitent à dire que quelque chose est inoffensif.»

Les peurs disparaissent-elles parfois?

Oui. Mais souvent, il faut attendre une ou deux générations. Les fours à micro-ondes constituent un bon exemple. Il y a 40 ans, la population était très sceptique quant à leur sécurité. Aujourd'hui, il y en a un dans chaque cuisine, ou presque. La même chose s'est passée avec d'autres technologies. Les premières voitures étaient précédées d'une personne agitant un drapeau, afin d'avertir du danger qui approchait. Plus les objets sont familiers et mieux les risques sont acceptés. On arrête alors de se poser des questions.

Il y a une certaine hystérie lorsqu'une organisation comme l'OMS annonce que la consommation de tel produit alimentaire augmenterait la probabilité de développer telle maladie de 10%. De quoi rester perplexe en tant que consommateur. Comment

communiquer honnêtement les risques sans générer de peur excessive?

J'ai deux conseils: le premier est de comparer avec d'autres risques qui sont déjà connus et acceptés. On peut mettre en rapport l'augmentation de la probabilité de développer un cancer de l'intestin due à la consommation d'une portion de viande transformée avec celle due à un verre de vin. Mon deuxième conseil est de toujours communiquer des risques absolus. Cela ne sert à rien de dire que le risque de décéder du cancer de l'intestin augmente de 10% lorsque je mange chaque jour 20 grammes de viande transformée. Je dois savoir en chiffres absolus combien de personnes développent ce type de cancer. Prenons un exemple hypothétique: il y a une grande différence entre le fait que 10 ou 100 000 personnes meurent d'une cause particulière chaque année, même si un risque relatif additionnel de 50% est le même dans les deux cas. Dans le premier, on passerait de 10 à 15 personnes. Ce risque ne m'inquiéterait pas. Mais 50% de plus de 100 000, cela fait 150 000, et cela devient pour moi important.

Les médias affolent souvent l'opinion en brandissant des problèmes qui sont inoffensifs en réalité. Pourquoi les autorités et les chercheurs ne se font-ils pas mieux entendre?

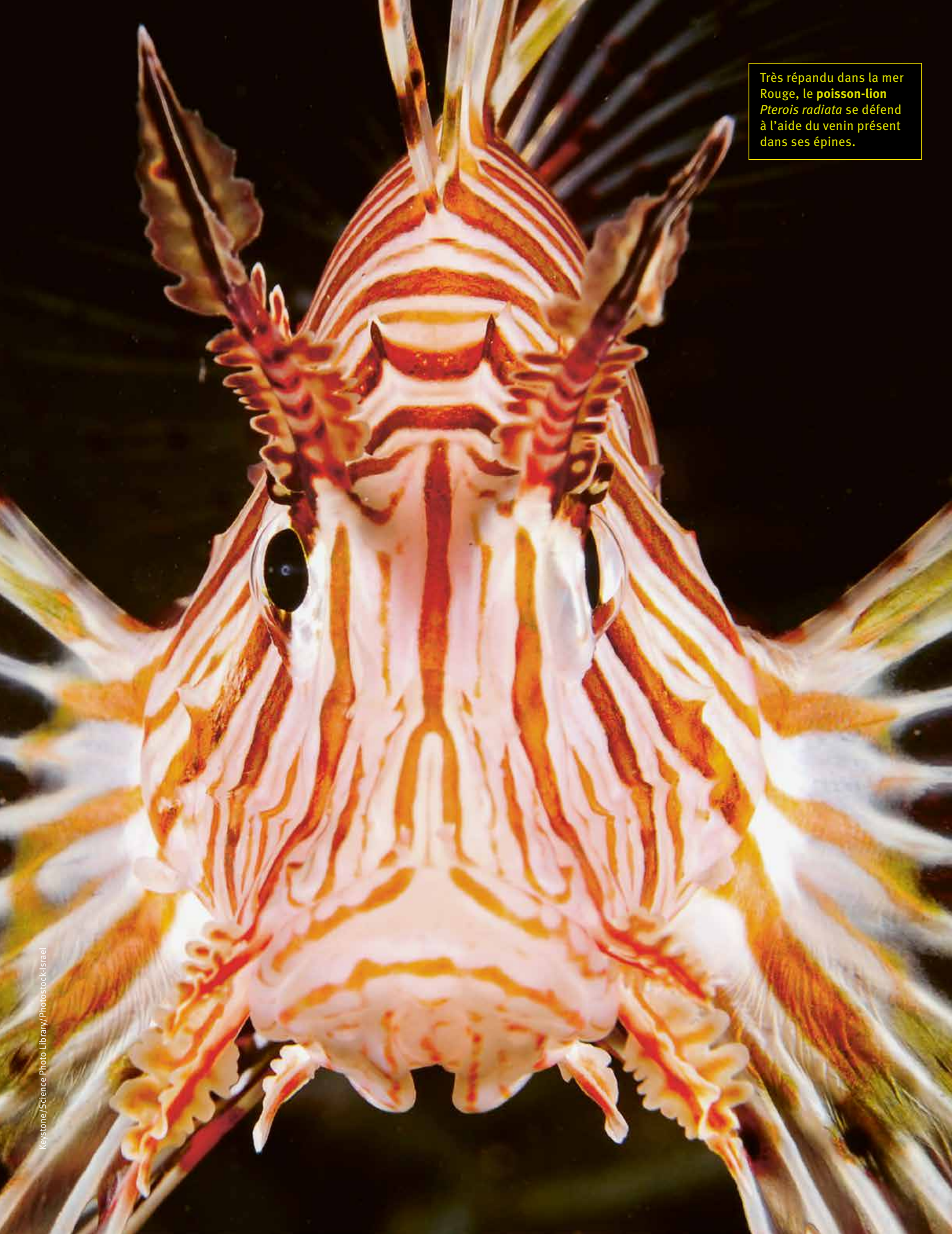
Tant les chercheurs que les autorités hésitent à dire que quelque chose est inoffensif. Personne n'a envie de se voir reprocher d'avoir donné un faux sentiment de sécurité à la population. Mais je suis d'avis qu'ils se retiennent plus que nécessaire. Dans le cas de l'eau potable, on pourrait affirmer avec bonne conscience que sa consommation ne pose actuellement pas de problèmes.

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

Le spécialiste des consommateurs

Michael Siegrist, 54 ans, est professeur à l'ETH Zurich où il étudie le comportement des consommateurs. Il a notamment analysé les raisons de l'aversion pour les plantes modifiées génétiquement, le dégoût provoqué par certaines denrées ainsi que les éléments d'une communication efficace des risques. C'est l'un des experts les plus sollicités sur les questions liées aux choix des consommateurs et de la population. Michael Siegrist a étudié la psychologie, l'économie et la communication de masse. Après un bref passage dans l'économie privée et un séjour de recherche à la Western Washington University, il est revenu à l'Université de Zurich puis à l'ETH Zurich. ff

Très répandu dans la mer Rouge, le **poisson-lion** *Pterois radiata* se défend à l'aide du venin présent dans ses épines.



INTERVIEW

«La communication n'est pas accessoire»

Francesca Palazzi



Le FNS et Swissnex San Francisco décernent depuis 2018 le prix Optimus Agora à un projet de recherche pouvant atteindre un large public. Un prix similaire a été lancé par le Conseil européen de la recherche: l'ERC Public Engagement with Research Award. Commentaires d'Emmanuelle Giacometti, de la commission d'évaluation d'Agora.

Ce nouveau prix indique-t-il que la communauté scientifique a compris l'importance de la communication vers l'extérieur?

Il montre clairement que les choses bougent dans ce domaine. Oui, je pense que les scientifiques ont vraiment saisi l'utilité d'expliquer leurs travaux.

L'ERC se serait-il inspiré du prix Optimus Agora du FNS?

Je n'en ai aucune idée! Mais j'ai été ravie d'apprendre qu'une institution européenne renommée faisait comme nous. Cela montre bien que la communication n'est pas un élément accessoire.

Le prix européen comporte trois catégories: communication avec le public, relations

presse ainsi que médias en ligne et sociaux. Une idée pour Optimus Agora?

Chez nous, c'est essentiellement la communication avec le public qui compte, rarement la collaboration avec des journalistes ou une présence sur les réseaux sociaux.

Optimus Agora parvient-il à renforcer les liens entre la société et la science?

C'est encore trop tôt pour évaluer son impact. Mais je pense que nous parvenons à inciter les scientifiques à se concentrer également sur la communication. Bien entendu, un prix ne suffit pas. La démarche s'inscrit néanmoins dans un effort global vers une science plus ouverte sur la société.

Que reste-t-il à améliorer pour que le discours des scientifiques devienne plus accessible?

C'est une question difficile, car ils sont déjà fortement sous pression. Ils doivent publier et mener des recherches au plus haut niveau. La communication est une activité totalement différente. Les chercheurs doivent avant tout apprendre à collaborer avec les professionnels de la communication. Car ils ont besoin de traducteurs s'ils veulent être compris par un large public. C'est quelque chose qu'il faut sans cesse répéter.

Ils ont souvent avant tout leur propre communauté en tête et veulent montrer qu'ils font tout juste.

Exactement! Mais ce n'est pas le même public cible... On ne peut utiliser les mêmes mots pour être compris. Souvent, les chercheurs oublient à qui ils parlent et leur travail paraît alors inintéressant. Il faut parvenir à communiquer la recherche sous une forme attrayante. *Propos recueillis par Judith Hochstrasser*

EN CHIFFRES

12 000

■ Le nombre de revues scientifiques prédatrices inscrites sur la liste noire de la société Cabells, soit 2000 de plus qu'il y a un an, et trois fois plus que lors de sa création en 2017.

0

■ Nombre de prix Nobel dans les sciences naturelles décernés à une femme en 2019. Sur les 600 prix attribués à ce jour dans ces domaines, seuls 20 ont récompensé les travaux d'une femme. Le nombre de chercheuses nettement plus restreint dans le passé n'est pas suffisant pour expliquer cette situation, selon des analyses faites en 2018 par Liselotte Jauffred de l'Institut Niels Bohr, qui montrent que la probabilité qu'il y ait des préjugés à l'égard des femmes est de 95%.

LA CITATION

«Au lieu de proclamer que «le multivers existe», serait-ce si difficile de dire quelque chose comme «il s'agit d'un concept philosophique certes séduisant, mais hautement spéculatif, controversé, et dont il n'existe aucune preuve?»»

■ Dans le magazine Aeon, l'auteur britannique Jim Baggott exprime ses craintes que la physique théorique ne crée un danger précédent: celui d'une science ne reposant sur aucune base empirique.

NEWS

Peer-review pour preprints

■ La plateforme de preprint Biorxiv pour les sciences de la vie a lancé une expérience en octobre 2019: certaines revues et plateformes offrant des services de peer-review peuvent évaluer de manière ouverte les articles publiés d'auteurs ayant donné leur consentement. Les objectifs sont de rendre le processus d'évaluation par les pairs plus transparent et d'aider les auteurs à améliorer leurs manuscrits avant de les soumettre pour publication à des revues scientifiques.

Les pièges de la statistique

■ La rédaction d'un article scientifique ou son évaluation s'accompagnent de dix erreurs de statistique typiques, selon Tamar Makin et Jean-Jacques Orban de Xivry du University College London. Il manque par exemple un groupe de contrôle approprié, les échantillons sont trop petits ou les paramètres sont adaptés a posteriori (p-hacking).

Des carrières à contre-courant

Les personnes qui se lancent dans la recherche scientifique après un premier métier sont rares. Débuter sur le tard rend la carrière plus difficile, mais l'expérience acquise amène d'autres avantages. Cinq témoignages de changement de cap étonnants.

DE MÉCANICIEN AUTOMOBILE À MÉCANICIEN QUANTIQUE

«Ne pas être professeur ne me dérange pas!»

Robert Thew

52 ans, deux enfants (21 et 28 ans)

Avant: mécanicien auto

Maintenant: physicien quantique à l'Université de Genève

«J'ai grandi en Australie, dans une famille de la classe ouvrière. J'ai quitté l'école à 15 ans pour faire un apprentissage de mécanicien automobile. J'ai joué au football australien dans la première ligue junior et lancé des groupes de rock. A 24 ans, je gérais une équipe dans un garage. Mais il y avait peu de perspectives de carrière et la paie était mauvaise. Je me suis dit: je dois acquérir une meilleure formation. J'ai fait le gymnase pour adultes, puis des études à l'Université du Queensland. Ma partenaire a commencé des études. Nous avons un enfant en bas âge; c'était serré financièrement.

Je n'avais jamais été très doué en maths mais j'ai découvert que j'aimais la physique. J'ai rencontré des spécialistes renommés de l'information quantique. Cela m'a motivé à me lancer. La culture européenne m'attirait et j'ai frappé à la porte de Nicolas Gisin à l'Université de Genève, très connu pour ses travaux en cryptographie quantique. J'avais déjà 33 ans, mais il m'a engagé comme doctorant. Que j'aie beaucoup joué au football australien lui a plu: il y a vu un team player qui s'engage et prend ses responsabilités.

Nous avons tout vendu et acheté un billet simple pour la Suisse. Nous sommes arrivés le samedi; le lundi, notre fils de 10 ans a commencé l'école sans connaître un mot de français. Après mon doctorat, j'ai pu rester à Genève. J'étais soulagé de ne pas devoir redéménager à 38 ans avec la famille pour faire un postdoc à l'étranger.

Cela fait vingt ans que je suis ici. Je mène mes recherches sur l'intrication quantique et coordonne en parallèle des projets, comme notre participation au programme européen Quantum Flagship. C'est un travail que de nombreux scientifiques n'aiment pas faire, mais il me convient. Les gens imaginent souvent que je suis prof. Je ne le suis pas, et cela ne me dérange pas! Enfant, je jouais le même jour au football dans les équipes des 11, 13 et 15 ans. Dans la première j'étais le plus grand, dans la dernière le plus petit. Cela m'a appris deux choses. D'abord, que je suis capable de m'adapter. Ensuite, que dans un team, chacun peut contribuer – quels que soient son âge ou ses talents.» *Daniel Saraga*

«J'ai changé de carrière à plus de 40 ans»

Gabriela Antener

54 ans, un enfant (31 ans)

Avant: pédagogue spécialisée et entrepreneuse

Maintenant: professeure à la Haute école de travail social FNHW

«Mes recherches profitent de mon expérience professionnelle passée. Elle me permet de maintenir un lien étroit avec la pratique – quelque chose de très précieux dans une haute école spécialisée, où il s'agit avant tout de recherche appliquée. Après avoir étudié la pédagogie spécialisée, j'ai décidé de m'engager dans la pratique. J'ai fondé avec des collègues une entreprise de conseil et de formation continue spécialisés dans ce qu'on appelle la communication améliorée et alternative. A l'époque, c'était une discipline nouvelle. Elle s'intéresse aux personnes qu'une maladie ou un handicap empêchent de communiquer normalement.

À LA DÉCOUVERTE DES MONDES INTÉRIEURS

«Il faut tenter de réaliser ses rêves professionnels»

Isabel Hotz

43 ans, deux enfants (16 et 18 ans)

Avant: graphiste

Maintenant: neuroscientifique à l'Université de Zurich

«La recherche, j'en faisais déjà quand j'étais petite fille. Je marquais la coquille des escargots avec des couleurs différentes pour voir si je les rencontrerais à nouveau. L'expérience n'a pas vraiment été un succès, mais elle a éveillé ma passion pour l'observation de la nature. J'ai fait quelques détours pour arriver à mon poste actuel de neuroscientifique, mais tout mon parcours présente d'une manière ou d'une autre un lien avec cette activité.

Je suis entrée dans le monde de la santé avec une formation d'assistante médicale. Mais le quotidien dans un cabinet avec peu de responsabilités ne m'attirait pas. J'ai donc fait une maturité et me suis formée dans le graphisme. J'ai travaillé pendant

huit ans comme graphiste, indépendante ou employée. Cette composante visuelle se retrouve aujourd'hui dans mon travail: j'analyse des clichés d'IRM dans le cadre de ma thèse, que je mène à l'Institut de neuropsychologie de l'Université de Zurich. Ce sont des images du cerveau de personnes âgées mais en bonne santé. On y voit des atteintes dénommées «lacunes silencieuses» et «hyperintensités de la substance blanche». Toutes deux font partie de la catégorie des microangiopathies cérébrales et témoignent d'une modification des vaisseaux sanguins de petit calibre. Je m'intéresse en particulier aux stratégies développées par le cerveau pour compenser ces déficiences, qui sont bien visibles sur les images.

Je suis convaincue qu'il faut tenter de réaliser ses rêves professionnels. Pour ma carrière, le fait que je sois un peu plus âgée a aussi des avantages, en particulier en tant que femme. Lorsque j'ai commencé à étudier, mes deux enfants avaient déjà 7 et 9 ans. Ils sont aujourd'hui assez grands pour qu'il n'y ait pas de problème lorsque mes journées de travail se prolongent. J'aime ce que je fais. Aujourd'hui, il ne reste plus de pays lointains à découvrir. Mais le cerveau représente un univers dans lequel nous pouvons voyager.» *Alexandra Bröhm*



Elles ont des difficultés à s'exprimer avec les outils usuels et ont besoin d'alternatives, comme les gestes ou des instruments de synthèse vocale.

La recherche m'a toujours fascinée. La création des hautes écoles spécialisées m'a offert une chance unique de me lancer. Cela s'est fait sur le tard: j'ai changé de carrière à plus de 40 ans. Mon ancien champ d'activité pratique influence aujourd'hui encore mon travail de scientifique. Ce qui m'intéresse en premier lieu, c'est la manière dont on peut aider les personnes en situation de handicap à participer activement à la vie de tous les jours. Dans un de nos projets, nous examinons comment les autorités communiquent avec elles. Notre but est d'en tirer des recommandations pour mieux impliquer les personnes concernées et pour réduire les obstacles à la communication.

Mon expérience professionnelle antérieure m'apporte un autre avantage: un large réseau de gens actifs sur le terrain. Je reste ainsi au courant de ce qui se passe et des problèmes actuels. J'entretiens aussi ce lien avec la pratique grâce à des projets réalisés en Mongolie. J'y soutiens depuis plusieurs années une ONG en participant à l'élaboration d'offres destinées aux enfants ayant un handicap sévère.» *Alexandra Bröhm*



LE GUIDE DE MONTAGNE PHILOSOPHE

«Mon vécu de guide m'a donné une vision plus globale de la science»

Augustin Fagnière

42 ans, deux enfants (8 et 10 ans)

Avant: guide de montagne

Maintenant: philosophe de l'environnement à l'Université de Lausanne

«J'ai un profil un peu intello. La science, la lecture, l'histoire m'ont toujours passionné. Mais à l'adolescence, le virus de la montagne m'a rattrapé. J'ai grandi entre Lausanne, où j'ai fait ma scolarité, et le Valais, où mon père qui était guide m'emmenait en randonnée. J'ai gravi mes premiers 4000 mètres à 13 ans. J'ai mené en parallèle des études de lettres et passé le brevet de guide de montagne, qui est devenu mon premier métier. Ce qui me plaisait: les paysages magnifiques, mais surtout les relations humaines avec des clients issus de milieux totalement différents. Cela a été très formateur. Gérer un groupe, assumer ses responsabilités,

prendre des décisions délicates. Garder son calme, anticiper.

Après cinq ans, j'ai voulu retrouver le monde des idées. Un ami du gymnase me parlait de ses recherches en océanographie, cela m'a fasciné. Alors j'ai entamé un second master en sciences de l'environnement. La rencontre avec le philosophe Dominique Bourg m'a marqué. J'ai enchaîné avec un doctorat sur nos conceptions de la liberté et leurs influences sur notre rapport avec la nature. J'ai embarqué ma famille à Seattle pour un postdoc de deux ans. Depuis notre retour, je jongle entre recherche et coordination de projets, d'abord pour le think tank Foraus, aujourd'hui pour le nouveau Centre interdisciplinaire de durabilité de l'Université de Lausanne. Mais ma priorité reste de décrocher une place de professeur et des fonds pour mener des recherches.

Je me suis retrouvé en décalage avec les étapes de la carrière académique: un second postdoc à l'étranger était hors de question pour ma famille. Mais mon vécu de guide m'a donné une vision plus globale de la science, sur ses enjeux et sur sa finalité. Pour moi, elle n'est pas isolée, mais doit jouer un rôle actif dans la société. Cela se voit dans mes recherches: je fais de la philosophie, mais de manière très appliquée.» *Daniel Saraga*



LA SANTÉ, DES PIEDS À LA TÊTE

«Contrairement aux autres étudiants, j'étais déjà père de famille»

Christian Burr

46 ans, deux enfants (13 et 17 ans)

Avant: infirmier

Maintenant: chercheur, Centre des sciences infirmières cliniques, Berne

«J'ai commencé deux choses assez tard. D'abord, le mountain bike comme amateur, mais sans trop de succès. Ensuite, ma reconversion professionnelle, cette fois avec succès. J'avais 41 ans lorsque j'ai obtenu mon master en sciences infirmières à la Haute école spécialisée bernoise. J'avais alors une longue expérience d'infirmier et, contrairement à la plupart des autres étudiants, j'étais déjà père de famille. Ma fille était âgée de 8 ans, mon fils de 12. J'ai ensuite eu envie de faire un doctorat en sciences infirmières, une chose presque impossible en Suisse. Mais pas en Allemagne, à l'Université de Vallendar près de Coblenze, qui a une faculté spécialisée dans ce domaine. Elle m'a accepté malgré mon âge et mon master d'une haute école spécialisée, et supervise le doctorat que je mène à Berne.

Au départ, je voulais devenir physiothérapeute, mais cela n'a pas marché pour l'admission, et j'ai fini dans les soins infirmiers. J'ai réalisé une expérience décisive lors d'un stage en psychiatrie. J'ai pensé: waouh, c'est ça que je veux faire! Travailler avec des gens, les yeux dans les yeux! J'ai ensuite fait mon service civil dans le cadre d'un projet de distribution contrôlée d'héroïne. Il s'agissait de ramener progressivement les toxicomanes à une vie plus stable avant de s'occuper de leur dépendance. Depuis, j'ai collaboré à plusieurs publications sur les thèmes de la santé mentale et de la résilience.

Dans le cadre de mon doctorat, je prévois de mener une étude pilote axée sur les gens qui entendent des voix et sur la façon dont ils le vivent au quotidien: ils racontent leurs expériences et leurs efforts pour parvenir à une certaine qualité de vie. Et la mienne? Quand on s'engage de cette façon, la profession devient vite une préoccupation centrale. C'est pourquoi la qualité de la vie de famille est si importante.» *Franca Siegfried*

Désaccords autour de l'open access

Les responsables d'une revue spécialisée en histoire de l'art voulaient passer en libre accès, mais leur maison d'édition a refusé. L'affrontement illustre les difficultés à réaliser la vision de l'open access.

Par Michael Baumann

L'essor de la numérisation et les difficultés de la presse imprimée n'épargnent pas les publications scientifiques. Fondée en 1932 à Berlin, paraissant quatre fois par année, la revue d'histoire de l'art *Zeitschrift für Kunstgeschichte* (ZfK) fait face à des problèmes financiers depuis plusieurs années déjà. Une situation que ses quatre éditeurs n'ont pas cachée à leur maison d'édition, la *Deutscher Kunstverlag*, qui imprime la revue.

Une difficulté en vue: la fondation Rudolf-August Oetker et l'Université de Bielefeld cesseront de soutenir la revue à fin 2019. Ses éditeurs ont donc revu leur concept et ont cherché de nouveaux partenaires. L'Université de Berne s'est dite disposée à soutenir la revue à partir de 2020, mais a posé une condition: le périodique devra être en libre accès. Tous les articles seront disponibles en ligne gratuitement et sans limite dès leur publication, soit la «voie dorée» de l'open access.

Qui peut utiliser le titre?

La maison d'édition allemande s'est d'abord déclarée prête à ce que les articles soient accessibles sur des sites d'archives («voie verte» de l'open access), mais uniquement après une période d'embargo. La voie dorée sans embargo n'aurait pu être introduite qu'à partir de 2021, et avec d'autres conditions, selon Beate Fricke, l'une des éditrices de la revue et professeure d'histoire de l'art médiéval à l'Université de Berne. Il apparut que trouver un terrain d'entente ne serait pas possible. La question du nom de la revue est venue envenimer la situation.

«Nous n'avons pas pris la décision de cesser nos activités de gaieté de cœur.»

Beate Fricke

Pour les éditeurs du magazine, le droit d'utiliser le titre «*Zeitschrift für Kunstgeschichte*» leur appartenait; ils pouvaient continuer à se servir de ce nom, notamment pour une collaboration avec le portail *Arthistoricum.net*. Mais la maison d'édition voyait les choses autrement. La protection des noms étant nettement plus rigoureuse en Allemagne qu'en Suisse, l'affaire menaçait de se muer en une procédure



La revue *Zeitschrift für Kunstgeschichte* ne passera pas en libre accès. Par conséquent, ses responsables lanceront une nouvelle revue. Photo: Valérie Chételat

longue et coûteuse, explique Daniel Hürli- mann, spécialiste du droit de l'information à l'Université de Saint-Gall.

Les responsables de ZfK disent ne pas avoir eu le courage ou les fonds pour s'engager dans une longue dispute. Ils ont par conséquent décidé de cesser leur activité à fin 2019. «Nous n'avons pas pris cette décision de gaieté de cœur, confie Beate Fricke. Nous craignons pour l'avenir d'une revue importante en histoire de l'art.» Il n'a cependant pas été possible de s'entendre sur l'avenir de la revue avec l'éditeur. Le comité d'édition, étoffé de deux personnes, a décidé de lancer en 2020 un nouveau magazine en complet libre accès.

Journal cherche éditeur

Cette revue intitulée «21: Inquiries into Art, History, and the Visual» proposera des articles sur l'histoire de l'art classique ainsi que sur des images, pratiques et phénomènes visuels. Les domaines du film, de la photographie, de la publicité ou des médias sociaux pourraient aussi y être thématiques. Les éditeurs ne se limiteront pas à l'espace anglo-américain et européen, mais traiteront de thèmes mondiaux. Tous les articles seront soumis à une évaluation par les pairs en double aveugle, une

méthode éprouvée. Beate Fricke indique qu'un accent particulier sera mis sur le plurilinguisme dans l'histoire de l'art. Les articles paraîtront en anglais, en allemand, en français et en italien.

La *Deutsche Kunstverlag* dit regretter que la rédaction cesse ses activités. Elle annonce que la revue ZfK sera maintenue: elle paraîtra sous forme écrite et numérique à partir de 2020 et sera gérée par de nouveaux éditeurs, encore inconnus. Une solution en libre accès serait envisageable à titre complémentaire. «La *Deutsche Kunstverlag* est consciente de sa responsabilité à l'égard de la ZfK, l'un des organes essentiels de l'histoire de l'art allemande, déclare Eric Merkel-Sobotta, directeur de la communication du groupe de Gruyter, à laquelle appartient la maison d'édition. La mise en place du nouveau comité éditorial s'effectuera en étroite collaboration avec la communauté de spécialistes de la discipline.» Cette dernière pourrait, bizarrement, profiter de la dispute entre les anciens éditeurs et la maison d'édition, sous la forme d'une offre plus étendue de revues consacrées à leur domaine.

Michael Baumann est journaliste indépendant à Zurich.

«Il faut des scientifiques qui dérangent»

Ruedi Noser souhaite davantage de concurrence entre les hautes écoles du pays. Pour le parlementaire radical, l'innovation permettra de juguler le réchauffement climatique: «Un politicien doit être optimiste.»

Propos recueillis par Judith Hochstrasser

A quand remonte votre dernier entretien avec un scientifique?

Je n'ai pas arrêté de parler avec des scientifiques pendant les débats autour de la loi sur le CO₂. Je ne parviendrais même pas à en dresser la liste. On a le droit de ne pas partager l'opinion d'un chercheur, mais quand on fait de la politique, il faut au moins connaître les faits.

Je me suis assis avec eux au Live Science Center de Zurich pour comprendre ce qui pourrait devenir important en médecine dans les vingt prochaines années. La science fait l'objet de tant de vulgarisations qui promettent le ciel et la terre, on parle même d'immortalité dans la Silicon Valley. J'avais besoin de mettre de l'ordre dans tout ça.

Et vous y êtes parvenu?

Oui, je crois. Nous avons par exemple abordé les progrès du génie génétique. Les mutations créées grâce aux ciseaux génétiques ne seront pas distinguables des produits de l'agriculture conventionnelle. La technologie deviendra si bon marché que n'importe quel gymnase pourra en doter son laboratoire. Dans ces circonstances, la loi actuelle sur le génie génétique n'est plus adaptée.

Ces développements effraient de nombreuses personnes. Vous aussi?

La peur est mauvaise conseillère. Il faut deux choses pour être un politicien: d'abord, aimer les gens. Ensuite, être optimiste. Sinon, on devient très conservateur. Je suis convaincu que nous résoudrons les problèmes actuels.

Vous dites à propos de la réduction des émissions de CO₂ exigée par l'Accord de Paris: davantage de recherche et tout ira bien. Sans que nous n'ayons rien d'autre à faire.

C'est un résumé un peu exagéré... Il est facile de prêcher le renoncement en Suisse: j'ai quelques chemises supplémentaires dans mon armoire et je m'en sortirai encore deux ans sans en acheter de nouvelles. Mais cela vaut tout au plus pour un demi-milliard de personnes. Seule

l'innovation permettra à plus de 8 milliards d'individus de vivre dans la dignité et le respect.

Est-il réaliste selon vous de penser que l'innovation suffira pour nous y mener?

Nous n'avons pas le choix. Sans innovations techniques, nous n'avons pas la moindre chance de permettre à tous les habitants de la Terre de vivre selon les principes énoncés par la Déclaration des droits de l'homme. Il y a actuellement un paradoxe: d'un côté nous voulons être une société multiculturelle et résoudre les problèmes de manière globale, mais de l'autre nous devrions désormais renoncer à nous rendre visite les uns les autres. Cela ne marche pas. Je trouve bien que nous soyons ouverts sur le monde et cosmopolites. Cela nous fournit une base pour résoudre les problèmes ensemble.

«Il n'y a pas assez de remise en question dans les débats parlementaires.»

Un exemple de solution technique novatrice qui vous impressionne?

Celle de Climeworks, une start-up qui capture le CO₂ dans l'air et le rend utilisable dans certains secteurs. De nombreux autres projets de recherche passionnants sont menés dans les écoles polytechniques et les universités. Ce qui me dérange par contre, c'est que la première installation de Climeworks qui transforme le CO₂ en kérosène se trouve à Amsterdam et non à Zurich, où l'idée a été développée. La Suisse se devrait de devenir un exemple pour le développement de solutions techniques aux problèmes énergétiques.

Les interactions entre politique et science suivent-elles des règles adéquates?

La politique doit défendre explicitement la recherche fondamentale et le transfert des connaissances acquises vers l'application. En revanche, ce n'est pas à la politique de décider ce qui est de la bonne recherche ou

de la mauvaise. Et il faut des scientifiques qui dérangent.

Qu'entendez-vous par là?

Le public et les politiciens s'attendent à entendre certaines choses. J'ai l'impression que les chercheurs préfèrent soutenir ces idées-là plutôt que d'énoncer simplement les faits. Nous avons besoin de scientifiques indépendants qui expriment leurs opinions et d'un système qui soutienne cette indépendance. Toutes les personnes actives dans l'encouragement de la recherche devraient régulièrement se demander: respectons-nous ces principes? Admettons-nous également ce qui dérange?

Quel rôle joue la science dans les débats parlementaires?

Un rôle très important. Le problème toutefois est que les faits sur lesquels nous nous basons ont toujours une composante politique. L'Office fédéral de la statistique, par exemple, n'est pas indépendant de l'administration; les chiffres qu'il publie ont une teinte politique. Cela réduit la marge d'interprétation. J'estime qu'il faudrait pouvoir partir de données statistiques objectives pour parvenir aux meilleures solutions. Les débats parlementaires ne considèrent que les modèles qui sont politiquement envisageables. Il n'y a pas assez de remise en question, de pensée latérale, de créativité.

Vous êtes donc toujours ouvert au changement?

Oui, pour moi, cela signifie qu'on reste jeune. On peut être vieux à 20 ans - et jeune à 80.

Mais à quoi tenez-vous? Quelles sont vos lignes directrices?

On peut suivre certains principes en politique. Le mien est qu'il n'y a pas de solution unique. Il en existe plusieurs et chacune d'entre elles génère de nouveaux problèmes. De cette manière, on met déjà toutes les idéologies sur la touche, qui servent seulement à nous amener à moins penser par nous-mêmes.



«Diviser le monde entre le bien et le mal est un poison»: le parlementaire zurichois Ruedi Noser plaide pour une approche pragmatique.

Photo: Manu Friederich

investissant dans ce domaine de recherche. Non pas en retournant au XVIIIe siècle.

Quelles découvertes scientifiques espérez-vous?

Ma réponse ne vous plaira pas. Il m'est déjà arrivé de me demander ce que je construirais aujourd'hui si j'avais à nouveau 20 ans. Je fonderais probablement un institut de formation. Nos hautes écoles sont très bonnes, mais je crois qu'elles ne sont pas aussi dynamiques qu'elles pourraient l'être. J'aimerais que Harvard ou Berkeley viennent en Suisse et créent ici un peu de concurrence. Ce serait vraiment nécessaire. Notre système est lourd. L'idée que les hautes écoles spécialisées, les universités et les écoles polytechniques doivent toutes agir également comme institutions de recherche est absurde.

C'est une erreur que les hautes écoles spécialisées s'engagent toujours davantage dans la recherche?

Pour moi, le terme de recherche appliquée est absurde. Il y a la recherche et il y a le développement. Dès qu'on a un objectif en tête dans la recherche, c'est du développement.

Quel scientifique du passé inviteriez-vous à dîner?

(Rires) Ce serait certainement passionnant de rencontrer Albert Einstein. Mais je trouve en fait que les modèles idéalisés de l'histoire constituent un problème. Il y a de nombreuses personnalités contemporaines intéressantes avec qui je partagerais volontiers un repas.

Judith Hochstrasser est rédactrice d'Horizons.

La liberté individuelle comme principe ultime, n'est-ce pas une idéologie?

C'est l'un des droits de l'homme. Ils sont là pour protéger les gens contre l'Etat et je les défends à 100%. Les humains sont créatifs. Si l'Etat veut les briser, il échouera. Prenons l'exemple du climat: on ne peut le sauver qu'ensemble et non pas en excluant ou en condamnant. Diviser le monde entre le bien et le mal est un poison. C'est pourquoi la démocratie est le meilleur système pour résoudre les problèmes.

Et elle discute beaucoup du climat.

Analysons pour une fois froidement la question de la réduction du CO₂. La Suisse s'était donné pour objectif de réduire les émissions de 20% avant 2020. Elle y

parviendra tout juste. Mais les pays environnants échoueront clairement. Nous arriverons également à atteindre la réduction de 50% prévue d'ici à 2030. Nous devrions nous en tenir à un plan réalisable et soutenir les efforts des autres Etats pour qu'ils atteignent leurs objectifs.

Comment faire?

Avec les mesures de réduction décidées dans le cadre de la loi sur le CO₂, le Conseil des Etats veut créer le plus grand fonds climatique par habitant du monde. Il nous permettra aussi de soutenir d'autres pays. Nous créons là un nouveau fonds national pour la recherche sur la durabilité. Les milieux scientifiques ne s'en sont pas encore rendu compte. Nous ne pouvons apporter ici notre contribution qu'en

Ingénieur et politicien

Ruedi Noser a été président de la Commission de la science, de l'éducation et de la culture du Conseil des Etats de 2017 à 2019. Il y représente le canton de Zurich depuis 2015, après avoir siégé au Conseil national pour le Parti libéral-radical (PLR) pendant douze ans. L'ingénieur-électricien préside également le Conseil de fondation de Switzerland Innovation, une plateforme d'échanges entre les mondes scientifique et industriel. Ruedi Noser a grandi dans le canton de Glaris. Il a fondé avec son frère le groupe Noser, une entreprise d'informatique qui compte aujourd'hui 500 collaborateurs. Agé de 58 ans, il a cinq enfants et vit avec sa compagne à Zurich.

La sociologue de la Toile

Eszter Hargittai veut comprendre Internet, comment il influence nos vies et transforme les inégalités sociales. Aujourd'hui professeure à l'Université de Zurich, la chercheuse remet en question les hiérarchies et dit apprécier la fiabilité.

Par Franca Siegfried

Elle lance un sonore «Grüezi!», suivi d'un éclat de rire. La salutation en suisse-allemand accompagne Eszter Hargittai dans son quotidien zurichois depuis trois ans. Mais la sociologue américaine d'origine hongroise n'a pas rejoint les bords de la Limmat pour étudier le dialecte. Elle s'intéresse à la manière dont nous abordons la numérisation, à ce qu'Internet fait de nous et à la question de savoir si la Toile aplanit les inégalités sociales. Ses travaux portent en particulier sur la façon dont les individus issus de milieux sociaux divers tirent parti de la numérisation, cherchant par exemple à expliquer pourquoi les seniors utilisent Internet aussi bien que les jeunes. Elle travaille actuellement sur un projet international consacré à la compréhension des algorithmes, basé sur des données provenant de Suisse, d'Allemagne, de Bosnie, de Serbie, de Hongrie et des Etats-Unis.

Lorsqu'elle décroche le poste de professeure à l'Université de Zurich, Eszter Hargittai parle déjà l'allemand; elle l'avait appris enfant en Hongrie. Ses parents étaient professeurs de chimie à Budapest et pouvaient franchir le rideau de fer pour donner des cours aux Etats-Unis. Lorsque le pays s'ouvre en 1989, la jeune femme décide d'aller étudier outre-Atlantique. «A l'époque, il était difficile de savoir quelle université me conviendrait, dit-elle. C'était aussi une question d'argent.»

Expériences américaines

Elle choisit finalement le Smith College à Northampton, au Massachusetts, la plus grande université pour femmes du pays et l'une des plus réputées. Elle s'intéresse à la communication, mais aucun cours n'y est donné dans ce domaine. Elle se tourne vers la statistique, séduite par les possibilités d'appréhender les informations de manière systématique et de lier expériences et théorie. «J'ai suivi le premier cours de statistique sociologique. J'ai choisi en quelque sorte des études de sociologie par hasard, par l'intermédiaire de la statistique.»

A 18 ans, elle vit à 6800 kilomètres de sa famille. «Le voyage en Hongrie coûtait trop cher pour pouvoir faire des allers-retours, raconte-t-elle. Je n'y suis retournée que le premier été. J'ai alors travaillé trois

mois comme journaliste pour l'un des plus grands quotidiens de Budapest. Cette expérience m'a fait comprendre que je ne suis pas faite pour la vitesse. J'ai besoin de temps pour questionner, pour mener des recherches et pour trouver des solutions.» Sa carrière académique est ainsi scellée. Un nouvel outil apparaît pour contrer le mal du pays: «Ma mère a commencé à écrire des e-mails en 1992 déjà, une vraie chance! J'ai créé ma première page Internet en 1995 et acheté le domaine eszter.com trois ans plus tard.» En 2002, elle lance un blog, deux ans après, elle est sur Facebook puis sur Twitter. La sociologue s'est intéressée très tôt aux aspects sociaux des technologies de la communication et de l'information.

«Je ne suis pas faite pour la vitesse. J'ai besoin de temps pour questionner.»

Sa soif de savoir étoffe son CV académique. Une année passée à l'Université de Genève lui fait découvrir le Röstigraben. En 2015, l'Université de Zurich se met en quête de la personne qui succédera à Heinz Bonfadelli, un spécialiste des sciences des médias. «Après un quart de siècle aux Etats-Unis, je voulais revenir près de ma famille et la Suisse me convenait puisque j'avais déjà vécu à Genève.» Elle rêvait également de faire des randonnées; elle habite aujourd'hui dans un quartier proche du lac de Zurich, et d'un grand parc. Pour se rendre au travail, elle prend le train ou parfois le bateau. Elle dit apprécier la fiabilité non seulement des transports publics, mais également dans les relations avec les autres.

L'Institut des sciences de la communication et de la recherche sur les médias de l'Université de Zurich est situé dans un immeuble de bureaux près de la gare d'Oerlikon. Dans ce cadre plutôt austère, Eszter Hargittai s'est créé un monde personnel: une méridienne turquoise près de la fenêtre, des bibelots entre les livres. Des reptiles, tous modelés, tricotés, dessinés ou pliés avec adresse, peuplent la pièce - les tortues l'accompagnent depuis l'enfance. Des petites attentions d'amis du

monde entier, avec lesquels elle reste en contact grâce aux réseaux sociaux. «J'apprécie beaucoup ces médias, mais je ne les laisse pas diriger ma vie. J'ai désactivé les alertes, pour les e-mails aussi.»

Structures trop rigides

Sur le rebord de la fenêtre, des aquarelles et des peintures à l'acrylique, certaines abstraites. «Peindre me détend, glisse Eszter Hargittai. Cela me libère l'esprit pour aborder les nouveaux défis.»

A l'institut, elle dirige une équipe de sept personnes, dont six femmes. La professeure dit déplorer la situation de ses collègues dans de nombreux domaines académiques, ainsi que les hiérarchies rigides qui dominent encore dans les hautes écoles suisses. «Pourquoi envoie-t-on des jeunes motivés et intelligents suivre des cours dans le but d'accumuler des points au lieu de leur donner l'occasion de se plonger tôt dans la recherche?» Pour la sociologue des médias, de nombreuses questions sont encore sans réponse.

Eszter Hargittai glisse qu'elle va bientôt décorer son bureau pour Halloween. Ce ne sera plus par un «Grüezi» qu'elle accueillera ses visiteurs, mais par un très américain «Trick or Treat!».

Franca Siegfried est conseillère scientifique des Académies suisses des sciences.

De la Hongrie à la Suisse

Eszter Hargittai est née en Hongrie en 1973. En 2003, elle soutient sa thèse à l'Université Princeton et est nommée professeure à l'Université Northwestern près de Chicago. Elle mène des recherches aux universités Harvard et Stanford. Après vingt-cinq ans passés aux Etats-Unis, la sociologue des médias est nommée en 2016 professeure à l'Institut des sciences de la communication et de recherche sur la presse (IKMZ) de l'Université de Zurich. Eszter Hargittai est membre du Conseil national de la recherche du Fonds national suisse depuis 2018.



Les préjugés mènent-ils toujours à la discrimination?

Les tests d'associations implicites le montrent: nous avons tous des préjugés inconscients, par exemple sur des questions de genre ou d'ethnies. Mais sommes-nous pour autant sexistes ou racistes? Des études apportent enfin des premières réponses.

Par Geneviève Ruiz

Philadelphie, avril 2018. Deux personnes attendent une connaissance dans un café Starbucks. Le gérant appelle la police au motif qu'il est obligatoire de consommer dans son établissement. Une vidéo virale montre les policiers menottant les innocents: des Afro-Américains. Une manifestation s'ensuit. Résultat: le directeur de la chaîne présente ses excuses et déclare que ses 8000 employés suivront une formation pour lutter contre les préjugés ethniques implicites.

Un test dévoile nos biais

Une importante littérature scientifique en psychologie sociale et cognitive atteste de l'existence de biais implicites, à savoir des associations automatiques effectuées par notre cerveau. Des tests peuvent les mesurer, le plus connu étant le test d'associations implicites, mis au point par les psychologues américains Mahzarin Banaji et Anthony Greenwald en 1998. Il mesure en millisecondes le temps de réaction d'une personne pour effectuer certaines associations. Il ressort qu'une majorité d'individus met ainsi plus de temps à associer «bon» avec «noir» qu'avec «blanc» ou encore «science» avec «femme» qu'avec «homme», ce qui serait censé mettre en évidence un préjugé, conscient ou inconscient. Utilisé dans de nombreux domaines, il a notamment gagné en popularité dans le cadre d'études sur les discriminations ethniques, de genre ou encore d'âge.

En deux décennies, ce test s'est imposé comme un outil scientifique pertinent, malgré certaines critiques. De nombreuses recherches ont attesté l'existence de biais

divers. Mais, le plus souvent, ces études ont été menées dans des laboratoires et dans le cadre de simulations. Une question essentielle reste ouverte: la présence d'un biais implicite chez une personne a-t-elle vraiment des conséquences sur son comportement au quotidien?

«Les biais implicites n'expliquent pas à eux seuls la discrimination.»

Isabelle Régner

Deux études récentes ont montré des corrélations intéressantes entre les biais implicites et les comportements. La première, publiée à l'été 2019, a suivi une quarantaine d'expertes et d'experts chargés d'évaluer les candidatures à des postes de direction de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) en France. Elle a analysé si ces évaluations discriminaient les candidatures féminines. «Notre démarche est inédite, explique Isabelle Régner, professeure au Laboratoire de psychologie cognitive de l'Université d'Aix-Marseille. Elle a passé au crible les activités de véritables comités d'évaluation dans toutes les disciplines scientifiques, des mathématiques à la sociologie.»

Menée avec Pascal Huguet, directeur de recherche au CNRS, l'étude a soumis les membres des comités d'évaluation à un test d'associations implicites. Il montre qu'ils sont plus de 70% à avoir un biais associant la science aux hommes, soit le même pourcentage moyen que la



population générale. Les experts ont également rempli un questionnaire leur demandant s'ils estimaient que les femmes sont moins souvent nommées à des postes de direction à cause de facteurs internes (par exemple leurs compétences ou leur motivation), ou en raison de barrières externes (comme des préjugés lors de l'embauche, des barrières à l'avancement, etc.). Ce qui constitue un test de biais explicite.

L'étude s'est déroulée en deux phases. La première année, la direction générale avait informé les comités d'évaluation de la recherche en cours. Les membres ont alors pris des décisions plutôt paritaires, sans lien avec leurs biais implicites ou explicites. La seconde année, les évaluateurs n'étaient pas au courant que l'étude se poursuivait. Elle a montré que les membres ayant à la fois des biais implicites et explicites ont nommé moins de femmes, au contraire de leurs collègues ayant des biais uniquement implicites. «Les biais implicites n'expliquent donc pas à eux seuls la discrimination, analyse l'auteur de l'étude. Ce n'est que combinés à des biais explicites qu'ils ont une influence sur les décisions des comités.» L'étude montre également l'effet de



Février 2019: Fanny Chollet, la première femme pilote des Forces aériennes suisses, pose devant un F/A-18.

Photo: Keystone/Laurent Gillieron

se savoir observé: ces différences de succès n'étaient pas présentes la première année, lorsque les comités d'évaluation étaient conscients de leur participation à une étude sur la discrimination de genre.

En 2017, une étude menée par l'Institut européen d'administration des affaires (INSEAD) près de Paris révèle les effets subtils des biais implicites racistes des managers d'une chaîne de supermarchés à l'encontre de leurs employés. Elle a analysé la situation des caissières en contrat temporaire de six mois (l'échantillon était constitué uniquement de femmes). Le système de ressources humaines alloue les employées à un manager de façon aléatoire chaque jour. Un test d'associations implicites a révélé des biais chez 80% des managers.

Les effets indirects des préjugés

L'étude s'est intéressée à l'impact de l'origine des employées, déterminée sur la base de leurs prénoms. Les résultats montrent que les personnes issues de minorités (soit d'origine nord-africaine ou subsaharienne) étaient davantage absentes et commettaient plus d'erreurs lorsqu'elles travaillaient avec un manager biaisé qu'avec

un manager non biaisé. «Ce qui est intéressant réside dans la cause de la baisse de performances, souligne le responsable de l'étude, Dylan Glover. Durant notre enquête, aucune employée n'a mentionné de comportements inappropriés ou ouvertement racistes de la part des managers biaisés. Au contraire, elles notaient plutôt un faible niveau d'interaction, et peu de demandes de leur part pour des tâches ingrates, comme du nettoyage.» Les scientifiques ont conclu que les managers biaisés interagissaient simplement moins avec les employées issues des minorités et que cela entraînait une baisse de leurs performances. «Notre étude indique que l'effet des biais implicites sur les comportements n'est pas forcément celui que l'on pourrait attendre, poursuit Dylan Glover. Dans notre cas, on se trouve davantage dans une prophétie auto-réalisatrice: les managers sont biaisés, cela affecte la productivité des employées issues des minorités, ce qui confirme les a priori des managers.»

Les supermarchés devraient-ils mettre en place des formations pour que les responsables travaillent sur leurs préjugés inconscients, par exemple avec

la présentation d'images contredisant les clichés genrés ou racistes? Pas pour Dylan Glover, qui note que des recherches supplémentaires seraient nécessaires pour démontrer l'utilité de ces mesures. Et l'étude sur les comités d'évaluation du CNRS conclut que c'est davantage sur la connaissance de l'existence des biais implicites et du fonctionnement des comportements discriminatoires qu'une éventuelle formation devrait porter. Celle-ci devrait également inclure une sensibilisation aux facteurs externes défavorisant les femmes. «Notre recherche indique que de telles mesures pourraient se révéler efficaces, affirme Isabelle Régner. Mais il faut encore approfondir le sujet avec des études supplémentaires avant d'élaborer des politiques systématiques, ce que nous sommes en train de faire actuellement.»

Utilité des formations en question

Ces deux études indiquent un lien entre préjugés implicites et effets discriminatoires directs ou indirects. Mais elles ne déterminent pas qu'une formation spécifique sur les biais implicites permettrait de modifier des comportements discriminatoires. Pour l'instant, la recherche montre une situation mitigée, selon une méta-analyse sur 492 études consacrées à la modification des biais implicites. «La littérature scientifique ne permet de conclure ni à une efficacité, ni à une inefficacité des formations qui visent à changer les biais implicites, explique son auteur, Patrick Forscher, postdoctorant à l'Université Grenoble Alpes. Elle ne démontre pas non plus si les changements induits ont des effets sur les comportements discriminatoires réels. En l'état des connaissances actuelles, nous n'en savons rien.»

Le psychologue ajoute avoir été frappé par le fait que la grande majorité des recherches analysées étaient basées uniquement sur des tests menés en laboratoire et que la durée de ces expériences n'excédait en général pas 5 à 10 minutes. Pratiquement aucune mesure des modifications des biais implicites sur le long terme n'a été effectuée. «Je considère que ce domaine de recherche n'est pas encore prêt pour une application dans la réalité», tranche le chercheur. De quoi faire réfléchir les nombreuses entreprises et institutions qui paient des formations sur les biais implicites à leurs employés.

Geneviève Ruiz est journaliste à Nyon (VD).

«Le mouvement pour le climat a créé une alliance entre les générations»

Les manifestations pour le climat font bouger la société et ont même eu un impact sur les élections. La politologue Jasmine Lorenzini s'est intéressée aux participants des rassemblements à Genève et à Lausanne.

Interview: Samuel Schläfli

Qui sont les gens en Suisse qui descendent dans la rue pour revendiquer des actions contre le réchauffement climatique?

Dans nos enquêtes à Genève et à Lausanne, nous avons surtout rencontré de très jeunes gens qui participaient à leur première manifestation. Près d'un tiers d'entre eux étaient âgés de 12 à 19 ans. Il s'agit d'une base très jeune, mais elle parvient à mobiliser également les parents et grands-parents. L'âge moyen était de 34 ans.

Et en termes de mixité sociale?

Parmi les sondés, 40% ont déclaré que leurs parents avaient un titre universitaire. Près de 60% se placent eux-mêmes dans la classe moyenne supérieure, contre seulement 5% dans la classe ouvrière. Le mouvement a créé une alliance entre les générations, mais pas entre les classes sociales.

Qu'avez-vous appris sur les motivations des manifestants?

La motivation première de 90% des sondés est la volonté de faire pression sur le monde politique. Cela constitue un paradoxe, car la plupart des personnes interrogées ne pensent pas que les politiciens parviendront à prendre des mesures efficaces contre le changement climatique. La consommation joue également un rôle important: plus des deux tiers estiment que le plus grand levier pour protéger le climat est de modifier leur propre style de vie.

Neuf pays européens ont également été sondés. Y a-t-il des différences culturelles?

Oui, en Suisse, les manifestants sont des modèles de consommateurs engagés. Ils boycottent ou choisissent certains produits pour des raisons écologiques et adaptent consciemment leur alimentation. On retrouve cette situation en Allemagne et en Suède, mais moins en Italie, probablement parce que le pouvoir d'achat y est moindre et que la marge de manœuvre est d'autant



Lausanne, mai 2019: le mouvement pour le climat rassemble des jeunes bien formés de la classe moyenne supérieure, sans fédérer des classes sociales différentes. Photo: Keystone/Jean-Christophe Bott

plus restreinte. D'autres formes d'action y sont nettement plus importantes, comme la mobilisation sur les réseaux sociaux.

Comment ce mouvement s'organise-t-il?

Il renonce largement aux hiérarchies. Il suit les principes de la démocratie de proximité et décentralisée, à la manière des mouvements féministes et écologistes des années 1960 et 1970. La nouveauté est le rôle joué par de très jeunes gens et le fait qu'ils se réfèrent de manière appuyée aux faits scientifiques.

Le monde scientifique se solidarise ouvertement avec eux: une prise de position a été signée par 26 800 chercheurs et chercheuses. Est-ce une nouveauté dans l'histoire des mouvements sociaux?

De nombreux spécialistes des sciences sociales ont soutenu le mouvement écologiste dans les années 1960. L'élan de solidarité de milliers de scientifiques avec les manifestants est nouveau, mais compréhensible: cela fait plus de trente ans qu'ils tentent de nous avertir des conséquences du changement climatique, en vain. Le mouvement Fridays for Future leur a donné une occasion de s'exprimer.

Pensez-vous que nous ayons atteint un tournant et que les protestations puissent changer durablement la société?

Personnellement, je l'espère. Pour cela, le mouvement doit réussir à faire éclater les structures socio-économiques existantes et combiner divers répertoires de protestation. Il y a de nombreuses formes de désobéissance civile non violente qui peuvent perturber durablement le système économique et politique. Les jeunes ont désormais besoin de succès politiques concrets. Sinon, la lassitude risque de s'installer.

Samuel Schläfli est journaliste à Bâle.

Une étude européenne sur le mouvement Fridays for Future

Jasmine Lorenzini, 37 ans, est collaboratrice scientifique à l'Institut d'études de la citoyenneté de l'Université de Genève. Elle y dirige un projet de recherche sur l'activisme politique et la consommation de denrées alimentaires soutenu par le FNS. Dans le cadre de l'étude européenne «Protest for a future», elle était responsable de l'échantillon suisse et a interrogé plus de 300 manifestants à Lausanne et à Genève; plus de 1900 personnes ont été sondées dans neuf pays européens à fin mars. L'étude montre que près de 40% des écolières et des écoliers n'avaient encore jamais pris part à une manifestation auparavant.



Les envolées des prix à la Bourse ne sont pas uniquement l'œuvre des traders.

Paradoxe: des analyses précises favorisent les bulles financières

Les bulles sur le marché des actions sont habituellement attribuées au comportement des traders. La Haute école spécialisée de Coire a consacré une étude au rôle joué par les analystes financiers. A la Bourse, les traders vendent et achètent les actions au meilleur prix, en se basant entre autres sur les conseils émis par les analystes.

Plus de 300 étudiants ont reçu une formation sur le marché des actions et ont été assignés aux rôles de trader ou d'analyste. Dans une première expérience, les deux rôles ont été rémunérés en fonction des bénéfices réalisés par les traders. Dans une seconde expérience, la rétribution des analystes dépendait uniquement de la précision de leurs prévisions, alors que celle des traders se basait encore sur leurs performances.

«Peu de prix erronés sont apparus dans le premier cas alors que des bulles se sont formées dans le second, explique le responsable de l'étude, Marcus Giamattei, professeur d'économie au Bard College à Berlin. Lorsque les analystes sont rémunérés pour la précision de leurs prévisions, ils se retrouvent en concurrence les uns avec les autres. Ils ont alors tendance à augmenter les prix ainsi qu'à prendre des risques. Lorsque le revenu dépend de la performance des traders, ils sont plus prudents et font davantage attention à ce que ces derniers ne survendent pas trop les actions.»

Ces résultats signaleraient un paradoxe: des prévisions précises faites par des analystes contribueraient à faire s'envoler les prix. «Classiquement, la responsabilité des bulles financières est essentiellement imputée à l'activité frénétique des traders; nos résultats suggèrent que les analystes jouent également un rôle», explique Marcus Giamattei. Cette expérience menée en laboratoire ne reflète pas la complexité du marché réel, mais «les résultats restent intéressants pour les institutions de régulation du marché dans leur lutte contre les bulles financières». *Geneviève Ruiz*

M. Giamattei et al., Who inflates the bubble? Forecasters and traders in experimental asset markets. *Journal of Economic Dynamics and Control* (2019)

Quand les minorités luttent pour leurs droits

Jusqu'à présent, l'idée dominante dans les sciences sociales était que les membres d'une minorité défavorisée s'engagent d'autant moins pour leur propre groupe qu'ils s'identifient au groupe majoritaire. Dans son travail de doctorat, Adrienne Giroud de l'Université de Lausanne met en lumière la situation inverse: les Roms qui vivent en Bulgarie et qui s'identifient fortement à la nationalité bulgare s'engagent plus que la moyenne pour leur propre ethnie. «Au début, nous ne savions pas comment interpréter ce résultat», explique la sociologue.

Elle s'est ensuite intéressée aux membres de la minorité kosovaro-albanaise de Suisse, avec des résultats diamétralement opposés: plus ils s'identifient à la Suisse et moins ils s'engagent pour leur propre groupe de population. Adrienne Giroud a recouru à une méthode mélangeant données quantitatives et entretiens qualitatifs. En tout, 154 immigrants kosovaro-albanais ont rempli des questionnaires, 320 dans le cas des Roms de Bulgarie. Dix de ces derniers ont été interviewés personnellement.

«Les identités duales sont un thème plus complexe que ce que l'on présumait jusqu'à présent, explique Adrienne Giroud. Elles dépendent fortement de la manière dont les identités ethniques et nationales sont définies dans les différents contextes nationaux.» L'attitude des Etats à l'égard des minorités joue également un rôle important. Pour elle, mieux comprendre les minorités passera par un examen plus détaillé des conditions particulières des doubles identités ethniques et nationales. *Eva Mell*

A. Giroud: Dual identities, intergroup contact, and political activism among minorities: The case of Bulgarian Roma and Kosovo Albanians in Switzerland. Thèse de doctorat (2019)



La minorité kosovaro-albanaise s'engage d'autant moins avec son ethnie qu'elle s'identifie à la Suisse.



La démocratie directe: fierté de la Suisse, rêve pour les populistes européens.

Que la volonté du peuple soit faite

Des partis populistes dans toute l'Europe réclament davantage de démocratie directe, en se référant au modèle suisse. Ceux qui soutiennent ces revendications le font pour diverses raisons, montre une étude menée par l'équipe de la politologue Tina Freyburg à l'Université de Saint-Gall. Elle a analysé les données de sondages effectués en Grande-Bretagne, en France, en Allemagne ainsi qu'en Suisse. Les résultats sont similaires: «Dans l'ensemble, on voit que les personnes d'obédience populiste sont nettement plus favorables à la démocratie directe que le reste de la société», indique Tina Freyburg.

Steffen Mohrenberg de Demoscope, une société de sondage basée à Adligenswil (LU) et Robert A. Huber de l'Université de Salzbourg ont également contribué à l'étude. Celle-ci a distingué deux groupes de personnes se disant opposées aux élites: les populistes à proprement parler et les «stealth democrats». Contrairement aux premiers, ceux-ci n'attendent pas grand-chose du peuple et sont peu intéressés par la politique. En revanche, les deux groupes exigent d'être consultés et de pouvoir donner leur opinion. Les populistes y voient un instrument pour imposer la volonté populaire, alors que pour les «stealth democrats» il s'agit davantage d'un moyen de contrôler les élites par le biais des référendums et des initiatives. «Notre étude a permis pour la première fois de différencier précisément ces deux groupes et de clarifier les concepts», avance Tina Freyburg, qui estime que la question des différences et des points communs des deux groupes devrait être étudiée plus en détail. *Simon Jäggi*

S. Mohrenberg et al.: Love at First Sight? Populism and Direct Democracy. SSRN (2019)

Un chasseur de gaz au-dessus des glaces éternelles

La Jungfrauoch attire des centaines de milliers de visiteurs chaque année, mais également des scientifiques. Martin Vollmer utilise cette base unique en Europe pour dépister de nouveaux gaz à effet de serre.

«Quand je me rends à la Jungfrauoch, la journée commence très tôt et elle finit très tard. Pour arriver vers 10 heures, je dois partir de chez moi, à Windisch en Argovie, à 5 heures du matin. Il n'y a pas encore trop de touristes et je peux traverser calmement le tunnel qui mène à la station de recherche. J'y passe environ un jour tous les deux mois pour contrôler nos instruments. C'est alors moi qui deviens parfois une véritable attraction touristique. Par exemple lorsque je monte du gaz d'étalonnage jusqu'au Sphinx, c'est le nom des étages supérieurs qui comprennent la terrasse pour les visiteurs. Les gens posent des questions, me photographient ou veulent faire un selfie avec moi.

Ce que je cherche ici, à 3500 mètres d'altitude, ce sont de nouveaux gaz à effet de serre. Avec mon équipe du laboratoire fédéral Empa, nous nous intéressons notamment aux gaz traces: des composés présents dans l'atmosphère en très petites quantités et donc très difficiles à mesurer. Je les divise en quatre groupes. Les deux premières générations sont bien connues: ce sont les CFC et les HCFC à l'origine du trou dans la couche d'ozone. Ils ont été remplacés par une troisième classe, les hydrocarbures halogénés. Ceux-ci n'affectent pas la couche d'ozone mais agissent comme gaz à effet de serre très puissants qui contribuent au réchauffement de la planète. A leur tour, ils ont été remplacés par les HFO, soit la quatrième génération. Ces composés n'ont pratiquement aucune influence sur le climat, mais ils peuvent produire des molécules toxiques lorsqu'ils se décomposent.

L'une d'elles est l'acide trifluoroacétique, qui en forte concentration est nocif pour les microorganismes. Capté dans l'air par la pluie, il finit dans les rivières et les lacs. Il provient notamment de composés utilisés pour la climatisation des véhicules. Il ne représente pas encore un problème, mais la production de HFO devrait prochainement atteindre des quantités gigantesques parce que les substances utilisées auparavant ont été réglementées.

Mener des recherches à cette altitude est vraiment quelque chose de particulier. Nous ressentons parfois le manque d'oxygène. Par exemple, nous remarquons que quelque chose ne joue pas dans nos

calculs; nous cherchons l'erreur, mais sans réussir à la trouver. Ce n'est qu'une fois revenus en plaine que la solution nous apparaît. Nous téléphonons aussi parfois à un collègue dont le cerveau est mieux oxygéné pour profiter de ses conseils!

Notre groupe a heureusement prévu très tôt l'essor des HFO, au moment où l'industrie n'en était encore qu'à l'étape des tests. Pour les détecter, nous avons réglé notre appareil, qui associe chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse. J'ai mis en place dès 2011 un calendrier de mesures. Au début, je n'ai pas découvert de HFO dans les 4000 échantillons examinés. L'année suivante, deux ou trois peut-être. Ensuite, les chiffres n'ont cessé d'augmenter. Aujourd'hui, nous identifions ces composés dans 70% des échantillons. L'évolution correspond donc à ce que nous avions imaginé: les HFO ont depuis conquis le marché.

Du gaz dans les archives

Nous avons créé un système d'alerte précoce qui couvre presque toute la planète. Notre laboratoire fait partie d'un réseau mondial de huit stations en concurrence amicale. J'ai obtenu qu'elles suivent les nouveaux gaz traces. Il faut rappeler la situation avec les CFC: les mesures de leur concentration n'ont commencé que dans les années 1970 alors qu'ils étaient déjà utilisés depuis des décennies. Nous avons donc dû chercher rétroactivement dans nos archives - de l'air stocké dans des cartouches électropolies - pour prouver qu'ils étaient bien apparus à un moment donné.

C'est parfois déprimant de toujours découvrir de nouvelles molécules potentiellement dangereuses. Mais contribuer à identifier assez tôt les nouveaux risques est plus positif. Particulièrement ici, d'où l'on peut voir le recul du glacier d'Aletsch. Il nous arrive de passer la nuit dans la montagne. La différence est alors frappante. La journée, avec ses milliers de touristes, un véritable grouillement. La nuit, où tout devient sombre, silencieux, froid et un peu inquiétant. Nous interroignons alors parfois notre travail pour regarder l'océan de lumières urbaines qui s'étend dans l'Oberland bernois.»

Propos recueillis par Judith Hochstrasser.



De l'océan à la montagne

Martin Vollmer travaille depuis dix ans à la station de la Jungfrauoch. Il est spécialisé dans l'identification des gaz traces qui nuisent à la couche d'ozone et des gaz à fort effet de serre. Ce spécialiste de l'atmosphère fait partie du groupe de recherche Climate Gases du laboratoire fédéral de recherche Empa. Après un doctorat en océanographie à l'Université de Californie à San Diego, il a mené des recherches à l'Institut Max-Planck de Mayence et au Climate Science Centre de Melbourne en Australie.



Depuis 1931, une station de recherche trône sur la Jungfrau-joch (à gauche). Elle fut complétée par l'Observatoire du Sphinx ainsi que par une terrasse d'observation. Les entrées d'air des appareils de mesure des gaz atmosphériques se couvrent souvent de verglas (ci-dessous). Les scientifiques disent apprécier la vue nocturne sur la vallée (en bas).

Photos: HFSJG; Pierre Beuret, Office fédéral de la santé publique; Keystone/Markus Eichenberger



Judith Hochstrasser



Ombres sur la matière noire

L'existence de la matière noire est postulée depuis plus de 80 ans pour expliquer les observations astronomiques. Mais les preuves de son existence se font encore attendre. Certains scientifiques proposent une approche différente: ils imaginent de nouvelles formes pour la force de gravitation. *Par Hubert Filser*

Lorsqu'il dirige son télescope sur l'amas de Coma avec ses plus de mille galaxies, l'astrophysicien suisse Fritz Zwicky découvre quelque chose d'étrange. Certaines d'entre elles se déplacent autour du centre de l'amas à une vitesse telle qu'elles devraient en être éjectées. Il postule alors l'existence de quelque chose qui les retient: une masse invisible au télescope, mais qui agit par gravitation. Il la baptise «matière noire». C'était en 1933.

Depuis, la plupart des physiciens sont convaincus de son existence. La matière noire représenterait plus de 80% de la masse totale de l'Univers. Elle est nécessaire pour expliquer le comportement des galaxies observé au télescope.

«La formation des structures à des échelles cosmologiques ne fonctionnerait pas sans la matière noire», explique l'astrophysicien Martin Kunz de l'Université de Genève. Elle est une composante centrale de l'un des meilleurs modèles standards actuels, appelé Lambda Cold Dark Matter. Il décrit à l'aide d'un nombre restreint de paramètres le développement de l'Univers depuis le Big Bang et rend compte d'observations importantes, en particulier sa vitesse d'expansion ou encore les propriétés

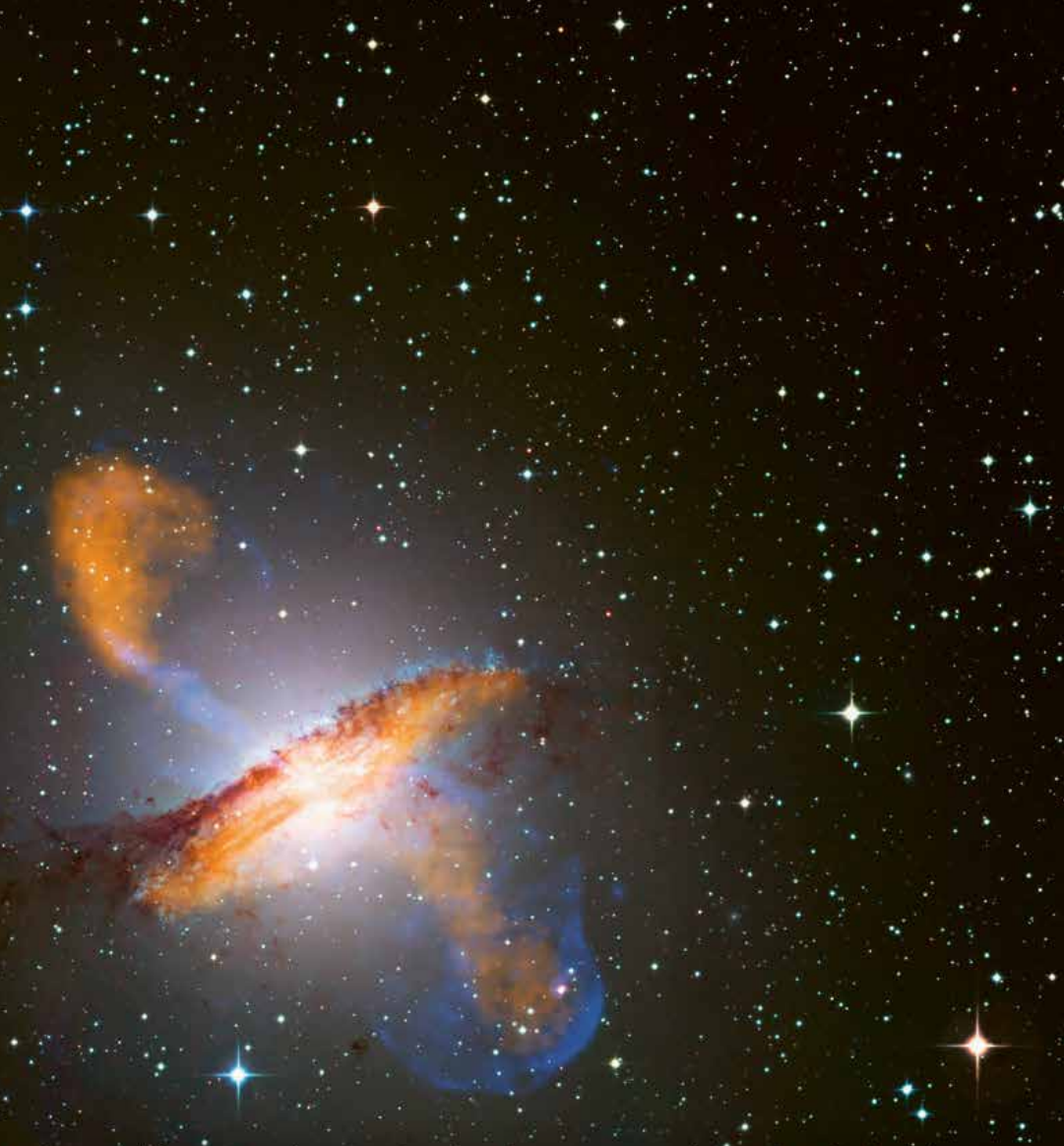
du fond diffus cosmologique, à savoir le rayonnement émis quelque 380 000 ans après le Big Bang. Il prédit également la distribution des galaxies en alvéoles: elles s'accumulent dans des amas denses qu'elles relient par des structures en filaments, le tout entourant d'immenses espaces vides.

Newton au placard

Malgré ses contributions à ces modèles, l'existence de la matière noire n'a en fait rien d'une certitude à ce jour. Physiciens et physiciennes cherchent depuis une trentaine d'années à mettre en évidence les particules qui la constitueraient. Un des candidats s'appelle WIMP, pour Weakly Interacting Massive Particles, des particules qui n'interagiraient pratiquement pas avec la matière ordinaire. Ils les cherchent dans l'Univers à l'aide d'instruments placés dans la Station spatiale internationale, dans des laboratoires souterrains situés dans d'anciennes mines ou dans les montagnes pour protéger les détecteurs des interférences cosmiques, ou encore au CERN, le grand laboratoire européen de physique des particules. Mais sans jamais rien trouver. Ils n'ont pas davantage observé de minuscules trous noirs

Notre voisine: la galaxie Centaurus A. La répartition des galaxies naines qui gravitent autour d'elle contredit le modèle standard de la cosmologie et favorise l'hypothèse d'une force de gravitation modifiée.

Image: ESO/WFI (Optical); MPIFR/ESO/APEX/A.Weiss et al. (Submillimetre); NASA/CXC/CfA/R.Kraft et al. (X-ray)



apparus peu après le Big Bang, un autre candidat pour la matière noire.

Cet échec à révéler des traces directes de la matière noire est «étrange», commente Martin Kunz. C'est pourquoi certains scientifiques adoptent désormais une approche différente et encore peu populaire: au lieu d'ajouter davantage de masse noire invisible comme leurs collègues, ils modifient la théorie de la gravitation pour l'adapter aux données mesurées par les télescopes.

La théorie de la dynamique newtonienne modifiée a été proposée en 1983 et fait depuis l'objet d'âpres discussions. Selon elle, la gravitation standard reste pertinente pour les accélérations élevées qui se rencontrent dans les régions centrales des galaxies et où la vitesse de rotation dépend toujours du carré de la distance. Mais aux faibles accélérations trouvées sur les bords des galaxies, cette vitesse resterait constante et ne dépendrait donc plus de la distance. La gravitation s'éloignerait ici des lois de Newton.

Le mystère des galaxies naines

«C'est ce qu'on observe effectivement dans toutes les galaxies où l'on a effectué des mesures, explique Oliver Müller, aujourd'hui à Strasbourg après une thèse

réalisée à l'Université de Bâle. On voit quelque chose de similaire avec la mécanique classique: elle n'est plus pertinente en deçà d'une certaine échelle et doit être remplacée par la mécanique quantique.»

Matière noire ou gravitation modifiée? La question reste ouverte.

En 2017, Oliver Müller évaluait comme doctorant des données recueillies par télescope lorsqu'il est tombé - comme Fritz Zwicky 80 ans auparavant - sur un phénomène étrange: les galaxies naines de la constellation du Centaure se déplaçaient autour de la galaxie centrale Centaurus A toutes sur un même plan et dans la même direction - elles n'étaient donc pas distribuées au hasard comme le prévoient de grandes simulations cosmologiques basées sur le modèle standard.

Publiée l'an dernier dans le journal Science, la découverte d'Oliver Müller a fait beaucoup de bruit. Le modèle Lambda permet certes une telle répartition, mais elle ne devrait se présenter que dans une galaxie sur mille. Or, le phénomène se

reproduit dans notre groupe local de galaxies, aussi bien dans la Voie lactée que dans Andromède. «Il s'agit des trois galaxies les plus proches de nous, souligne Oliver Müller. S'il fallait les considérer comme des exceptions, cela pourrait aller contre l'hypothèse de base, autrement dit le modèle standard.»

De l'avis de l'astrophysicien, ce modèle ne peut être totalement faux puisqu'il rend compte de nombreuses observations effectuées dans l'Univers. Mais il attire l'attention sur les divergences entre les observations concrètes et les simulations basées sur la matière noire: «Peut-être qu'il leur manque simplement encore un élément. Ou que notre voisinage galactique s'avère très particulier.» La Voie lactée, Andromède et Centaurus A se trouvent en effet à proximité à la fois d'un immense vide et de l'amas de la Vierge. Cette répartition des masses pourrait entraîner des phénomènes inhabituels.

Matière noire ou gravitation modifiée, la question reste ouverte. Des mesures supplémentaires seront nécessaires pour trancher. L'observation de galaxies qui se sont formées très tôt pourrait apporter des réponses, car les deux approches débouchent dans ce cas sur des scénarios différents. La théorie de la dynamique newtonienne modifiée prédit que les amas de galaxies se sont constitués plus vite en raison de la force d'attraction supplémentaire, un processus qui durerait plus longtemps dans le modèle Lambda.

Des projets de grande ampleur sont en préparation et pourraient faire la différence: le télescope spatial James-Webb qui doit succéder à Hubble en 2021, le satellite Euclid de l'ESA ou encore le réseau international de radiotélescopes Square Kilometer Array. Ces installations devraient permettre aux scientifiques de découvrir davantage de détails sur la formation précise des structures du cosmos et de répondre à la question: l'Univers a-t-il besoin de matière sombre?

Basé à Munich, le journaliste scientifique Hubert Filser travaille régulièrement pour l'émission Quarks & Co.

«Nous préconisons un peu d'autocritique publique»

Les «smart cities» déploient des capteurs dans les infrastructures urbaines, notamment pour réduire le gaspillage d'eau. Mais la numérisation génère également de nouveaux risques. Matthew Moy de Vitry, de l'institut fédéral de recherche sur l'eau Eawag, les a analysés. Il conseille d'en parler ouvertement.

Propos recueillis par Nic Ulmi

Les infrastructures urbaines se numérisent. Où en sommes-nous avec l'eau?

Les données statiques concernant l'infrastructure, telles que les cartes des emplacements et de l'état des canalisations, ont largement été numérisées et sont bien exploitées. Les données dynamiques qui portent sur les flux sont en partie collectées, mais les services des eaux ne savent pas toujours quoi en faire pour l'instant. On relève d'ailleurs des différences entre les domaines: l'approvisionnement en eau potable, par exemple, connaît le plus de réticences à la numérisation, pour des raisons de sécurité assez évidentes. Dans l'assainissement et le traitement des eaux usées, l'introduction des systèmes connectés est plus avancée. L'Eawag collabore avec la commune de Fehraltorf (ZH) sur un système qui mesure le débordement des égouts.

Les eaux usées peuvent également livrer des données sensibles, telles que la consommation régionale de drogues ou de médicaments.

On peut imaginer des scénarios dans lesquels des compagnies d'assurances ou des employeurs désavantageraient tel ou tel quartier urbain en fonction de ces informations... On sait que, dans plusieurs villes chinoises, la police utilise les données recueillies sur la quantité de drogue mesurée dans les eaux usées pour fixer des quotas d'arrestations. Dans ce cas, la numérisation a un impact concret sur la population.

Et les risques de cyberattaques?

Nous avons récemment surtout vu des attaques de type «ransomware», à savoir un logiciel malveillant qui crypte les données d'un système pour les rendre illisibles et exige une rançon pour les déchiffrer. Ces attaques engendrent d'importantes pertes financières mais ne représentent



La technologie n'est pas qu'une solution, elle représente également un risque, selon le spécialiste Matthew Moy de Vitry. Photo: Valérie Chételat

pas forcément un risque de santé publique, car de nombreux services des eaux entretiennent un système de contrôle manuel pour pallier une défaillance du réseau numérique, par exemple en cas de panne ou d'attaque. Il y a également eu des cyberattaques visant à prendre le contrôle des données ou d'une infrastructure, comme celle de la distribution d'eau à Ebikon (LU) en 2018, peu après son passage au numérique. Grâce aux mesures de protection en place, elle n'a pas abouti.

«La police chinoise utilise des mesures de la quantité de drogue dans les eaux usées pour fixer des quotas d'arrestations.»

Dans votre étude, vous évoquez un avenir où les services des eaux adopteraient un modèle moins centralisé.

Les technologies numériques permettent des formes de décentralisation. En Suisse, un tel changement est souhaitable, car la centralisation des services des eaux est un

peu trop importante pour être optimale sur le plan économique. Cela dit, le numérique favorise la décentralisation de l'infrastructure, mais aussi la centralisation de la gestion, qui est profitable à la prévention et la gestion des risques.

Parler publiquement des dangers liés à la numérisation de ces services est-il risqué?

Les personnes qui travaillent dans le développement des systèmes connectés ont souvent une tendance technocratique à voir la technologie comme une solution plutôt que comme un risque. Nous préconisons un peu d'autocritique publique à ce sujet, même si la médiatisation de ces questionnements est délicate à cause des réactions excessives qu'elle peut susciter. Dès qu'on parle de cyberattaques, l'imagination fait son travail et produit facilement des exagérations. Mais rester vague sur ces questions est encore pire, car le manque d'information risque d'alimenter une panique qui pourrait bloquer le débat. Il faudrait donc que les services des eaux fassent preuve d'ouverture et communiquent à la fois sur leurs réussites et sur les problèmes rencontrés.

Nic Ulmi est journaliste à Genève.

Manuel Eggimann, ETH



Cette bague mesure les fonctions vitales des patients.

Un anneau veille sur les patients

Il est moins lourd qu'une pièce de 2 francs et se porte au doigt comme une bague: c'est l'oxymètre de pouls développé par des chercheurs de l'ETH Zurich. Ce petit appareil détermine la saturation en oxygène dans le sang en mesurant l'absorption de sa lumière à travers la peau.

Les appareils de mesure de ce type ont généralement la forme d'une pince à doigt. Les médecins les utilisent lors d'interventions de premiers secours et dans les hôpitaux pour établir si le cerveau du patient est suffisamment alimenté en oxygène. Les pilotes et les alpinistes en haute altitude s'en servent pour surveiller leur saturation en oxygène.

L'oxymètre de pouls en forme de bague simplifie ces mesures. Il les effectue automatiquement et les transmet à un terminal sans fil par Bluetooth. «Plus personne, ni le médecin ni le patient, n'a plus à se soucier de contrôler régulièrement ces valeurs», explique Michele Magno, un ingénieur électricien de l'ETH Zurich qui a participé à son développement. Une alarme se déclenche dès que la saturation en oxygène du sang tombe sous un seuil critique. Elle y parvient grâce au minuscule ordinateur intégré et programmé pour calculer le taux de saturation à partir de l'absorption de la lumière. La bague se recharge toute seule grâce à un module solaire intégré.

L'équipe est parvenue à réduire de 75% la consommation énergétique de la bague par rapport au premier prototype. Elle compte utiliser l'énergie ainsi libérée pour y ajouter d'autres fonctions - par exemple des capteurs qui mesurent le pouls et surveillent le taux de glycémie. *Stephanie Schnydrig*

M. Magno et al.: Self-Sustainable Smart Ring for Long-Term Monitoring of Blood Oxygenation. IEEE Access (2019)

Bâtiment: produire plus d'énergie qu'en consommer

Un tiers de la consommation mondiale d'énergie va aux bâtiments pour les chauffer et les refroidir. Arno Schlueter, professeur d'architecture et de systèmes de gestion des bâtiments à l'ETH Zurich, a développé un système d'éléments photovoltaïques mobiles qui suivent le soleil à la manière des tournesols. Fixé sur les murs, il produit 50% d'électricité de plus que les installations photovoltaïques stationnaires - de quoi améliorer le bilan énergétique des immeubles d'habitation ou commerciaux.

Un réseau de cordes en acier soutient les plaques photovoltaïques dont l'orientation est contrôlée par des éléments en caoutchouc gonflables. C'est la quantité d'air pompée dans chacune des trois chambres qui les constituent qui détermine le mouvement. Un algorithme gère l'angle des plaques de manière autonome, mais les habitants de l'immeuble peuvent également intervenir via leur smartphone.

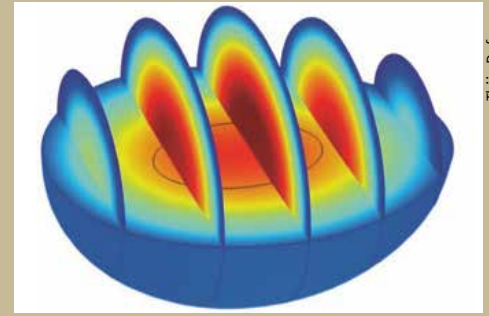
En plus de produire efficacement de l'électricité, le système permet d'optimiser les propriétés énergétiques du bâtiment et de réduire ainsi la consommation d'énergie utilisée pour le chauffage et le refroidissement, souligne Bratislav Svetozarevic, premier auteur de l'étude. En hiver, l'algorithme oriente les plaques pour laisser passer davantage de lumière et de chaleur à l'intérieur. En été, il protège la façade en verre, ce qui réduit le recours à la climatisation. Les simulations pour un bureau vitré à Zurich indiquent que l'installation produit l'équivalent de 115% de la consommation d'énergie annuelle. Ce qui le transforme de consommateur d'énergie en producteur. *Ori Schipper*

B. Svetozarevic et al.: Dynamic photovoltaic building envelopes for adaptive energy and comfort management. Nature Energy (2019)

Chair of Architecture and Building Systems, ETH Zürich



Les éléments photovoltaïques mobiles suivent le soleil comme des tournesols.



Thijs Defraeye

Un nouveau modèle montre l'évolution des températures à l'intérieur du fruit.

Une mangue numérique optimise la chaîne du froid

Les fruits sont maintenus au froid pendant leur transport pour qu'ils conservent leurs qualités le plus longtemps possible. Mais maintenir cette chaîne du froid consomme beaucoup d'énergie et émet de grandes quantités de gaz à effet de serre. Plus de 10% des fruits et légumes produits en Europe sont perdus après la récolte, et près de 40% des produits venant d'autres régions du monde, selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Une équipe de l'Empa a développé une simulation numérique de la mangue pour aider à optimiser le transport. Ce fruit facilement périssable illustre de manière exemplaire ce qui se passe durant le transport.

Les entreprises de fret surveillent leurs chargements en mesurant la température et l'aération à l'intérieur des conteneurs. Mais des points importants n'étaient pas encore résolus. Peut-on réduire la ventilation? Que se passe-t-il lors de retards? «Notre mangue jumelle nous apporte des réponses à ces questions», note Thijs Defraeye, premier auteur de l'étude.

Son modèle informatique reproduit la composition de la mangue ainsi que son métabolisme. Il permet de suivre l'impact des modifications de température à l'intérieur du fruit sur sa qualité, en particulier sur la fermeté de la peau, la teneur en vitamines et la quantité d'acides ou de sucre.

«La mangue numérique permet aux importateurs d'analyser directement des livraisons de fruits particulières», dit Thijs Defraeye. Ils savent ainsi clairement comment organiser un transport et un stockage efficaces au niveau énergétique afin d'augmenter la quantité de fruits qui parviennent intacts sur les marchés, et ainsi dans nos assiettes. *Santina Russo*

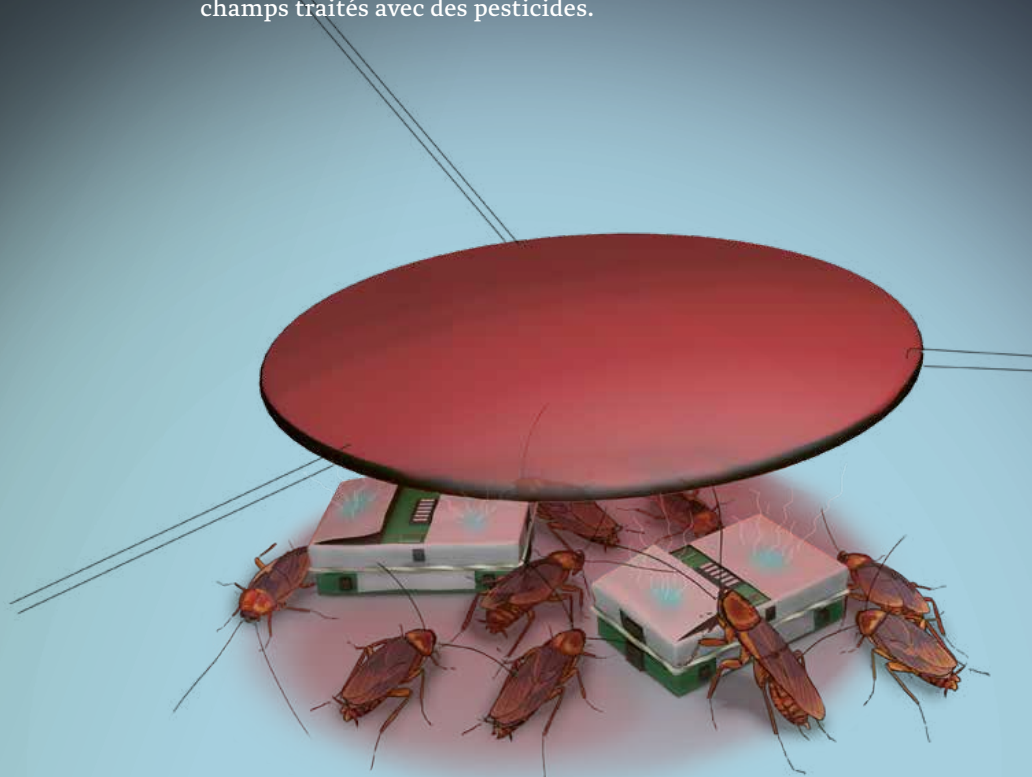
T. Defraeye et al.: Digital twins probe into food cooling and biochemical quality changes for reducing losses in refrigerated supply chains. Resources. Conservation and Recycling (2019)

Ces robots-espions qui infiltrent le monde animal

Impossible pour une personne de se fondre dans un banc de poissons ou de se glisser dans une ruche. Pour étudier de près le comportement d'animaux sociaux, des scientifiques envoient des petits robots qui passent inaperçus et influencent même leurs hôtes.

Texte: Simon Koechlin, Illustrations: Anja Giger

Cette vision pourrait inquiéter les amoureux d'une Nature pure et vierge: des robots qui trompent des animaux, se font passer pour leurs congénères et influencent leur comportement. Mais ce type de mission au cœur d'un groupe peut contribuer à mieux comprendre le comportement d'une espèce, selon Francesco Mondada de l'EPFL. Pour l'expert en intelligence artificielle et robotique, on pourrait même imaginer que de telles machines puissent aider les animaux, par exemple en empêchant les abeilles de se rendre dans des champs traités avec des pesticides.



CANCRELATS

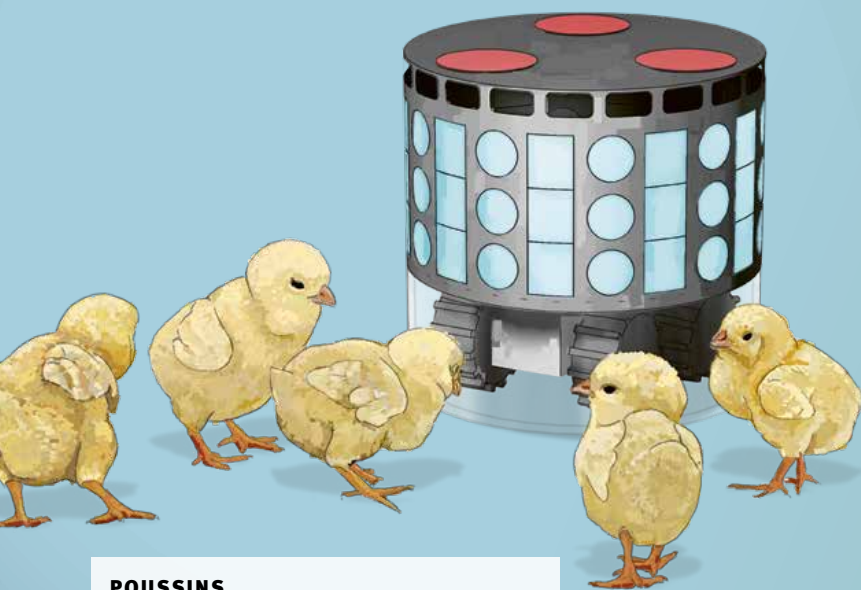
Le parfum Cafard

Laboratoires: Université libre de Bruxelles / ETH Zurich / EPFL

Dimensions: 4,1 x 3,0 x 1,9 cm (L x p x h)

Ruse: les cafards ne sont pas attirés par l'apparence de leurs semblables mais par leur odeur. Les scientifiques ont créé un parfum de cancrelat à partir de phéromones. Ils ont versé ce cocktail sur du papier-filtre attaché à des robots qui ressemblent davantage à une petite voiture qu'à un insecte. Leur odeur et leurs mouvements suffisent à tromper les cafards au point qu'ils les traitent comme leurs propres congénères.

Mission: les cancrelats aiment l'obscurité et se cachent de préférence dans des interstices. Les robots ont au contraire été programmés pour choisir, entre deux cachettes, la plus claire. Résultat: les cafards les ont imités. Publiée dans la revue Science en 2007, cette expérience a été la première à montrer que des robots peuvent être acceptés par des animaux comme des congénères et même influencer leur comportement.



POUSSINS

Maman poule sur roues

Laboratoires: EPFL / Université libre de Bruxelles

Robot: 18,7 × 32,5 cm (D × h)

Ruse: une demi-journée après être sortis de leur coquille, les poussins commencent à identifier leur mère et leur fratrie. Cette phase de quelques heures peut être exploitée pour que les poussins s'attachent à un robot: un appareil en forme de cylindre qui va et vient devant eux, pépie et se pare de différentes couleurs.

Mission: les poussins se fixent totalement sur le robot poule. Ils se regroupent autour de lui lorsqu'il s'arrête et le suivent dans ses mouvements. Des expériences comparatives ont montré qu'ils suivent de plus près les robots ayant les couleurs ou la forme de ceux auxquels ils se sont habitués durant la phase d'attachement. Pour les scientifiques, les élevages pourraient utiliser à l'avenir de tels robots pour inciter les poules pondeuses à bouger davantage et à aller explorer les enclos extérieurs.

POISSONS-ZÈBRES

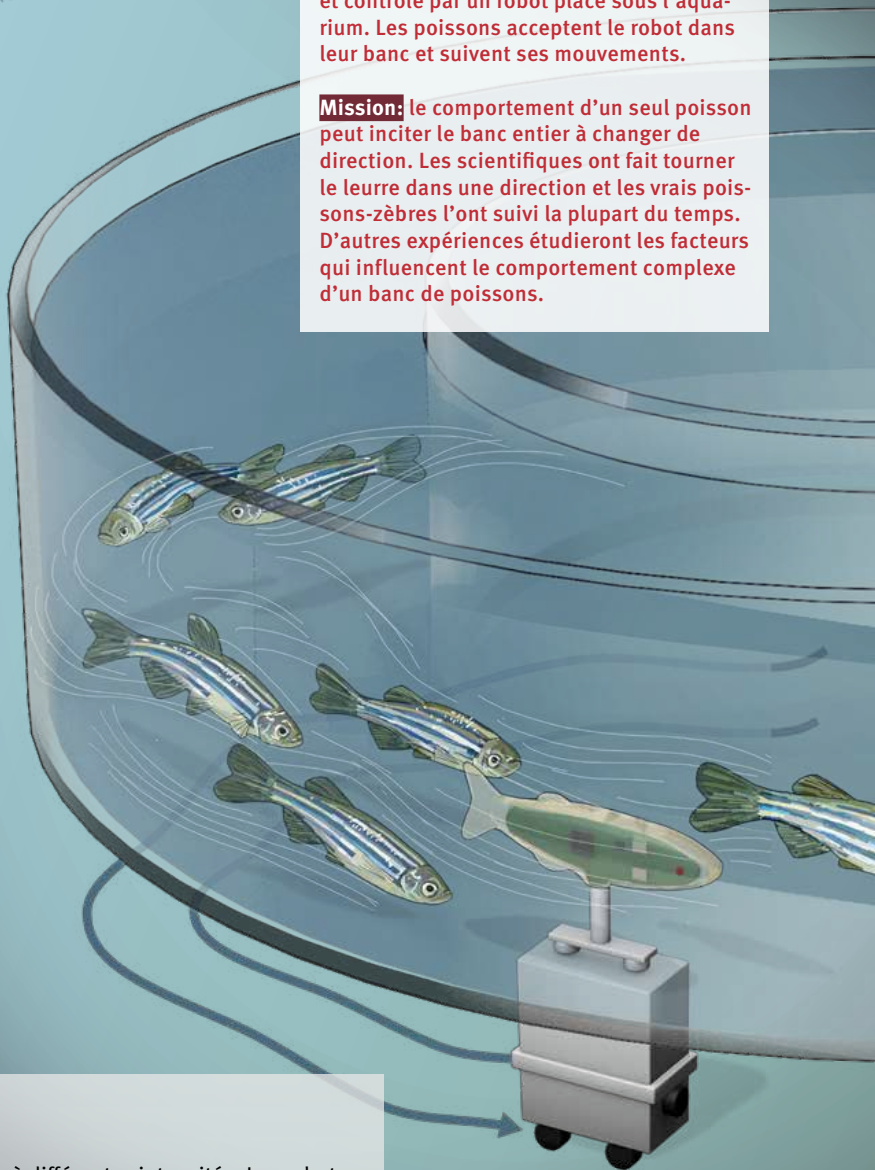
Un leurre en plastique

Laboratoires: EPFL / Université Paris Diderot / Université de Graz

Robot: 4,5 × 0,5 × 1 cm (L × p × h)

Ruse: pour faire croire aux poissons-zèbres qu'ils ont affaire à un congénère, les scientifiques ont employé un poisson leurre en plastique souple semblable aux appâts des pêcheurs. Ils l'ont fixé sur un socle aimanté et contrôlé par un robot placé sous l'aquarium. Les poissons acceptent le robot dans leur banc et suivent ses mouvements.

Mission: le comportement d'un seul poisson peut inciter le banc entier à changer de direction. Les scientifiques ont fait tourner le leurre dans une direction et les vrais poissons-zèbres l'ont suivi la plupart du temps. D'autres expériences étudieront les facteurs qui influencent le comportement complexe d'un banc de poissons.



Lorsque les abeilles parlent aux poissons

Une ruche et le lit d'un ruisseau: deux mondes qui ne se rencontrent pas dans la nature. Une équipe internationale a pourtant réussi à faire communiquer abeilles et poissons-zèbres, en passant par des robots. Dans cette expérience, des poissons guidés par un leurre robotisé tournaient en rond dans un aquarium circulaire à Lausanne (voir «Un leurre en plastique» ci-dessus). Dans un bocal situé en Autriche, deux robots gardaient de jeunes abeilles à proximité en dégageant de

la chaleur à différentes intensités. Les robots éloignés de 680 kilomètres échangeaient leurs informations en temps réel par Internet. Les deux espèces ont alors commencé à coordonner leurs comportements. Par exemple, lorsque l'un des deux robots en Autriche constatait que la majorité des abeilles s'était réunie autour de lui, il en informait le robot poisson. Celui-ci commençait alors à nager dans le sens des aiguilles d'une montre, ce qui influençait le banc entier.

Grands prématurés: de l'air, mais pas trop

Les poumons des prématurés sont trop peu développés. La ventilation avec de l'oxygène est vitale, mais peut provoquer des séquelles à long terme.

Par Astrid Viciano

Il arrive que la vie commence, tout simplement, trop tôt. Au lieu de pouvoir achever leur développement dans le ventre de leur mère, certains bébés viennent au monde des semaines avant le jour prévu. Les poumons peinent alors à assurer la respiration jour après jour. «Les prématurés ne sont pas encore prêts pour cela», explique Sophie Yammine, pédiatre à l'Hôpital de l'Île à Berne. Ils ont des voies respiratoires très petites et encore trop peu d'alvéoles pulmonaires qui, de plus, s'affaiblissent facilement.

Les poumons font partie des organes dont le développement s'achève particulièrement tard. Les éléments de base des alvéoles se constituent entre la 16e et la 27e semaine de grossesse; des échanges gazeux efficaces ne sont possibles qu'à partir de la 29e. C'est pourquoi environ un tiers des très grands prématurés (nés avant la 28e semaine) souffrent d'une pathologie pulmonaire chronique, la dysplasie bronchopulmonaire. Il en existe de nombreuses causes, mais elle résulte surtout d'une action thérapeutique: la ventilation mécanique des prématurés à haute concentration d'oxygène. «Il s'agit d'une mesure souvent vitale, mais qui provoque une inflammation des tissus pulmonaires», souligne Sophie Yammine.

La pédiatre s'est intéressée aux conséquences d'une telle situation sur la vie future des nouveau-nés. Dans une étude menée à l'Hôpital de l'Île, elle a analysé la fonction pulmonaire de 86 anciens prématurés, à un âge moyen de 9 ans et demi. Les résultats ont mis en évidence que la fonction ventilatoire des petites voies respiratoires était altérée en comparaison avec celle d'enfants nés à terme. En revanche, les alvéoles - où se produisent les échanges gazeux - se sont avérées intactes, ce qui confirme qu'elles continuent de se former durant les premières années suivant la naissance. «C'est une partie du développement que les prématurés au moins rattrapent bien», précise Urs Frey, directeur médical de l'Hôpital pédiatrique universitaire des deux Bâles, qui a également contribué à ces recherches.

Ces enfants sont maintenant âgés de 16 à 20 ans et participent à une nouvelle étude

La ventilation artificielle sauve la vie des prématurés, mais peut provoquer des inflammations des tissus pulmonaires.

Photo: Keystone/Science Photo Library/Phanie/Voisin



qui mesurera leur fonction pulmonaire et examinera par résonance magnétique l'irrigation sanguine. «On accorde peu d'attention à la circulation car elle est difficile à saisir», explique Sophie Yammine. Mais l'interruption du développement chez les prématurés touche autant la structure pulmonaire que les vaisseaux sanguins.»

Moins d'oxygène

Il est déjà connu que les nouveau-nés souffrant de dysplasie bronchopulmonaire seront plus tard davantage sujets aux infections et plus fréquemment hospitalisés. On présume qu'ils auront tendance par la suite à développer les mêmes maladies pulmonaires que celles observées chez les grands fumeurs. Les médecins ne peuvent néanmoins pas prédire de manière précise les complications à long terme. L'une des raisons est que les facteurs conditionnant cette maladie se sont très fortement modifiés au cours des dernières années: les bébés peuvent désormais survivre à une naissance prématurée dans la 23e ou la 24e semaine de grossesse et viennent alors au monde avec des poumons particulièrement immatures.

D'un autre côté, les prématurés sont traités avec davantage de retenue. Il y a une vingtaine d'années, ils étaient souvent

soumis à une ventilation artificielle à haute concentration d'oxygène et sur une longue durée, ce que l'on cherche aujourd'hui à éviter. En cas de risque de naissance prématurée, on administre de la cortisone à la mère afin de stimuler la production de surfactant, une substance qui empêche l'affaissement des alvéoles dans les poumons développés. Elle peut également être injectée dans la trachée du prématuré immédiatement après la naissance.

D'autres traitements sont testés. Une étude menée à l'Hôpital universitaire de Zurich sur 863 grands prématurés montre que l'inhalation d'un corticoïde après la naissance empêche l'apparition d'une dysplasie bronchopulmonaire. Des injections d'hydrocortisone pourraient donner le même résultat, selon Dirk Bassler, directeur de la clinique de néonatalogie. Une étude internationale de grande envergure cherchera à confirmer cette hypothèse. Le but: s'assurer que l'aide prodiguée aux enfants arrivés trop tôt dans la vie ne nuise pas à leur santé plus tard.

Astrid Viciano est médecin et travaille comme journaliste pour la Süddeutsche Zeitung.

La monoculture n'est pas forcément efficace

Mélanger différents types de plantes peut les aider à mieux pousser. De quoi questionner un dogme agricole: celui de la monoculture.

Par Karin Hollricher

La monoculture est la règle dans les champs cultivés sous nos latitudes. Elle facilite le travail ainsi que la récolte. Cependant, les écosystèmes naturels montrent bien que la variété botanique a un effet positif sur la croissance des végétaux. Cet effet de la biodiversité résulte des interactions entre les différentes plantes ainsi qu'avec le sol. Se pose alors la question de savoir si l'agriculture ne pourrait pas en tirer parti.

«Des études ont été consacrées aux effets de la biodiversité sur les plantes cultivées en champs, mais avec des résultats contradictoires», relève Christian Schöb, spécialiste en agroécologie à l'ETH Zurich. Avec des collègues à Madrid, il a cherché à savoir si ces effets s'observaient également sur les plantes agricoles et dans quelles conditions.

Dans une première expérience, les chercheurs ont cultivé huit plantes, soit en monoculture, soit en culture mixte comprenant deux à quatre espèces végétales. Ils ont comparé leur croissance en relevant la hauteur des plantes ainsi que la surface et la masse foliaire. Les plantes choisies pour l'expérience se répartissent en des groupes fonctionnels très distincts: pois et pois chiches fixant l'azote présent dans l'air, tomates et tournesols comme représentants des plantes herbacées, et graminées fonctionnant avec des types de photosynthèse différents (avoine, blé dur et millet).

«La variabilité génétique des plantes utiles s'est perdue suite à des décennies de domestication.»

Christian Schöb

L'effet observé sur la croissance est plus important lorsque les scientifiques ont combiné des espèces issues de groupes fonctionnels différents - par exemple des tournesols avec de l'avoine ou des tomates avec du millet - que lorsqu'elles appartiennent au même groupe. Dans ce cas, elles utilisent les mêmes ressources, ce qui crée une situation de concurrence. Elles développent des rhizomes similaires, préfèrent des sols et des conditions climatiques semblables, et poussent et mûrissent plus ou moins en même temps. Au contraire, les

espèces présentant des disparités fonctionnelles sont complémentaires et s'influencent de manière positive.

Les plantes sauvages en profitent plus

Christian Schöb et son équipe ont également comparé la croissance des plantes utiles avec celle de plantes sauvages apparentées: «L'effet de la biodiversité était moindre dans les co-cultures des plantes utiles que dans celles des variétés sauvages. Nous pensons que, dans le cas des plantes utiles, la variabilité génétique nécessaire à l'effet de la biodiversité s'est perdue, suite à des décennies de domestication et de sélection visant à ne garder qu'un petit nombre de propriétés telles que le rendement, la robustesse ou encore la résistance aux nuisibles.» Alors que la diversité génétique des plantes sauvages leur permet de mieux réagir aux effets de la sélection expérimentale.

Les gènes qui contribuent à l'effet de la biodiversité n'ont pas encore été clairement définis. Samuel Wüst et Pascal Niklaus de l'Université de Zurich sont déjà parvenus, à l'aide de la plante modèle *Arabidopsis thaliana*, à identifier une région d'un chromosome. «Nous avons été très surpris de

découvrir que des propriétés aussi complexes et encore mal comprises des plantes telles que leur capacité à coopérer reposent sur une base génétique aussi simple», note Samuel Wüst. Il est néanmoins improbable qu'un seul gène soit impliqué.

Christian Schöb et ses collègues examinent désormais si l'effet de la biodiversité se manifeste plus nettement lorsque la co-culture des plantes utiles se prolonge, dans une expérience menée avec huit espèces fonctionnellement distinctes. Dans ce cas, il s'agirait d'une confirmation des résultats obtenus par Bernhard Schmid à l'institut de géographie de l'Université de Zurich: ceux-ci montrent que les effets de la biodiversité se renforcent en raison d'adaptations évolutives entre les espèces coexistantes. «Ce type d'études est extrêmement important pour l'agriculture, souligne Bernhard Schmid. Il reste du travail, mais je suis certain que l'agriculture va changer en profondeur d'ici à dix ans peut-être, et qu'elle sera plus rentable et plus durable en tirant parti de la biodiversité.»

Karin Hollricher est journaliste scientifique à Neu-Ulm en Allemagne.



Les tournesols ne sont pas seulement jolis, ils peuvent aussi augmenter la productivité des surfaces agricoles cultivées. Photo: Keystone/Westend61/Canan Czemmel

AdobeStock/Boris Zerwann



La vaccination est moins efficace chez les nouveau-nés.

Les effets secondaires des anticorps maternels

Les enfants viennent au monde avec les anticorps transmis par leur mère durant la grossesse. Ces protéines reconnaissent les agents pathogènes étrangers et réagissent à leur attaque en activant le système immunitaire de l'enfant, et cela avant même qu'il ait pu produire ses propres anticorps. Cette protection immédiate lui est bénéfique, mais lorsque l'enfant reçoit ses premiers vaccins à l'âge de 2 mois, les anticorps maternels ont un second effet: ils affaiblissent l'efficacité du vaccin en réduisant l'activité des lymphocytes B, les cellules responsables de la production d'anticorps. Certes, de nouvelles doses de vaccin sont de toute façon administrées à l'enfant dans les mois suivants et assurent sa protection. Mais les raisons de cette inhibition de la réponse vaccinale par les anticorps d'origine maternelle sont encore mal connues.

Des recherches menées à l'Université de Genève ont réussi à décrypter en partie ce mécanisme. «Jusqu'ici, nous pensions que les anticorps maternels empêchaient l'activation des lymphocytes B et la formation des centres germinatifs, ces lieux où les lymphocytes B activés sont multipliés», explique Maria Vono, première auteure de l'étude. Mais en observant la réponse immunitaire de souriceaux vaccinés, les scientifiques ont découvert que c'est l'étape suivante qui fait défaut: la phase de transformation des lymphocytes B en plasmocytes, les cellules qui synthétisent les anticorps. Le degré de l'inhibition est proportionnel à la quantité d'anticorps maternels présents chez l'enfant au moment de la vaccination.

Les scientifiques veulent évaluer une solution possible qui consisterait à utiliser des vaccins distincts chez la mère et son bébé. «L'un de nos objectifs est de concevoir de nouvelles stratégies de vaccination capables de surmonter l'inhibition et d'offrir une protection en une seule dose», explique Maria Vono. *Nathalie Jollien*

M. Vono et al.: Maternal Antibodies Inhibit Neonatal and Infant Responses to Vaccination by Shaping the Early-Life B Cell Repertoire within Germinal Centers, *Cell Reports* (2019)

Entre maladies auto-immunes et dépression, pas de lien génétique

On note davantage de dépressions chez les patients atteints de maladies auto-immunes, c'est-à-dire dues à une réaction anormale du système immunitaire. C'est le cas lorsque la pathologie est liée à une prédisposition génétique, comme pour la sclérose en plaques, le psoriasis, la maladie de Crohn ou encore le diabète de type 1. Un consortium international a analysé si des gènes associés au développement de maladies auto-immunes sont corrélés avec un risque accru de dépression. Les généticiens ont étudié le système de gènes dit HLA, situés sur le chromosome 6, et notamment un sous-ensemble dont l'association entre maladies auto-immunes et schizophrénie est établie.

L'équipe a analysé ces variants génétiques chez 45 149 personnes souffrant de dépression et 86 698 individus sains (le groupe contrôle). Le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) a contribué avec des données provenant de 1500 patients et 2000 sujets contrôles. Les résultats montrent qu'aucun variant de gènes HLA jouant un rôle majeur dans la susceptibilité génétique de pathologies auto-immunes ou associé au risque de schizophrénie n'augmentait le risque de dépression. Il ne semble donc pas exister au sein du système HLA de facteur génétique commun à la dépression et aux maladies auto-immunes.

«Il doit donc exister d'autres gènes ou mécanismes biologiques, hors du système HLA, à même d'expliquer l'association entre dépression et maladies auto-immunes observée sur le plan épidémiologique, selon Martin Preisig, chercheur au CHUV et coauteur de l'étude. Cela dit, il faut garder à l'esprit que la dépression constitue un trouble très hétérogène et qu'il est toujours possible que ces variants de gènes HLA soient associés à certains sous-groupes de troubles dépressifs mais pas à l'ensemble des dépressions.» *Marc Gozlan*

K. P. Glanville et al.: Classical HLA alleles and C4 haplotypes are not significantly associated with depression. *Biological Psychiatry* (2019)

shutterstock/Andrew Stripes



La dépression survient plus souvent en cas de maladie auto-immune. Mais pourquoi?



Ce petit ver de 0,5 mm infeste les branchies de poissons – le phytoplancton en profite.

L'impact caché des vers parasites sur les écosystèmes

Les parasites n'influencent pas seulement leurs hôtes; ils peuvent aussi perturber des chaînes alimentaires complètes. C'est la conclusion d'une étude internationale menée par l'institut de recherche de l'eau Eawag. L'équipe a placé des épinoches (des petits poissons répandus dans l'hémisphère Nord) dans de grandes cuves de 1000 litres d'eau pendant un mois. Dans 20 bassins, les poissons portaient des parasites tels que les vers plats de la famille des *gyrodactylus*, qui se nourrissent du mucus de leurs branchies. Dans 20 autres bassins, un traitement avec un vermifuge avait enlevé pratiquement tous les parasites. Cinq cuves sont restées vides pour contrôle.

La comparaison a montré que les épinoches infestées de parasites mangeaient moins de petits crustacés et de larves d'insectes que les épinoches vermifugées. Ce type de zooplancton se nourrissant d'algues microscopiques (phytoplancton), ces dernières ont proliféré. Cela indique que les vers parasites peuvent avoir une incidence sur la productivité de l'ensemble de l'écosystème d'un lac, selon les modèles développés par les scientifiques. La provenance des épinoches a également une influence: l'effet était plus important chez les poissons prélevés dans le lac de Constance que chez ceux du Léman. Cela vient probablement de comportements prédateurs différents dans ces deux populations.

«Même si des recommandations pratiques ne peuvent pas être tirées de nos résultats, note Blake Matthews, dernier auteur de l'étude, ils contribuent néanmoins à une meilleure compréhension des interactions complexes qui existent dans un lac.» *Ori Schipper*

J. M. Anaya-Rojas et al.: An experimental test of how parasites of predators can influence trophic cascades and ecosystem functioning. *Ecology* (2019)

Daniel J. Drew/Wikimedia Commons

Le bon antibiotique grâce au laser

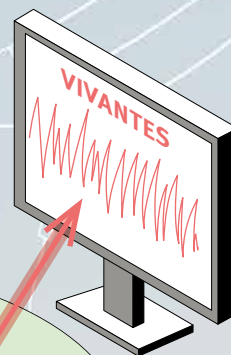
Le test rapide d'une spin-off de l'EPFL détermine l'antibiotique adapté en cas d'infection. Le truc? Un laser mesure les vibrations des bactéries à l'échelle du nanomètre.

Texte: Florian Fisch

Illustration: ikonaut

1 – Problème: administrer rapidement le bon médicament

Lorsqu'un patient est hospitalisé pour une infection grave, une course contre la montre commence. Les médecins doivent trouver rapidement l'antibiotique capable de tuer les bactéries, un mauvais choix pouvant également favoriser l'essor de germes résistants. Les tests habituels prennent de un à deux jours: un temps que les médecins n'ont pas.

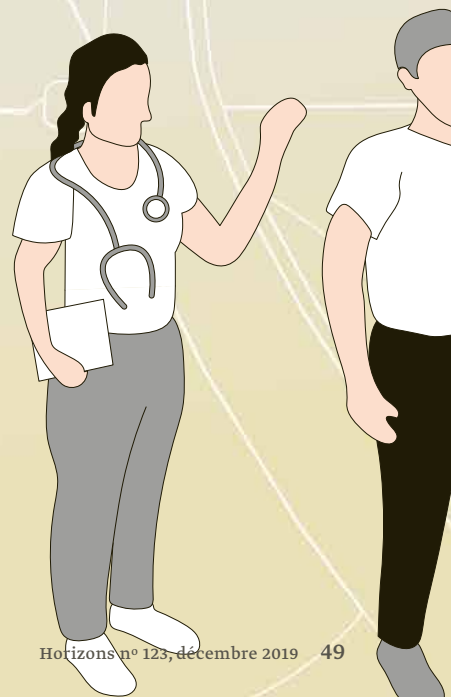
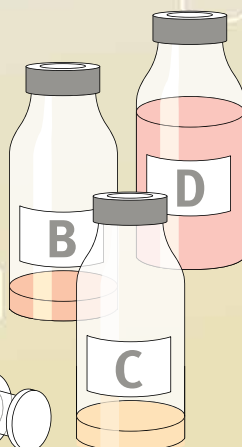
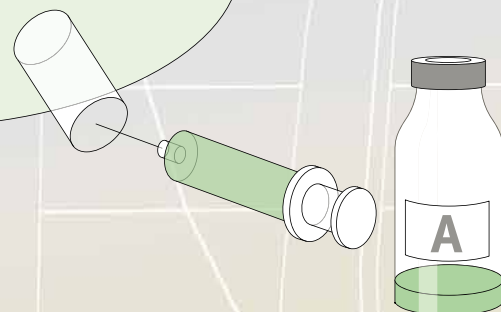
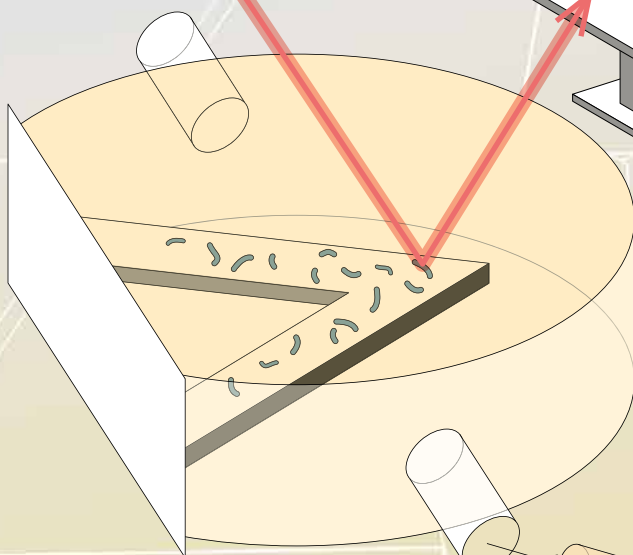
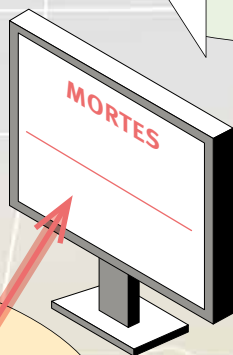


2 – Fait: les bactéries vivantes bougent

Resistell, une spin-off de l'EPFL, a développé une méthode pour mesurer rapidement l'effet des antibiotiques sur les bactéries, sans avoir à faire croître les germes en culture. Elle mesure les déplacements infimes des bactéries. Ce sont ces mouvements qui indiquent que le médicament choisi n'est pas efficace.

3 – Solution: un laser traque les mouvements

Les bactéries sont fixées avec du gel sur une petite plaque de métal de quelques micromètres. Un laser mesure leurs mouvements à l'échelle du nanomètre. Les antibiotiques sont injectés les uns après les autres dans la chambre où se trouve la plaque. Deux heures suffisent à déterminer la substance qui tue les microbes.



Longue vie à un Horizons indépendant!

Par Matthias Egger

«Une université peut-elle développer des armes et générer des connaissances utilisables à des fins militaires? Sur le plan politique, cette question constitue un vrai champ de mines.»

«Le système éducatif suisse semble être en perpétuel changement. Certains saluent des adaptations attendues depuis longtemps, d'autres dénoncent une «réformite» chronique.»

«Qui paiera le CERN de demain? Des feuilles de route veulent faciliter la planification des grandes infrastructures de recherche. Mais une vision à long terme manque souvent pour assurer leur pérennité.»

Ce ne sont là que quelques-unes des déclarations et questions provocantes publiées ces derniers temps dans les pages d'Horizons, le magazine du Fonds national suisse (FNS) et des Académies suisses des sciences. Elles ne font pas toujours l'unanimité, comme le montre le Courier des lecteurs, et elles suscitent parfois de vives discussions au sein du Conseil de la recherche ou du Conseil de fondation du FNS. Pourquoi des institutions conservatrices comme le FNS ou les Académies devraient-elles publier de tels articles? La réponse est simple: elles ne le font pas.

Manu Friederich



Car Horizons dispose d'une rédaction indépendante. Le magazine joue ainsi un rôle important dans la communication scientifique du pays. Ses objectifs: replacer les résultats de la recherche suisse et internationale dans leur contexte en les évaluant de manière critique et stimuler des débats sur les nouvelles technologies, les innovations et la politique scientifique. L'encouragement du dialogue entre la science et la société représente une mission importante du FNS et des Académies. Oui, Horizons est financé par le FNS et les Académies. Mais il ne constitue pas leur magazine officiel: les opinions exprimées dans les articles sont celles de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position des éditeurs.

Pour éviter tout risque de confusion, cette indépendance sera clairement affichée au début et à la fin du magazine. Les logos des deux éditeurs sont relégués aux deux pages institutionnelles qui comprennent la colonne que je partage avec Antonio Loprieno ainsi que des nouvelles de nos deux organisations. Cette partie est séparée visuellement des autres pages – indépendantes – du magazine.

Le succès d'Horizons ces dernières années revient en grande partie au travail visionnaire et créatif de son rédacteur en chef, Daniel Saraga, qui a quitté le magazine. Merci à toi, Daniel, pour ce travail intense et toutes ces provocations!

Matthias Egger est président du Conseil national de la recherche du FNS.

PS : Vous n'êtes pas abonné à Horizons? Il est grand temps de le faire gratuitement ici: www.revue-horizons.ch/abo

Faites quelque chose!

Hervé Chavailleaz for ScienceComm'19



Le journaliste indépendant Mathias Plüss a reçu le prix Média 2019 en septembre dernier lors de la conférence ScienceComm'19 pour son texte paru dans l'hebdomadaire Das Magazin: «Tun Sie was! – eine Anleitung von A bis Z zur Rettung der Welt» (Faites quelque chose! – Un guide de A à Z pour sauver le monde). «Irréprochable du point de vue journalistique et scientifique – original, plein d'humour et dénué de tout moralisme», selon le jury, qui a fait son choix à l'unanimité parmi 31 contributions.

Un héritage pour la recherche

Mathématiques, médecine, cinéma et islam: ce sont les domaines des scientifiques récompensés en 2019 par la Fondation Balzan. La présidente du Conseil national Marina Carobbio Guscetti a remis les prix dotés de 750 000 francs chacun. La fondation est basée sur l'héritage d'Eugenio Balzan, un journaliste et éditeur italien décédé en 1953 à Lugano. Le jury fait montre de flair: il n'est pas rare qu'un lauréat du prix Balzan reçoive par la suite un prix Nobel, comme Michel Mayor en 2019 soit dix-neuf ans plus tard.

Aux origines de l'Univers

SNF/Cornelia Vinzens



L'Univers s'est réionisé il y a 13 milliards d'années: les électrons et les protons des atomes d'hydrogène se sont séparés. Anne Verhamme a utilisé des données du télescope Hubble pour montrer que cette phase avait probablement été déclenchée par le rayonnement de certaines galaxies. L'astronome de l'Université de Genève a reçu pour ses travaux le prix Marie Heim-Vögtlin du FNS en septembre 2019.

Supermatériau utile



La spécialiste des matériaux Nicola Spaldin a reçu en novembre 2019 le prix scientifique suisse de la Fondation Marcel Benoist. Elle est récompensée pour ses recherches pionnières sur les matériaux multiferroïques, des substances qui réagissent aux champs magnétiques et électriques. La chercheuse s'est penchée en particulier sur la ferrite de bismuth, composée de bismuth, de fer et d'oxygène. Les travaux de la professeure de l'ETH Zurich ouvrent des pistes pour la réalisation de puces informatiques miniatures et d'ordinateurs ultrarapides.

Un soutien payant



Le FNS soutient depuis de nombreuses années les lauréats du prix Nobel de physique 2019 Michel Mayor et Didier Queloz. Lors d'une interview, Michel Mayor a remercié le FNS et l'Université de Genève: «Ils finançaient déjà notre travail lorsque la recherche sur les exoplanètes n'avait pas encore l'aura qu'elle a acquise plus tard.» Pour Matthias Egger, président du Conseil de la recherche, «ce prix honore la recherche fondamentale, qui ne peut être financée que par des fonds publics».

Note de la rédaction

Le rédacteur en chef d'Horizons Daniel Saraga a quitté le magazine. Pendant cinq ans, il l'a marqué par sa créativité et sa détermination. C'est par exemple sous son impulsion que les thèmes de politique scientifique ont été ancrés et développés dans le magazine. Grâce à son inlassable questionnement et à ses idées surprenantes, le haut niveau de qualité de la publication a pu être encore élevé. Nous lui souhaitons le meilleur pour l'avenir!

Lettres de lecteurs

Les petites classes ne méritent pas leur mauvaise réputation

Il n'a jamais été prouvé que les élèves issus de petites classes avaient moins de chances que les autres sur le marché du travail (Pédagogie spécialisée dans «50 ans de réforme éducative», Horizons 122, p. 20). Les maîtres d'apprentissage ont toujours fait passer des tests à ces jeunes avant de décider s'ils obtiendraient une place ou non. Il est également totalement faux d'affirmer qu'ils ont été moins encouragés. Dans les petites classes, le soutien était nettement plus ciblé. Les enfants avec des troubles du comportement ou un grave handicap n'ont jamais été intégrés. Certaines communes recommencent à former des petites classes. Une discussion publique a bel et bien lieu. Et la presse se fait régulièrement l'écho des problèmes posés par cette expérience dans l'enseignement.

Riccardo Bonfranchi, pédagogue spécialisé, Wolfhausen (ZH)



Votre avis nous intéresse!

Vous souhaitez réagir à un article? Envoyez-nous un courriel à redaction@revue-horizons.ch ou postez un commentaire sur Twitter @horizons_fr ou Facebook @horizonsmagazine.

Horizons

Le magazine suisse de la recherche paraît quatre fois par an en français et en allemand. Les articles sont disponibles en ligne aussi en anglais. 31^e année, n° 123, décembre 2019.

www.revue-horizons.ch
redaction@revue-horizons.ch

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

L'abonnement est gratuit.
www.revue-horizons.ch/abo

Rédaction

Florian Fisch (ff), codirection
Judith Hochstrasser (jho), codirection
Simon Jäggi (sj)
Santina Russo (sru)
Daniel Saraga (dsa)
Yvonne Vahlensieck (yv)

Graphisme, rédaction photo

2. stock süd netthoewel & gaberthüel,
Valérie Chételat

Traduction

Olivier Huether, Magali Züblin

Correction

Samira Payot

Rédacteur en chef

Christophe Giovannini (cgi)

Éditeurs

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

Académies suisses des sciences

Maison des Académies
Laupenstrasse 7
Case postale
CH-3001 Berne
Tél. 031 306 92 20
info@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 2018, 6500 projets étaient en cours, avec la participation de 16 300 chercheuses et chercheurs. Le FNS constitue 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
Papier: Refutura FSC, Recycling, matt
Typographie: FF Meta, Greta Text Std

Tirage

16 100 (français), 36 500 (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.

«Sans innovations, nous n'avons aucune chance que les Droits de l'homme s'appliquent à tous.»

Ruedi Noser page 30

«L'élan de solidarité de milliers de scientifiques avec les manifestants est nouveau.»

Jasmine Lorenzini page 36

«La police chinoise utilise des mesures de la quantité de drogue dans les eaux usées pour fixer des quotas d'arrestations.»

Matthew Moy de Vitry page 42



Elle est belle à croquer, la belladone –mais un enfant sera tué par quatre fruits, un adulte par une petite douzaine. *Atropa belladonna* est utilisée dans certaines préparations médicinales.

Image: shutterstock/l. Rottlaender