La pluie s'invite toujours à l'approche du week-end.

Penser en chiffres: la statistique 10

Cellules souches contre l'incontinence 28

La réticence des Unis face au plagiat 38

Trop parfait, le cinéma numérique?..... 40

Lutter contre la fraude avec les armes du XXIe siècle

A l'instar d'autres comportements humains, la malhonnêteté, les tromperies et les luttes de pouvoir feront toujours partie de l'univers de la recherche. La question est de savoir comment la communauté scientifique gère ces situations. Elle argue avec raison qu'elle corrige elle-même ses erreurs. Qui d'autre qu'elle, en effet, est à même d'évaluer ces cas complexes? Les hautes écoles ont d'ailleurs commencé, voilà quelques années, à établir des règles et des procédures visant à contrer les agissements incorrects et à promouvoir l'intégrité scientifique. Le fait que les négligences et fraudes dénoncées – du genre de celles reprochées au pionnier des cellules souches Hwang Woo-suk ou à l'ex-professeur en psychologie sociale Diederik Stapel – tendent à se multiplier et que le nombre d'articles scientifiques retirés augmente semble montrer que le mécanisme d'autocorrection fonctionne.

Mais est-ce suffisant? N'est-il pas choquant que des chercheurs coupables d'actes frauduleux dans une université puissent poursuivre leur carrière dans d'autres alma mater sans être inquiétés et qu'il faille en déduire que les institutions de recherche seraient dépassées face à de la fraude à une large échelle au niveau international? N'est-il pas préoccupant que les chiffres réels soient x fois plus élevés que les cas déclarés et que certaines universités refusent de faire connaître le nombre d'affaires traitées ou encore qu'il faille qu'un journaliste lance un blog pour créer de la transparence sur les articles scientifiques retirés? Il est de bon ton de considérer l'intégrité scientifique comme une règle élémentaire de savoir-vivre. Or, c'est minimiser la gravité du phénomène. L'incorrection a des conséquences tangibles, qui peuvent aller du banal gaspillage de fonds à des traitements dangereux appliqués à des patients. Si le monde scientifique ne s'attaque pas de façon convaincante à ces dérives, sa crédibilité en pâtira.

Il serait donc bien inspiré de prévenir les comportements déviants en son sein et d'y mettre fin rapidement. Les exigences sont de plus en plus élevées. Le monde est davantage interconnecté du fait des projets de recherche internationaux, de la mobilité des chercheurs et du développement des médias sociaux. La science est aussi devenue plus compétitive, et les impératifs de publication se font sans cesse plus forts. Ce contexte pousse certains chercheurs à négliger les contrôles, à enjoliver des données, voire à les inventer de toutes pièces. C'est pourquoi la communauté scientifique doit, dans sa lutte contre les fraudes, prendre en compte les réalités du XXIe siècle.

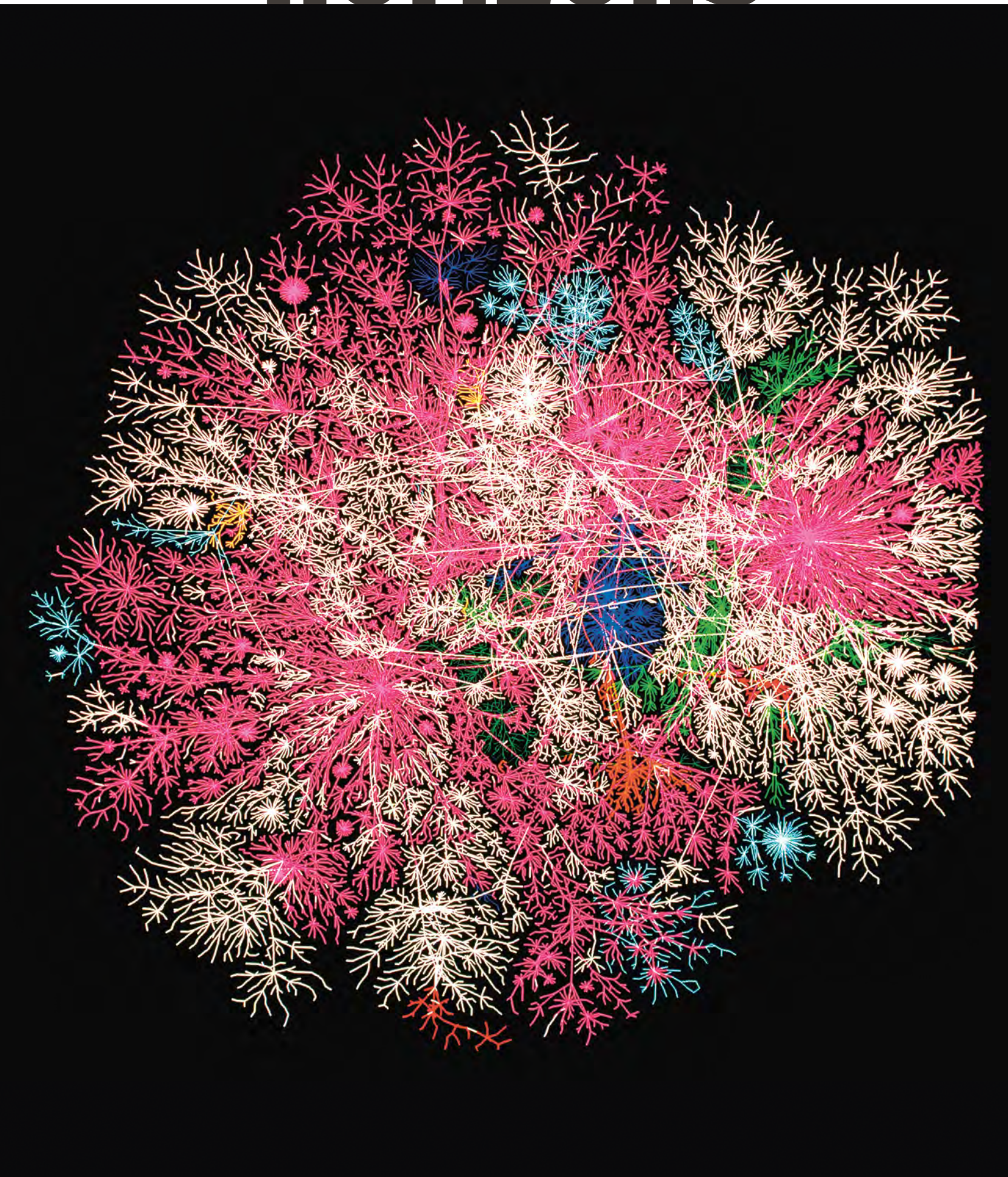
Marcel Falk, rédaction

FNSNF
Fonds national suisse
de la recherche scientifique

Acadé ies
s isses des s iences

Horizons – Le magazine suisse de la recherche scientifique nº 98, septembre 2013

horizons



Sommaire

Katja Rüfenacht

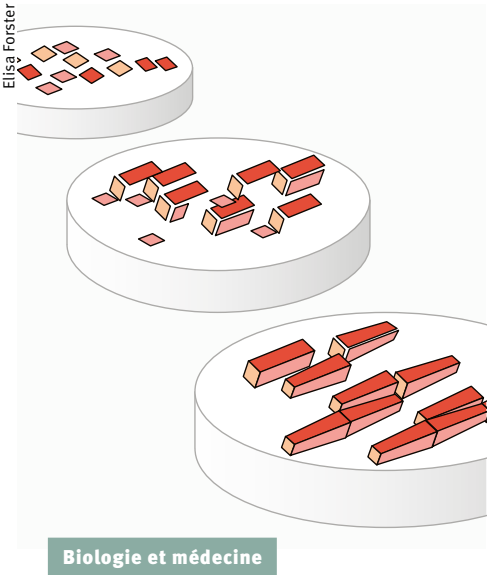
Point fort statistique

10 Penser en chiffres

La statistique s'est imposée dans le monde scientifique et dans la vie quotidienne. En traitant d'énormes quantités de données, elle est censée explorer la réalité de manière approfondie et permettre des pronostics plausibles. Elle fournit toutefois souvent des images biaisées.

28

Elisa Forster



Biologie et médecine

28
Cellules musculaires contre l'incontinence
Des cellules souches devraient redonner du tonus au sphincter vésical affaibli et empêcher les pertes d'urine.

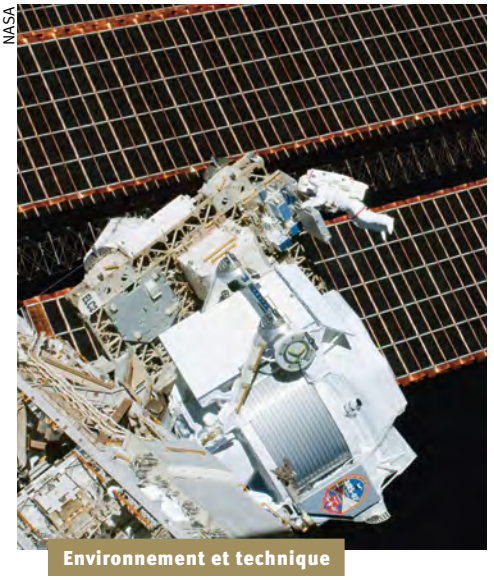
30
Cabinets de curiosités ou biotopes de recherche?
Les collections scientifiques sont considérées à tort comme poussiéreuses.

32
Une trinité sur de vieux arbres
Les lichens pulmonaires, autrefois largement répandus, sont menacés d'extinction.

33
Un cœur capable de se régénérer
Astucieux agent de transfert de gènes
Les médecins ont aussi des préjugés

◂ **Le trafic Internet mondial. Les couleurs des lignes font référence à diverses nations, le rose aux Etats-Unis, le bleu foncé à la Grande-Bretagne, le bleu clair à l'Italie, le vert clair à la Suède, le blanc à des pays non identifiés (Cooperative Association for Internet Data Analysis, University of California).**
Image: CAIDA/Keystone/Science Photo Library

34



NASA

Environnement et technique

38

http://de.guttenplag.wikia.com/wiki/GuttenPlag_Wiki

Culture et société

34
Le mystère de la matière noire bientôt éclairci?
Un instrument de la Station spatiale internationale a peut-être détecté pour la première fois cette substance invisible.

36
Revoir le critère de la tolérance zéro
Les cendres volcaniques représentent un important danger pour les avions. De nouvelles simulations permettent de mieux estimer les risques.

37
Réchauffement climatique et inondations
Matériau réactif inspiré par la pomme de pin
Panneaux solaires: nanofils prometteurs

38
Intègres, les chefs?
Les hautes écoles luttent contre la fraude scientifique, mais ne sont guère armées contre les grosses escroqueries.

40
Le papillonnement de l'image sur l'écran
L'ère du film analogique touche à sa fin. La numérisation du cinéma va-t-elle lui enlever de sa magie?

42
La loi comme objet d'étude
Des juristes ont modernisé le Code des obligations. La balle est maintenant dans le camp du Conseil fédéral.

44
Monnaie d'échange scientifique
Celui qui publie beaucoup obtient postes et argent. Mais la focalisation sur la longueur des listes de publications pose problème.

45
Portraits de villes suisses
Rémunérations abusives?
A la recherche du peuple

En image
6
Marie, la musulmane

Débat
8
Interpréter ou calculer? Approche qualitative ou quantitative en sciences sociales

Questions-réponses
23
Hans-Jörg Rheinberger, que devient le savoir d'hier?

Portrait
24
Olga Sorkine-Hornung, informaticienne

Lieu de recherche
26
Mâles dominants à Bornéo

Entretien
46
Le psychiatre légiste Marc Graf et les délinquants sexuels

Comment ça marche?
49
Les LED, une révolution lumineuse

Coup de cœur
50
Indestructible énergie

En direct du FNS et des Académies
51
Un logiciel pour détecter les plagiats

Marie, la musulmane

Marie sur un âne portant l'Enfant-Jésus dans ses bras, accompagnée par Joseph qui la suit à pied. Cette représentation de la Sainte Famille lors de la fuite en Egypte paraît à la fois familière et insolite. Les traits asiatiques du couple et leurs vêtements sont en effet singuliers. Joseph porte un turban et une sorte de kimono; la Vierge est habillée de vert avec un voile blanc qui recouvre sa tête, sa poitrine et le bas de son visage. Alors que l'on croit reconnaître une scène biblique bien connue, l'iconographie utilisée a quelque chose d'étrange. Cette miniature persane du XVIIe siècle donne à Marie l'apparence d'une femme musulmane.

Contrairement à une certaine tendance actuelle visant, dans le sillage du «choc des civilisations», à insister sur les différences entre christianisme et islam, le théologien Jean-Claude Basset, de l'Université de Lausanne, étudie les figures et thèmes bibliques présents dans le Coran. Des recherches qui ont abouti à une découverte étonnante: Marie est plus souvent évoquée dans le texte coranique que dans le Nouveau Testament. La mère de Jésus est considérée, dans la tradition musulmane, comme un modèle de pureté et de piété pour tous les croyants.

Susanne Leuenberger

Image: Roland et Sabrina Michaud/akg-images

Interpréter ou calculer?

En sciences sociales, la question de la meilleure méthodologie divise les chercheurs. Certains travaillent avant tout de manière quantitative et statistique, les autres de façon qualitative et herméneutique. Avec la mathématisation croissante des sciences sociales, les seconds sont sur la défensive. Quels sont les arguments en faveur d'une approche qualitative et ceux en faveur d'une démarche quantitative?

Valérie Chételat (photomontage)

En sciences sociales, seules les méthodes quantitatives permettent de traiter certains sujets, comme la répartition des revenus. Pour d'autres questions, un bouquet méthodologique ou une recherche qualitative s'impose. Les chercheurs qui opèrent de manière exclusivement quantitative réclament une «unité des sciences sociales» dans l'esprit de la statistique. Mais cette exigence est problématique, car sa mise en œuvre auraient des conséquences majeures: elle mettrait hors-jeu certaines traditions de sociologie interprétative, mais aussi l'ensemble des sciences humaines et culturelles.

La recherche sociale qualitative vise à identifier une généralité dans le particulier et à l'interpréter. Le particulier, cela peut être la circulaire d'un directeur de foyer et la généralité qu'il s'agit d'identifier, «l'esprit» dont est empreint l'action pédagogique dans l'institution. Pour dégager cet esprit, il ne suffit pas de concentrer et de comprimer le contenu d'une prise de position du directeur du foyer. L'identifier dans sa «tonalité qualitative» (Max Weber) nécessite un effort herméneutique, encadré par une méthodologie qui suppose que les chercheurs élaborent leurs propres concepts. Les historiens qui analysent leurs sources, ou les ethnologues qui interprètent certaines pratiques quotidiennes ou certains rituels extraordinaires pour en saisir le sens, procèdent de manière comparable.

Les chercheurs quantitatifs opposent habituellement les arguments suivants à cette forme de recherche: premièrement, si tant est que ce qui est identifié ici est quelque chose d'empiriquement et de scientifiquement tangible, il reste de l'ordre du cas particulier. Deuxièmement, comme le choix de ce cas particulier a été opéré au hasard, rien ne garantit qu'il soit représentatif d'un ensemble d'autres cas. Troisièmement, les connaissances éventuellement mises au jour ne sont qu'une interprétation subjective, qui n'est ni vérifiable de manière intersubjective ni reproductible dans le cadre d'analyses ultérieures.

> «La recherche sociale qualitative vise à identifier une généralité dans le particulier et à l'interpréter.»
>
> Peter Schallberger

Ces objections ne tiennent pas. D'abord, dans le cas de l'esprit éducatif reconstruit à partir de la circulaire, il s'agit bien d'une généralité étant donné que cet esprit confère une empreinte particulière à l'ensemble des interactions pédagogiques et professionnelles dans le foyer. Deuxièmement, le cas particulier étudié n'a pas à être représentatif de quoi que ce soit ni de quiconque, car le discours des chercheurs qualitatifs porte sur la nature des phénomènes sociaux et non sur leur fréquence ou leur diffusion. Si l'objectif du travail de recherche est d'identifier différents schémas éducatifs en foyer, ses auteurs procéderont à d'autres analyses de cas, jusqu'à ce qu'ils ne trouvent plus de nouveaux «esprits» pédagogiques à identifier. Troisièmement, comme dans toutes les opérations scientifiques, l'interprétation des textes est aussi une affaire discursive, même si la démarche doit s'appuyer sur une stricte référence aux données. Enfin, n'oublions pas qu'en général les chercheurs quantitatifs, eux aussi, interprètent leurs données. Sans qu'il soit toujours possible de déterminer clairement si cette interprétation a été méthodologiquement encadrée ou si elle est spéculative.

Peter Schallberger, sociologue, est professeur à la Haute école des sciences appliquées de Saint-Gall (FHS).

«Qualitatif» contre «quantitatif»: cela fait des années que ce démon me poursuit. J'ai fait mes études de sociologie à Berne, au milieu des années 1990, et j'y ai travaillé ensuite en tant qu'assistant. Deux orientations diamétralement opposées divisaient alors l'institut. D'un côté, la sociologie qualitative et interprétative de Claudia Honegger, de l'autre, la sociologie quantitative et formelle d'Andreas Diekmann. En plus de leurs oppositions de contenu, les deux camps vivaient une ségrégation géographique puisqu'ils étaient sis de part et d'autre de la «fosse aux ours». Personnellement, je n'ai jamais trouvé difficile de passer d'un côté à l'autre. Mais en matière de contenu, jeter des ponts était une tâche ardue.

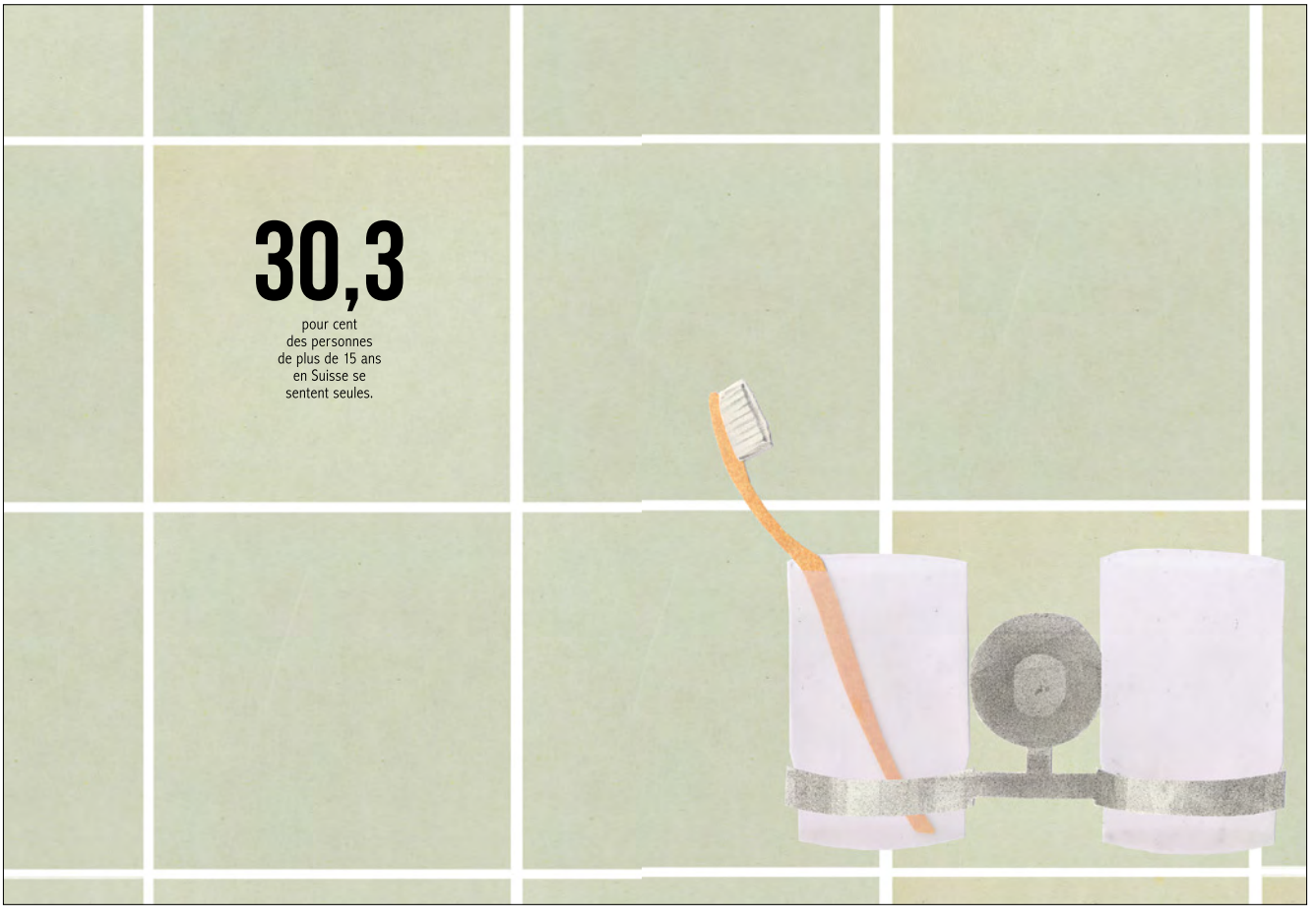
Le qualitatif ne m'a jamais convaincu. La plupart du temps, les sujets des études semblaient captivants, mais leur rendement scientifique s'avérait extrêmement maigre: guère plus qu'un alignement de citations, retranscrites à partir d'entretiens qualitatifs, le tout complété par de pompeuses conclusions philosophico-critiques dont j'étais incapable de dire comment elles avaient pu être déduites des entretiens. Les adeptes de la recherche qualitative me semblaient davantage soucieux de prose esthétique que de connaissance scientifique, s'appuyant, au moins dans les grandes lignes, sur des critères intelligibles.

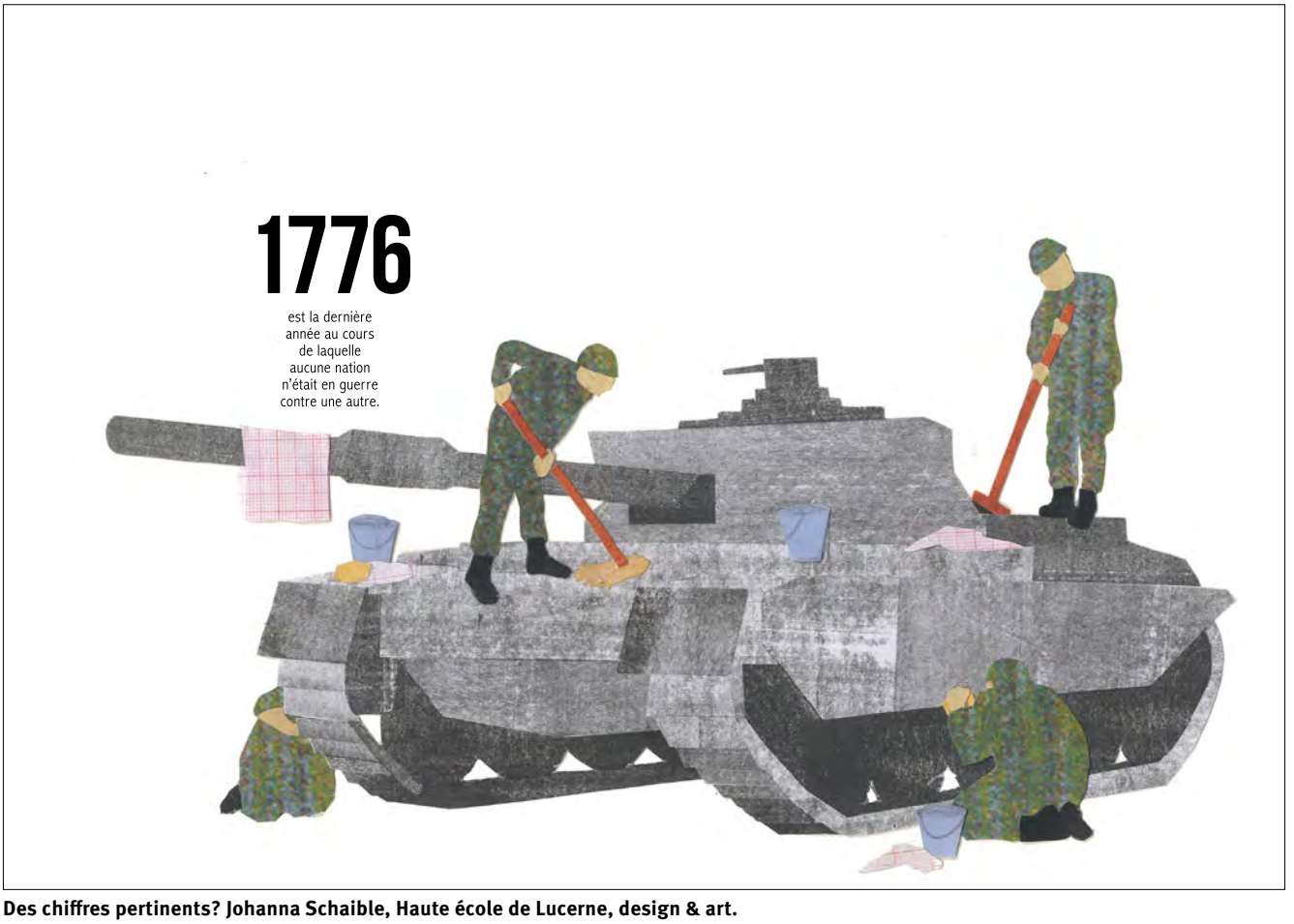
Je l'admets, en matière de recherche qualitative, mes expériences sont restreintes et sélectives. Il existe probablement une recherche sociale qualitative riche qui dément mes propos. Mais mon ignorance marquée par le quantitatif m'a empêché de l'apercevoir. Et puisque nous parlons d'ignorance, l'importance accordée à la discussion sur les méthodes qualitatives et quantitatives est due à l'attrait des dichotomies simplistes qui favorisent précisément l'ignorance, car elles permettent de masquer des domaines entiers sans avoir à se soucier des détails. Or, en sciences, les détails sont fondamentaux. Objectivement, les sciences sociales quantitatives ne font pas beaucoup mieux. Déterminer la problématique en fonction de la disponibilité des données est trop tentant. Comme de s'en remettre à une démarche empirique où les théories ne sont forgées qu'après l'analyse des données. Dans la culture actuelle en matière de publication, les incitations aux raccourcis scientifiques qui ne tiennent pas compte des détails sont par ailleurs trop fortes.

> «Le progrès scientifique nécessite une coordination des efforts de recherche.»
>
> Ben Jann

En raison des particularités de son objet d'étude, la recherche sociale n'est pas une entreprise facile. Et, pour moi, les sciences sociales n'en sont encore qu'au début d'un processus cumulatif d'acquisition de connaissances. Que ces dernières soient qualitatives ou quantitatives n'a pas d'importance. Quant à l'adéquation d'une méthode, elle ne peut être évaluée qu'en fonction d'un objectif de connaissance donné. Il est donc bien plus important de formuler des objectifs de connaissance et des problématiques de recherche clairs, mais aussi de rendre possible l'avènement de cette science cumulative par une démarche méthodologique transparente. Des méthodes de différentes origines peuvent être utilisées pour traiter une problématique, mais il faut mettre un terme à la mentalité actuelle du libre-service. Le progrès scientifique n'est possible qu'au travers d'une spécialisation, couplée à des mécanismes qui garantissent la communication réciproque et la coordination des efforts de recherche.

Ben Jann est professeur de sociologie à l'Université de Berne.





Des chiffres pertinents? Johanna Schaible, Haute école de Lucerne, design & art.

Penser en chiffres

La statistique s'est imposée dans le monde scientifique et dans la vie quotidienne. En traitant d'énormes quantités de données, elle est censée explorer la réalité de manière approfondie et permettre des pronostics plausibles. Elle fournit toutefois souvent des images biaisées.

Le monde sous forme de diagrammes. Les infographies simplifient des thèmes complexes et permettent de visualiser des proportions au moyen de gâteaux, de bâtons ou de colonnes. Dans les médias et les articles scientifiques, nous pouvons ainsi rapidement saisir de quoi il retourne. Les graphiques ne sont toutefois ni neutres ni objectifs. Ils déterminent la manière dont nous appréhendons la réalité, souvent sans divulguer leurs prémisses. C'est ce que mettent en évidence les illustrations sur cette page et sur les suivantes. Elles nous font croire que le monde sous forme de diagrammes est simple et compréhensible.

D'immenses quantités de données attendent d'être intelligemment analysées par des statisticiens. Une profession en plein essor. La statistique continue pourtant d'être considérée comme un mal nécessaire.
Par Valentin Amrhein

L'art de conjecturer

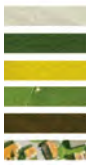
«Le métier de statisticien sera regardé comme le plus sexy au cours des dix prochaines années.» Ainsi parlait Hal Varian, professeur de technologies de l'information et économiste en chef chez Google, en 2008. Car la montagne de données qui nous fait face est d'une ampleur inimaginable. Aux Etats-Unis, la Bibliothèque du Congrès sauvegarde toutes les informations publiques diffusées sur Twitter. Objectif: constituer une base pour des études sur le comportement social humain. Le stock comporterait actuellement 170 milliards de tweets.

La National Security Agency (NSA), Google, Migros et Coop, tous ces acteurs n'ont jamais eu aussi facilement accès aux informations. Car nous présentons de bon gré nos cartes clients, nous laissons nos smartphones communiquer. Et sauvegarder automatiquement des données coûte de moins en moins cher. Dans les laboratoires de recherche aussi, c'est désormais moins l'art d'obtenir des données qui compte que celui de bien rassembler les bonnes, de les analyser judicieusement, de procéder à une interprétation fiable des résultats et de les représenter de manière intelligible. Autant de tâches qui nécessitent des compétences de statisticien. Le cabinet de conseil McKinsey estime que rien qu'aux Etats-Unis, d'ici 2018, il manquera près de 200 000 experts dans ce domaine.

«Malheureusement, bon nombre de gens considèrent la statistique davantage comme un mal nécessaire que comme un outil génial», déplore Beat Hulliger, professeur de recherche économique et sociale à la Haute école spécialisée de la Suisse du Nord-Ouest. Selon lui, on peine à aborder des phénomènes où incertitude et probabilités jouent un rôle de premier plan. Alors que les êtres humains sont en réalité des machines à prédire: nous devons sans cesse estimer quand l'eau se mettra à bouillir, de combien de temps nous aurons besoin pour faire nos courses, et si nos clients aimeront encore tel produit au cas où il renchérit. Pour toutes ces décisions, nous mobilisons des données issues de notre savoir théorique, de notre expérience pratique et des conditions actuelles, pour en déduire une probabilité quant à la survenance de tel fait. Un processus purement statistique. «Aux Etats-Unis, le Business Analytics, c'est-à-dire l'analyse des données opérationnelles d'une entreprise au moyen de méthodes statistiques avancées revêt un grande importance, relève Beat Hulliger. Et les résultats sont intégrés à la planification des affaires.» En Suisse, pour de nombreuses entreprises, tout cela est encore très lointain.

Pourtant, la statistique moderne a ses origines en Suisse. C'est à la fin du XVIIe siècle que le mathématicien et physicien bâlois Jakob Bernoulli a fondé la théorie des probabilités. A l'occasion du 300e anniversaire de la publication de son œuvre phare intitulée *Ars Conjectandi*, l'art de conjecturer, la Swiss Statistical Society organise à la mi-octobre un congrès à Bâle. 2013 a même été déclarée Année internationale de la statistique (www.statistics2013.org).

Vue aérienne fictive montrant comment le canton de Berne utilise ses surfaces agricoles. Montage de Tobias Gutmann, Haute école des arts de Berne.



Céréales (26 607 ha)
Pommes de terre, betteraves (8523 ha)
Oléagineux (2288 ha)
Surfaces herbagères (140 119 ha)
Cultures pérennes et autres surfaces agricoles utiles (12 785 ha)
1 bâtiment correspond à 10 exploitations bio (1196 exploitations)

La Terre est ronde ($p < 5\%$)

A quoi servent les statistiques et que veut dire «significativité»? Alors que la statistique du XXe siècle touche à ses limites, les idées d'un prêtre anglais sont de nouveau d'actualité, malgré leurs 250 ans d'âge. *Par Valentin Amrhein*

Comment un médecin s'y prend-il pour poser un diagnostic? Evaluer le risque de développer telle maladie ou le déroulement d'une affection? Il se base sur les données d'anciens patients. «Tous les processus décisionnels cliniques sont fondés sur la statistique», déclare Andreas Papassotiropoulos, chef du département des neurosciences moléculaires à l'Université de Bâle. Avant d'ajouter aussitôt: «Mais chez les médecins, comme chez les chercheurs en biologie et en médecine, les connaissances dans ce domaine recèlent toujours d'effrayantes lacunes.» A l'image de ce chercheur qui présentait des mesures réalisées sur une souris génétiquement modifiée et sur une souris normale. Lorsqu'on lui a demandé sur combien de souris il avait effectué ses mesures, le chercheur a répondu: «Juste sur ces deux-là. On voit bien qu'il y a une différence.»

Pourquoi aurait-il besoin de se former à la statistique? Prenons un exemple: nous aimerions savoir si, en Suisse, les hommes sont plus grands que les femmes. Le moyen le plus simple d'avoir la réponse, comme dans le cas des souris, consiste à considérer un individu de chaque sexe au sein de la population suisse. Mais il se pourrait que, par hasard, l'homme choisi soit plus petit que la femme sélectionnée. De notre observation, nous conclurions à tort qu'en général les hommes sont plus petits que les femmes. C'est pourquoi, d'ordinaire, les chercheurs se penchent sur des échantillons plus importants, et mesurent, par exemple, la taille de 50 individus de chaque sexe considérés au hasard. Mais comment s'y prendre pour comparer les données issues de ces mesures? Les comparer une à une n'a guère de sens. Nous devons les simplifier, notamment en mettant en parallèle la moyenne des hommes et celle des femmes.

Une moyenne peu significative

La moyenne constitue dès lors un modèle statistique qui ne correspond pas à la réalité. Car aucun individu, en Suisse, n'atteint la taille moyenne au nanomètre près. «On ne peut donc pas dire avec certitude à un patient comment il ira demain, en se basant sur l'évolution moyenne de cas similaires», souligne Andreas Papassotiropoulos.

Gérer ce fait implique une certaine conscience statistique, tant du côté du médecin que du patient. La moyenne est un bon modèle, mais les médecins doivent toujours le compléter avec les données individuelles de chaque patient. Et avec l'avènement de la médecine personnalisée, ces données sont toujours plus nombreuses. La statistique est la compagne permanente de la recherche et de la pratique médicale, et il faut être prêt à se former toute sa vie. Ainsi, le chercheur bâlois estime que dans les hautes écoles et les universités, la formation à la statistique devrait se poursuivre pendant toutes les études.

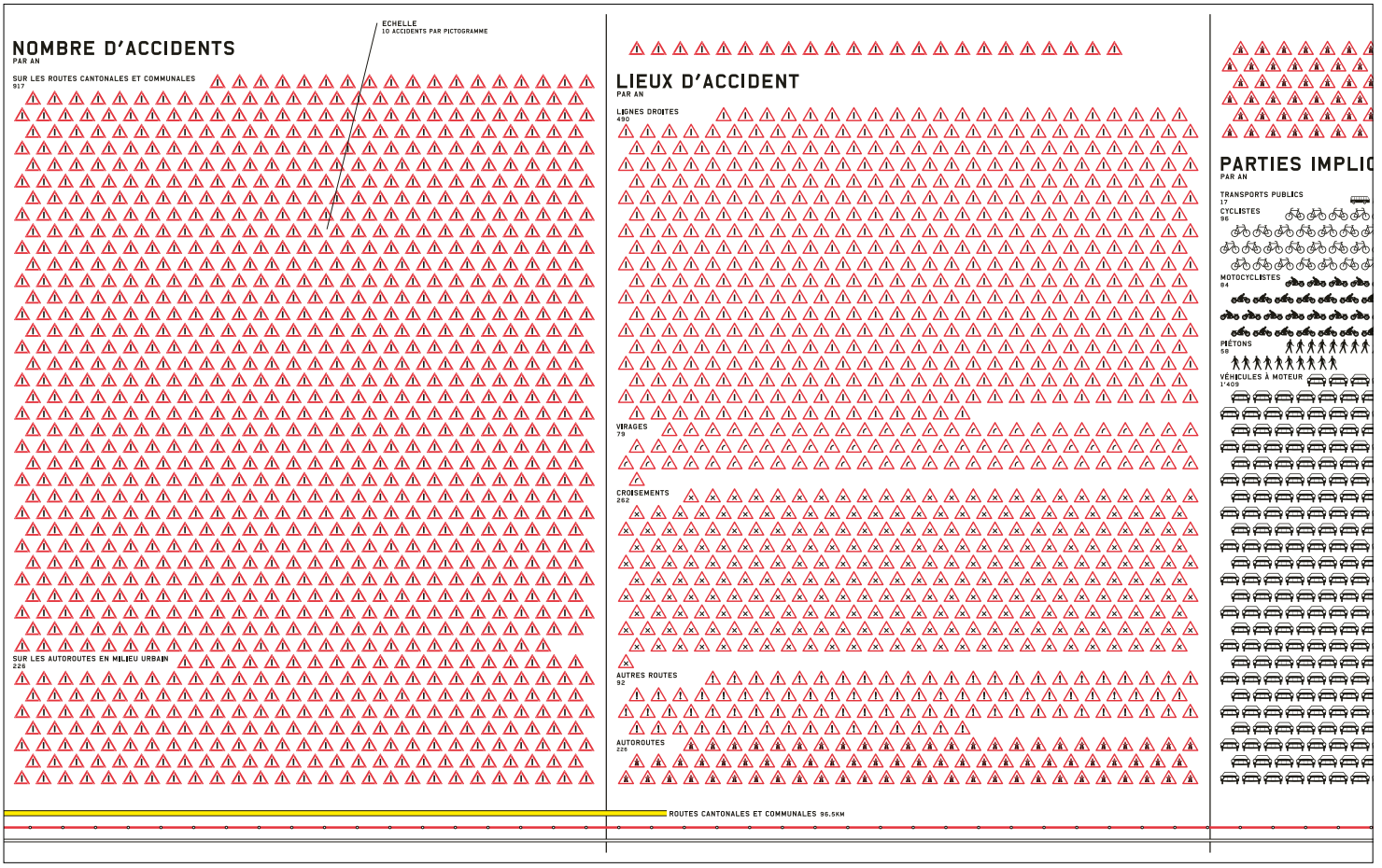
Statistique inductive

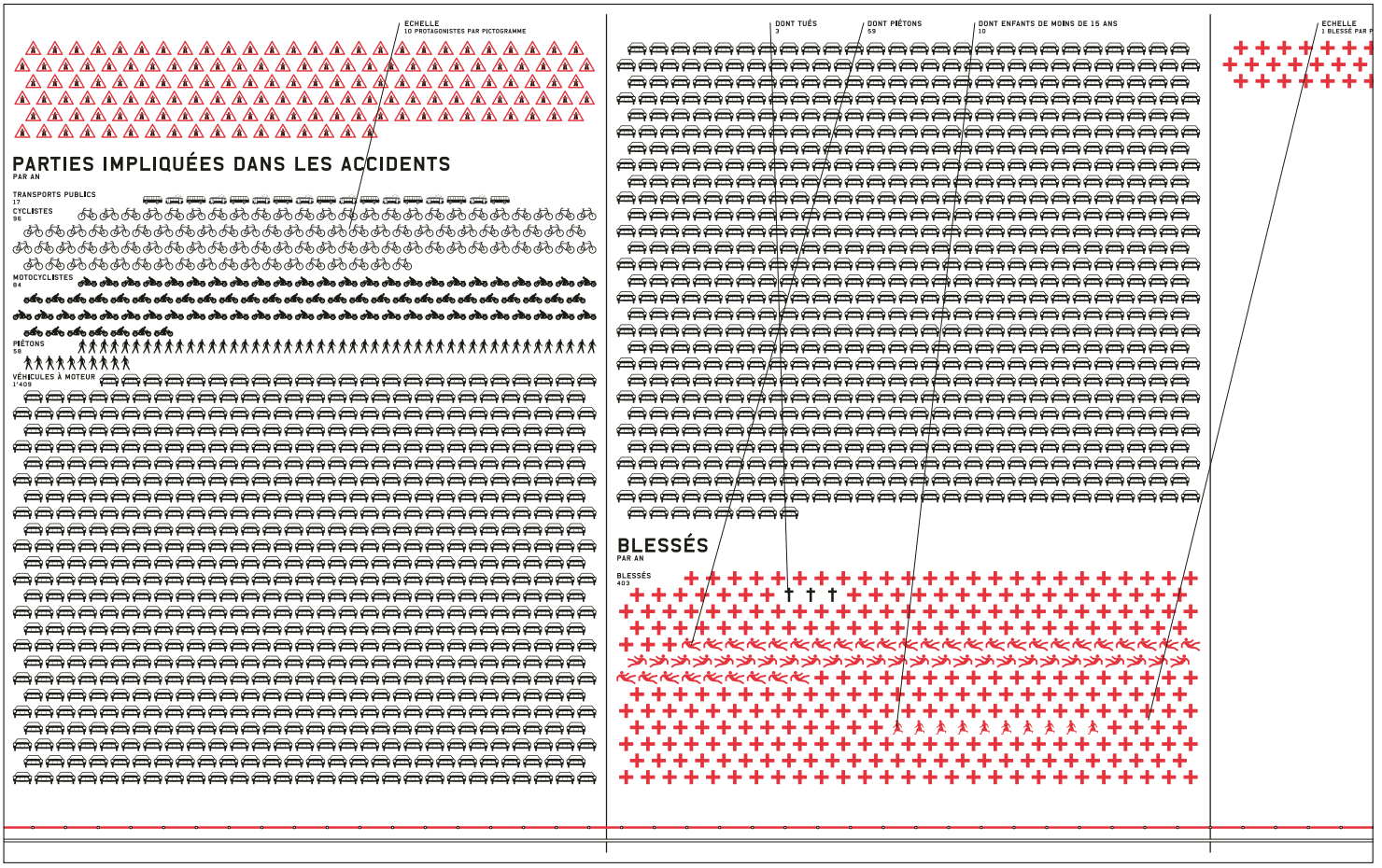
Après tout, on peut même trouver du plaisir à en faire. Un constat qui, dans un projet de recherche, s'impose au plus tard lorsqu'une analyse statistique devient inévitable. Car la statistique est bien davantage que le calcul de statures moyennes et l'art de présenter clairement des données. A côté de cette statistique, dite descriptive, il existe une statistique inductive, qui permet de vérifier des hypothèses scientifiques et de quantifier la «significativité» d'un résultat. Mais que veut dire «significativité statistique»?

Revenons à l'exemple de la taille des gens. Le problème fondamental des échantillons réside dans ce qu'on appelle l'erreur d'échantillonnage. Il se pourrait ainsi que tout à fait par hasard nous n'ayons sélectionné que des hommes de grande taille et des femmes de petite taille. Un simple test statistique permet de voir si la différence entre les valeurs moyennes des 50 femmes et celles des 50 hommes est suffisamment fiable pour qu'il soit effectivement possible de tirer des conclusions sur l'ensemble des personnes en Suisse.

Comprendre le concept de significativité implique un effort intellectuel. Une analyse statistique part de ce qu'on appelle l'hypothèse zéro. Dans notre cas, cette hypothèse zéro serait: les hommes et les

Statistique des accidents de la ville de Berne, 2008. Kaspar Allenbach, Haute école des arts de Berne.


ECHELLE
10 ACCIDENTS PAR PICTOGRAMME
NOMBRE D'ACCIDENTS
PAR AN
SUR LES ROUTES CANTONALES ET COMMUNALES
917
SUR LES AUTOROUTES EN MILIEU URBAIN
226
LIEUX D'ACCIDENT
PAR AN
LIGNES DROITES
490
VIRAGES
79
CROISEMENTS
262
AUTRES ROUTES
92
AUTOROUTES
229
PARTIES IMPLIC
PAR AN
TRANSPORTS PUBLICS
17
CYCLISTES
96
MOTOCYCLISTES
84
PIÉTONS
58
VÉHICULES À MOTEUR
1'409
ROUTES CANTONALES ET COMMUNALES 96.5KM


ECHELLE
10 PROTAGONISTES PAR PICTOGRAMME
PARTIES IMPLIQUÉES DANS LES ACCIDENTS
PAR AN
TRANSPORTS PUBLICS
17
CYCLISTES
96
MOTOCYCLISTES
84
PIÉTONS
58
VÉHICULES À MOTEUR
1'409
DONT TUÉS
3
DONT PIÉTONS
59
DONT ENFANTS DE MOINS DE 15 ANS
10
BLESSÉS
PAR AN
BLESSÉS
403
ECHELLE
1 BLESSÉ PAR P

femmes ont exactement la même taille. Un modèle statistique permet alors de simuler quelle serait la différence qui apparaîtrait entre les valeurs moyennes des tailles des hommes et des femmes si nous prenions à volonté des échantillons de 50 hommes et de 50 femmes. Si la différence de taille que nous avons effectivement déterminée apparaît dans moins de 5% des cas, on dit que le résultat est significatif: la différence de taille que nous avons trouvée serait très invraisemblable au cas où, dans la réalité, les femmes et les hommes étaient bel et bien de la même taille.

La plupart des études en sciences naturelles, sociales ou économiques, en psychologie ou en médecine n'ont la chance d'être publiées que si les résultats sont significatifs. C'est la raison pour laquelle de nombreux chercheurs considèrent la statistique comme nécessaire. Il n'y a qu'un problème: un résultat significatif ne répond malheureusement pas à la question posée par la recherche. Car avec un test de significativité, nous avons seulement vérifié la probabilité des différences entre les valeurs moyennes, si l'hypothèse zéro est exacte (dans la réalité, les femmes et les hommes ont la même taille). Mais comme pour la plupart des hypothèses zéro, il était d'emblée clair, pour celle-là aussi, qu'elle ne se vérifierait pas: où trouve-t-on en effet deux groupes d'êtres vivants ayant exactement la même taille? D'autre part, ce n'était pas l'hypothèse zéro qui nous intéressait, mais celle qui dit que les hommes sont plus grands que les femmes. Or, malheureusement, la statistique classique de l'hypothèse zéro ne nous fournit aucune information sur la probabilité que cette hypothèse soit correcte.

La valeur de *p*

Dans la plupart des cas, la statistique déductive ne fait donc pas ce qu'elle devrait. Pourtant, chercheurs et profanes, journalistes et lecteurs sont particulièrement soumis au mot «significatif» et à ce qu'on appelle la valeur de *p*, qui doit être inférieure à 5% pour être significative (*p* désigne la probabilité de notre résultat, ou d'un résultat encore plus extrême si l'hypothèse zéro est correcte). La critique du test de l'hypothèse zéro est presque aussi ancienne que la valeur de *p*, inventée au début du XXe siècle. Jacob Cohen, grand psychologue et statisticien, a fort brillamment pointé son absurdité et la tendance des scientifiques à lui accorder trop d'importance, dans sa publication critique «The earth is round ($p < 5\%$)», parue en 1994 dans la revue *American Psychologist*.

Trois grands avantages

La statistique classique s'éloigne donc du test de l'hypothèse zéro et se concentre plutôt sur l'identification de schémas au cœur des données pour comprendre les processus qui les gouvernent. Depuis 250 ans environ, il existe une alternative au test de significativité. Elle est l'œuvre de Thomas Bayes, mathématicien et ecclésiastique anglais. Cette forme de statistique présente trois grands avantages. Premièrement, elle rend possible l'intégration des connaissances préliminaires. Il n'est donc pas nécessaire, à chaque saisie de données, de faire comme si personne n'avait jamais étudié le sujet. Deuxièmement, elle permet d'obtenir ce que l'on veut vraiment, à savoir une indication de la probabilité que notre hypothèse soit exacte.

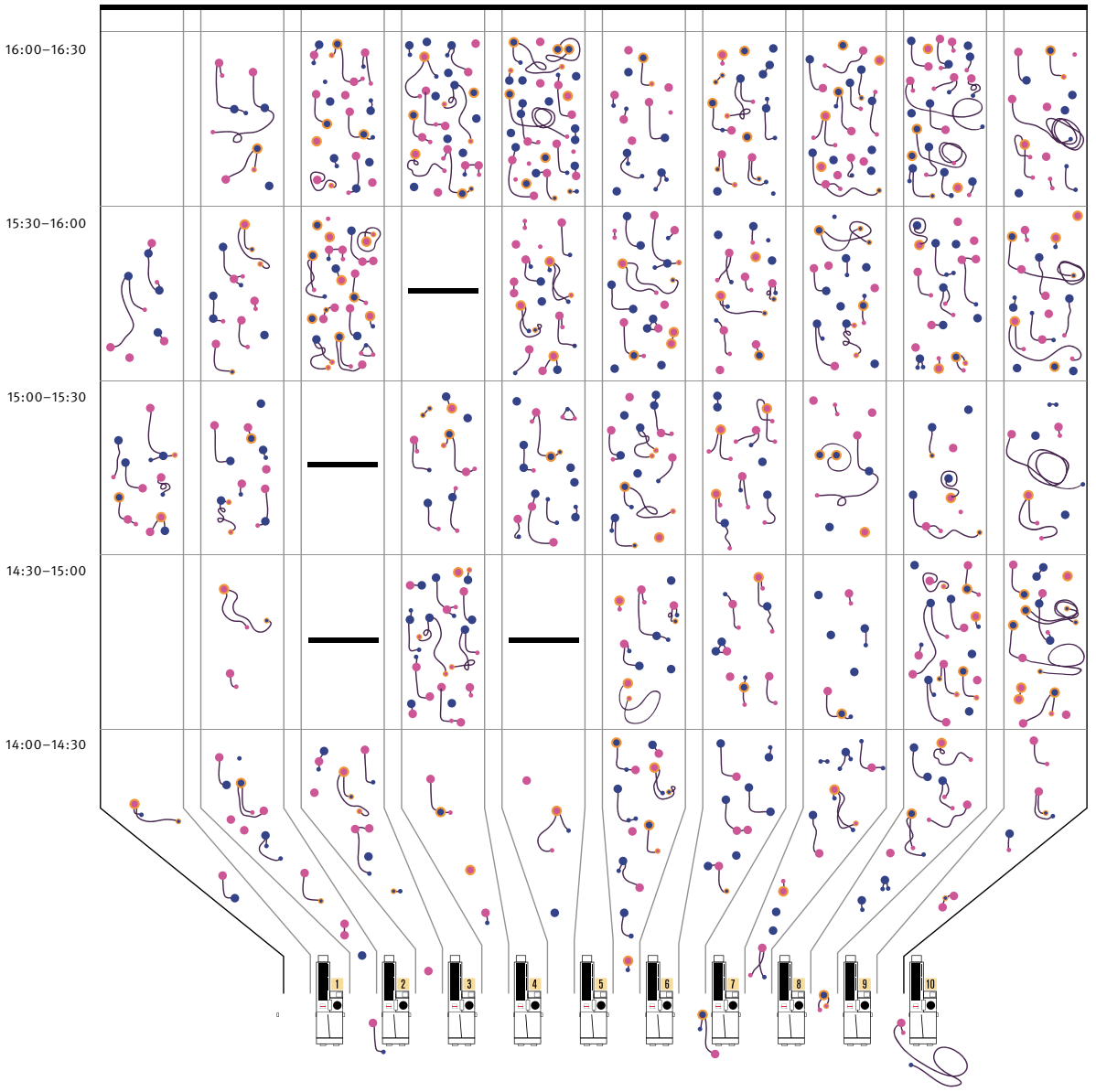
> «La statistique bayésienne permet de calculer des modèles beaucoup plus complexes.»
>
> Penelope Vounatsou

«Le troisième avantage, explique Penelope Vounatsou, statisticienne à l'Institut tropical et de santé publique suisse à Bâle, c'est que la statistique bayésienne permet de calculer des modèles beaucoup plus complexes que les méthodes statistiques classiques.» Les modèles statistiques de l'Institut tropical calculent, par exemple, pour 10 000 villages, combien de personnes contracteront probablement telle maladie à tel moment dans chacun d'entre eux. Une donne face à laquelle les méthodes statistiques classiques seraient dépassées. «Dans les disciplines comme la protéomique ou la génomique, la statistique bayésienne représente l'avenir», poursuit la statisticienne. Ces domaines analysent en effet les fonctions et la synergie de l'ensemble des protéines ou des gènes d'une cellule ou d'un organisme.

Mais pourquoi la statistique bayésienne ne s'est-elle pas imposée voilà 250 ans? Parce que ses modèles sont souvent mathématiquement insolubles en raison de la complexité des intégrales. Ce n'est qu'avec le développement des technologies de simulation, dans les années 1970, couplé à l'avènement d'ordinateurs performants, que les méthodes sont devenues applicables. Certaines d'entre elles font encore débat, comme l'intégration correcte des connaissances préalables dans les calculs. Souvent, il s'agit de méthodes peu standardisées. Il n'existe donc pas de logiciel statistique rendant possible la conduite d'un test bayésien en quelques clics. La question est de savoir si un tel logiciel verra jamais le jour, car pour de nombreuses analyses, des spécialistes sont indispensables. Les chercheurs emmenés par Penelope Vounatsou programment donc eux-mêmes les fonctions informatiques dont ils ont besoin, et ce dans différents langages informatiques.

Andreas Papassotiropoulos a lui aussi engagé un mathématicien pour la conduite d'analyses bayésiennes au Département des neurosciences moléculaires. Il conclut néanmoins en ces termes son plaidoyer en faveur d'une formation continue à vie en statistique, pour une frange aussi large que possible de la population: «Même si, à l'avenir, des spécialistes se chargeront des analyses, cela ne dispense pas les chercheurs, les médecins et autres mandataires de comprendre les méthodes. Car au bout du compte, ceux qui interprètent les résultats et doivent prendre des décisions sur cette base, c'est nous.»

Files d'attente à la caisse du supermarché, le samedi entre 14 et 16 h 30 (2009). Timo de Wit, Haute école des arts de Berne.



Légende

Masculin · Féminin · Nervosité et excitation · Lien & interaction · Age 0–18 · Age 18+

Exemples choisis

Une femme fâchée admoneste son mari

Père et fils payent, mère et fille emballent les achats

Deux amies avec des poussettes

L'enfant fait des glissades, la mère est à la caisse

Couple fonctionnant bien

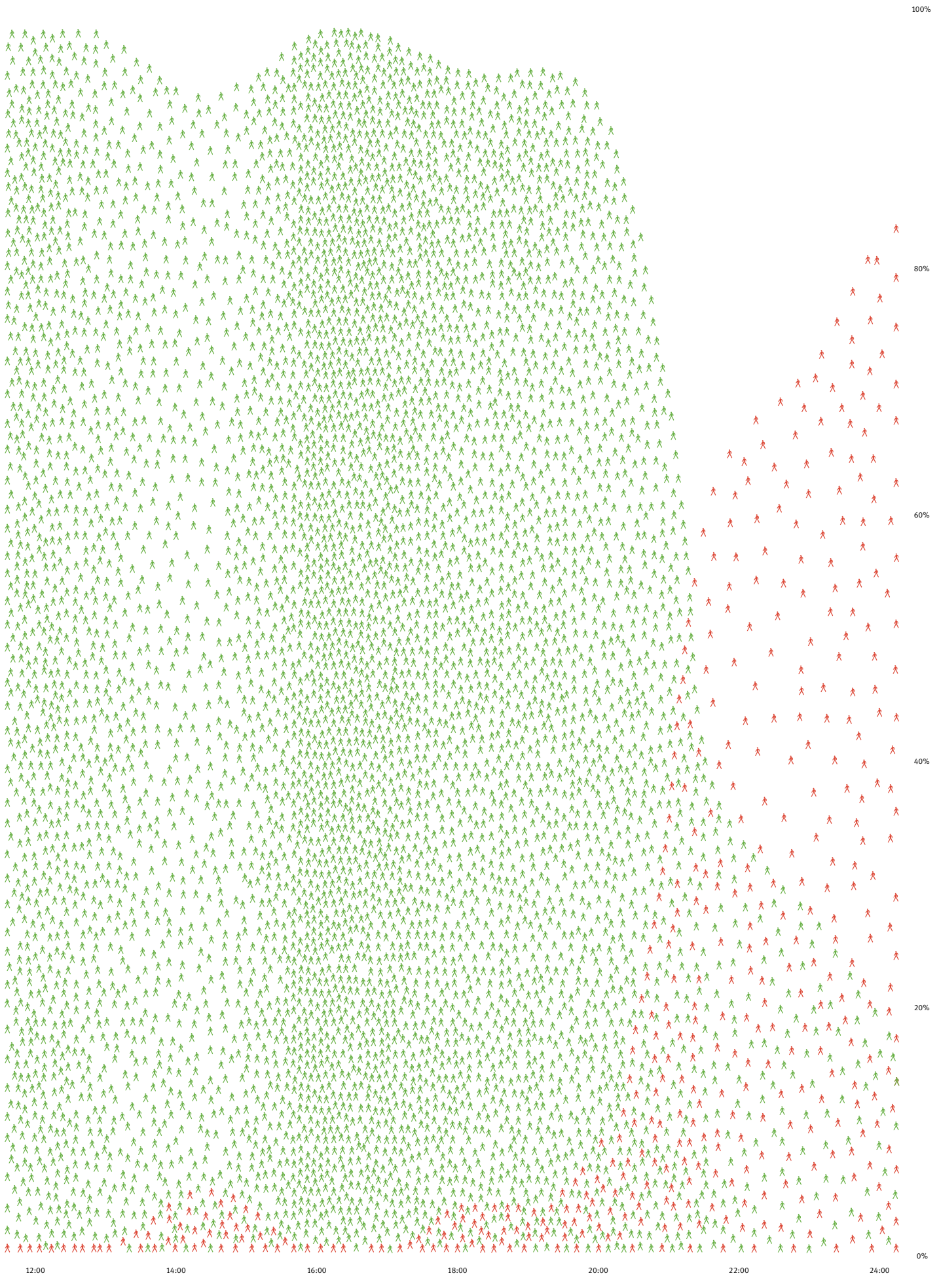
Le père paye, mère et fille se baladent

Un jeune joue le médiateur

Un garçon impressionne deux fillettes (achète une glace)

Père préoccupé par ses enfants turbulents

Les parents se bécotent, la fille emballe les achats


100%
80%
60%
40%
20%
0%
12:00
14:00
16:00
18:00
20:00
22:00
24:00

Inventée par des savants du début des Temps modernes, la statistique a connu un succès foudroyant et sans précédent. Fort utile pour opérer des radiographies socioculturelles, la pensée statistique occulte cependant souvent une partie de la réalité.
Par Urs Hafner

Par-delà l'aspect qualitatif

Le quotidien de boulevard alémanique *Blick* a rapporté récemment les résultats d'une nouvelle étude selon laquelle les lauréats de prix Nobel viendraient plus souvent de pays où l'on consomme beaucoup de produits laitiers. La Suède arrive en tête de ce classement, alors que la Chine ferme la marche. L'hypothèse non dénuée d'humour du chercheur: le lait contient beaucoup de vitamine D, et il est souvent consommé avec du chocolat dont la forte teneur en flavonoïdes améliore aussi les performances intellectuelles.

Alors que cette étude, publiée dans une revue scientifique renommée, aurait pu être interprétée comme une critique du recours candide aux données statistiques, pour certains médias, elle indiquait que la relation de cause à effet suggérée existait vraiment. Et donc, qu'en moyenne, les Chinois étaient moins intelligents que les Européens de l'Ouest. La plausibilité de ces résultats tenait à l'autorité des chiffres. L'étude venait étayer une image de la réalité, tout en témoignant de la puissance de cette image: pour être réel, un phénomène doit se fonder sur des chiffres, correspondre à une moyenne et être considéré comme représentatif.

Les Roumains en queue de liste

Le fait qu'une analyse statistique ne reproduise pas certains clichés mais critique une réalité sociale ne garantit pas qu'elle soit porteuse d'une réflexion. La *Frankfurter Allgemeine Zeitung* a récemment rapporté les résultats d'une étude de l'Unicef selon laquelle les petits Allemands seraient «de plus en plus malheureux» malgré leur aisance matérielle. En termes de niveau de vie moyen, de possibilités en matière d'éducation, de santé et d'environnement, ils arrivent au septième rang européen. Les petits Néerlandais sont en tête, et les jeunes Roumains ferment la marche, au 29e rang. Mais lorsqu'on leur demande d'évaluer leur situation, les petits Allemands se placent en 22e position alors que les petits Roumains restent à la dernière. L'étude montre deux choses: malgré un haut niveau de vie, les enfants peuvent se sentir mal, et dans les pays d'Europe de l'Est, les conditions d'existence des jeunes sont bien plus difficiles que dans les pays d'Europe du Nord.

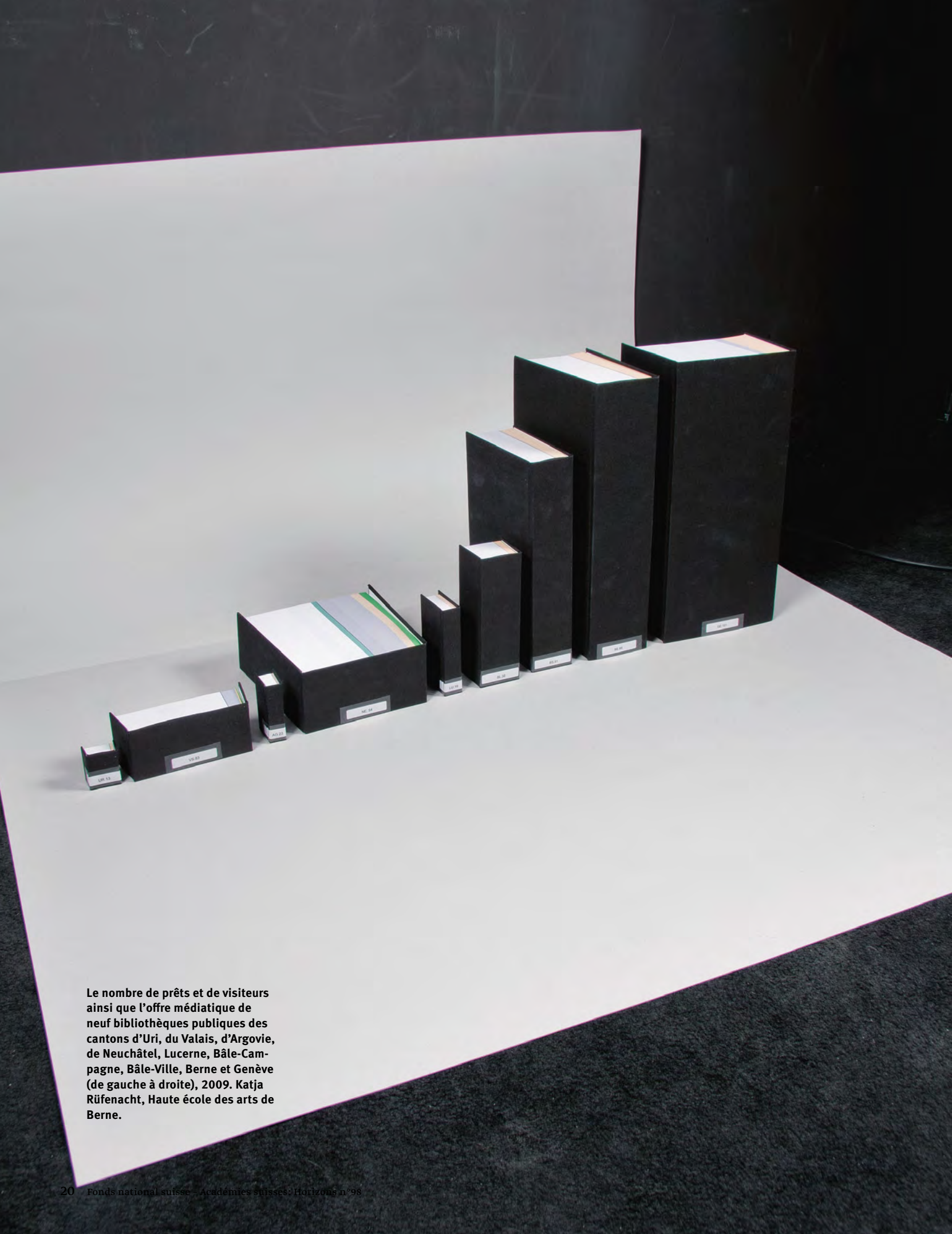
En opérant avec des données quantitatives, l'étude de l'Unicef brosse un tableau superficiel des analyses subjectives des enfants, sous la forme standardisée de moyennes. Le résultat est à double tranchant: ce qui témoigne, d'un côté, des conditions malaisées en Roumanie, cimente, de l'autre, le préjugé, péjoratif au fond, quant à la misère de ses habitants. L'enfant roumain moyen se porte mal, même si ce sujet n'existe pas en tant que tel. En mettant tous les enfants dans le même panier, la statistique façonne sa propre réalité.

La statistique anticipe la réalité

La plupart des médias entretiennent un rapport étroit au registre de la statistique ou de la statistique triviale. Les communiqués et les articles livrant des chiffres jouissent d'une plus grande crédibilité. A l'inverse, les consommateurs se sentent confortés dans leur vision des choses si cette dernière est partagée par l'instance médiatique. Le cercle se referme avec l'omniprésence des sondages d'opinion: les médias ont tendance à produire des contenus correspondants aux désirs des consommateurs, et ceux-ci désirent ce que les médias produisent. Les sondages d'opinion avant les votations sont particulièrement importants pour les médias. Ils accompagnent la foire d'empoigne politique et font peu à peu monter la tension. Mais en même temps, ces prévisions, recueillies à l'aide de méthodes statistiques, sont assimilées au résultat auquel il faut s'attendre. La statistique anticipe la réalité.

Les statistiques jouent aussi un rôle de premier plan en politique et dans l'administration. En matière de politique migratoire ou de politique de la santé, par exemple, presque aucune décision n'est prise sans référence à des statistiques. Les politiciens se légitiment en se positionnant en fonction d'indicateurs socioculturels, telle l'augmentation ou la diminution des demandes d'asile, ou les corrélations entre style de vie et risque de mortalité. En règle

Comportement des passants à un passage pour piétons entre midi et minuit. L'illustration montre combien de gens, suivant l'heure, traversent la rue au vert ou au rouge. Sabine Affolter, Haute école des arts de Berne.



Le nombre de prêts et de visiteurs ainsi que l'offre médiatique de neuf bibliothèques publiques des cantons d'Uri, du Valais, d'Argovie, de Neuchâtel, Lucerne, Bâle-Campagne, Bâle-Ville, Berne et Genève (de gauche à droite), 2009. Katja Rüfenacht, Haute école des arts de Berne.

générale, la dispute politique s'enflamme lorsqu'il s'agit d'interpréter ces chiffres et les mesures qu'ils appellent, mais elle ne porte ni sur les données ni sur la valeur qu'on leur attribue: un accès privilégié à la réalité.

La pensée statistique, ou plutôt son pendant trivial, s'est hissée au rang de forme de connaissance dominante. Elle prétend être objective, ou au moins plus objective que d'autres formes d'interprétation. Ce statut unique, elle l'a obtenu grâce à une étrange interaction entre deux formes d'autorité, par ailleurs tout à fait différentes, pour reprendre les termes d'Alain Desrosières dans sa *Politique des grands nombres*: celle de la science et celle de l'Etat. A partir du XVIIe siècle, la philosophie s'est émancipée de l'autorité de la religion et des princes, développant des modes de pensée qui permettaient d'étayer les décisions concernant l'avenir et de déterminer le degré de fiabilité des connaissances scientifiques (à l'aide du calcul de l'erreur).

Connaissance de l'Etat

En même temps, avec l'absolutisme, les princes gagnaient en influence sur leurs territoires et l'administration de ces derniers. D'après Alain Desrosières, ils avaient besoin d'une statistique, construite comme un «espace d'équivalence cognitif» par rapport à la réalité, à l'aide de laquelle ils pouvaient décrire, administrer et former les sociétés. L'Allemagne, avec ses innombrables principautés, a joué un rôle pionnier dans l'élaboration de cette statistique. Le terme même – connaissance de l'Etat, en allemand – est aussi une création lexicale de Gottfried Achenwall, juriste et historien allemand (ou de l'un de ses collègues). L'Angleterre, en revanche, a connu le développement de l'arithmétique politique et des techniques de calcul, alors que la France a produit de savantes descriptions et enquêtes empiriques.

Ces branches statistiques ont d'abord coexisté, et elles étaient très contestées. La statistique allemande, notamment, a fait l'objet, au début du XIXe siècle, d'une critique sévère dans une revue scientifique majeure de l'époque, les *Göttingischen Gelehrten Anzeigen*: «Ces pauvres bouffons diffusent l'idée folle selon laquelle il serait possible de prendre la mesure de la puissance d'un Etat en connaissant sa superficie, sa population, son revenu national et le nombre d'animaux qui broutent dans ses enclos.» Un demi-siècle plus tard, plus personne ne songeait à présenter la statistique (en tant que moyen de connaissance) comme une affaire de fous, du moins personne parmi les employés des nombreux services statistiques étatiques qui venaient d'être créés. En comparaison internationale, le Bureau fédéral de la statistique – l'actuel Office fédéral de la statistique – a vu le jour tard, en 1860 seulement. La Suisse républicaine et fédérative, à ses débuts, faisait preuve de réticence envers cette description chiffrée de la société.

Un rôle dans la lutte sociopolitique

La percée de la statistique moderne, telle qu'elle est appliquée aujourd'hui en sciences et en politique, s'est produite aux des Etats-Unis, au milieu du XXe siècle. Le champ statistique a été internationalement unifié dans le paradigme mathématique: sondages d'opinion sur la base d'échantillons représentatifs, comptabilités nationales et recours à l'informatique. La statistique a joué un rôle important dans la lutte sociopolitique autour du développement du capitalisme et de ses institutions sociales, car elle permettait de recenser les nécessiteux et les biens nécessaires à leur existence, mais aussi de se disputer à leur propos. A noter que le recul de l'Etat social, en cours depuis quelques années et politiquement tout aussi contesté, se réfère lui aussi à des connaissances issues de la statistique.

Ces connaissances ne sont pas seulement produites par une statistique basée sur des mathématiques sophistiquées dont les opérations ne sont comprises que par certains spécialistes, comme c'est largement le cas au sein des Ecoles polytechniques fédérales. Sous l'égide des «sciences dures», et plus récemment du «big data», les méthodes quantitatives se sont établies dans la plupart des disciplines. Réservées traditionnellement aux sciences naturelles, elles ont aussi, depuis plusieurs décennies, fait leur entrée dans les sciences sociales.

Les sciences politiques, la psychologie, l'économie et une partie de la sociologie copient désormais le modèle des sciences naturelles. Leur fierté d'avoir transformé ces disciplines, autrefois «molles» et «imprécises», en sciences «véritables» est manifeste. Mais cela signifie aussi que seuls certains pans de la réalité sociale sont répertoriés: les portions quantifiables et reproductibles par l'expérimentation. Tout le reste – ce que Max Weber appelait «l'aspect qualitatif» – reste invisible: le mental, l'interprétatif, les sentiments mais aussi les actes, autrement dit la réalité sociale, tantôt figée et tantôt fluide.

La statistique est la discipline-phare de la planification et du contrôle socio-technologique de la société d'aujourd'hui. A travers elle, les instances médiatiques, politiques et scientifiques produisent un certain type de réalité: le monde tel un agrégat monochrome de chiffres et de proportions. Et sous la houlette de la statistique, la société cherche à s'assimiler à cet agrégat.

Les données ont leurs détectives

Adapter des modèles à la réalité, même s'ils restent des approximations: c'est à cela que travaillent les statisticiens.
Par Simon Koechlin

«La statistique est un travail de détective, explique Anthony Davison. On sonde les données à la recherche de points de repère, dans le but de comprendre ce qu'on voit.» Professeur de statistique à l'EPFL, ce chercheur étudie notamment les événements extrêmes: vagues de chaleur et pluies diluviennes, records sportifs ou krachs boursiers. Il développe des méthodes qui permettent de comprendre la fréquence ou le risque d'événements rares, à l'aide de modèles statistiques.

Pour ce faire, il n'existe pas de recette toute faite. «Les possibilités de modéliser ces événement sont nombreuses, explique Anthony Davison. Mais lorsqu'on commence le travail, on se concentre sur les méthodes, en fonction de leurs propriétés mathématiques.» Une fois que l'on a trouvé une structure statistique adaptée, on procède à un test de crédibilité, en vérifiant si les formules sont compatibles avec les données relatives aux vagues de chaleur ou aux précipitations. Le plus souvent, il faut ensuite tout reprendre au début, pour adapter, améliorer et affiner le modèle. «Il est décisif que celui-ci restitue les données de manière conforme», poursuit le statisticien.

Identifier les paramètres pertinents

Les données sont tout sauf une denrée rare. «Par le passé, on mesurait la pression artérielle ou le pouls, note Sara van de Geer, professeure de statistique à l'EPFZ. Alors qu'aujourd'hui, dans une étude médicale, il est courant que l'on détermine 20 000 gènes chez chaque participant, pour ensuite savoir lesquels d'entre eux influencent une maladie donnée.» L'art des statisticiens réside dans leur capacité à identifier les paramètres pertinents pour un questionnement donné. Sara van de Geer consacre sa recherche à une méthode appelée LASSO, qui a gagné en popularité ces dernières années. «Le LASSO permet des prévisions presque optimales», explique-t-elle. Mais seulement presque. Si l'on reproduit l'expérience qui fournit les données pour un modèle LASSO, la prévision se modifie aussi quelque peu. La tâche du statisticien consiste à procéder à une estimation de ce genre de variabilités. Mais dans le cas du LASSO, celle-ci est mathématiquement impossible: «Pour mon travail de détective, je dois donc me fixer d'autres objectifs, explique la chercheuse. J'examine en détail seulement quelques paramètres au lieu des 20 000, par exemple.»

> «L'incertitude reste inhérente à la statistique.»
> Sara van de Geer

La manière de procéder est toujours la même: développement de méthodes, programmation et production de preuves mathématiques. Mais les statisticiens doivent aussi collaborer avec des personnes qui, le reste du temps, n'ont pratiquement jamais affaire aux mathématiques, rappelle Anthony Davison. Et les applications venues d'autres domaines influencent aussi leur travail, ajoute-t-il. De nombreux principes fondamentaux en statistique ont leur origine dans une application. Comme le principe de la randomisation. Ce procédé a été inventé par le chercheur britannique Ronald A. Fisher pour conduire des expériences en agriculture. Aujourd'hui, il est appliqué dans la plupart des branches scientifiques, notamment en médecine, où les sujets participant aux expériences sont attribués au hasard à différents groupes de traitement.

Toutefois, l'incertitude reste inhérente à la statistique, rappelle Sara van de Geer. Même le meilleur des modèles demeure une approximation de la réalité. Et Anthony Davison de préciser: «Dans le cas des prévisions climatiques, on part souvent du principe que l'avenir se comportera comme le passé. Mais personne ne sait si c'est vrai. Dans l'hypothèse inverse, il faudrait reconsidérer l'utilisation faite jusqu'ici des données collectées pour les prévisions.»

Mais c'est précisément cette interaction entre l'abstraction et la réalité que le scientifique trouve si stimulante. Il travaille actuellement à un modèle qui décrit la progression et le déroulement de violentes tempêtes de pluie: «Quand on réalise que le monde réel se comporte effectivement comme le modèle, c'est fascinant», note-t-il.

«Un ralentissement serait bénéfique»

Le cas de figure idéal, où le savoir moderne absorbe le savoir ancien, n'est pas la norme, affirme Hans-Jörg Rheinberger, historien des sciences.

Fernanda Solinger

Les sciences vivent de la réflexion de certains individus et de leurs efforts pour vérifier leurs hypothèses. Mais comme seule la nouveauté compte, nombre de pensées intelligentes restent en friche. Que devient le savoir d'hier?
C'est une question passionnante, une grande interrogation. Le savoir se périme de différentes manières. Dans le cas de figure optimal, le savoir ancien fournit l'outil pour de nouvelles questions. Deuxième possibilité: il est marginalisé, sans avoir été contredit ou falsifié. La majeure partie du savoir qui se constitue sur le plan scientifique finit de la sorte. Ce qui ne signifie pas qu'il soit dénué d'importance, ou ne puisse pas redevenir pertinent. Troisième possibilité: le savoir tombe dans l'oubli, se retrouve hors contexte. A tort, souvent.

En matière de recherche sur le cerveau, certaines discussions actuelles semblent répéter les débats du XIXe, voire du XVIIIe siècle, sans s'y référer pour autant.
Les cycles de mémoire des sciences se raccourcissent. En sciences naturelles, les écrits considérés comme dignes d'être cités ont, au plus, cinq à dix ans; tout ce qui est au-delà n'est plus mentionné, ou alors considéré comme faisant partie du «on sait que ...», ce qui signale que les connaissances anciennes ont été absorbées par les nouvelles. Les sciences connaissent une amnésie, liée à leur discours de l'innovation.

Que prescririez-vous contre cette amnésie?
Il conviendrait d'intégrer dans les sciences, notamment les sciences naturelles, ce qui va de soi dans l'art: le fait qu'elles ont une histoire. Soumettre cette dernière à une réflexion permanente devrait être une composante fondamentale de notre culture. Les sciences humaines et sociales, mais aussi les sciences naturelles devraient avoir mieux conscience du fait qu'elles sont partie intégrante de cette culture. Et par rapport à la cadence effrénée des publications, un certain ralentissement serait bénéfique à toutes les sciences.

> «Les sciences connaissent une amnésie liée à leur discours de l'innovation.»

Sous le régime de l'innovation, la biologie paraît plus productive que la philosophie, dont les réponses ressemblent parfois à celles qu'elle apportait il y a deux mille ans.
Je ne comparerais pas directement les sciences du vivant, qui procèdent de manière empirique, avec la philosophie, qui est une science de la réflexion. L'histoire des sciences humaines montre toutefois qu'ici aussi, on assiste à des renouvellements, par exemple en théorie des médias ou en épistémologie historique, pour ne prendre que le dernier demi-siècle, voire à des «révolutions coperniciennes». Pensons à Kant, qui a renouvelé la philosophie par la critique.

Kant travaillait dans son petit univers de Königsberg. Les grands tournants peuvent-ils aussi venir d'impulsions extérieures?
Prenons l'exemple du projet du génome humain, financé par le Congrès américain. L'objectif fixé par le politique était de déchiffrer le livre de la vie. Or, à leur grande surprise, les scientifiques n'ont trouvé que 20 000 gènes (contre les 100 000 attendus), et un vaste terrain inconnu avec. C'est ainsi qu'est née l'épigénétique. Le résultat non anticipé de la recherche a déplacé le centre du questionnement. Cet exemple prouve qu'il est impossible de tirer une frontière nette entre un renouveau venu de l'intérieur – des scientifiques – et un renouveau venu de l'extérieur – du politique.
Propos recueillis par Urs Hafner

Hans-Jörg Rheinberger est directeur à l'Institut Max Planck d'histoire des sciences et professeur honoraire d'histoire des sciences à l'Université technique de Berlin. Il a étudié la philosophie et la biologie moléculaire. En 2006, il a reçu le Prix Cogito. Hans-Jörg Rheinberger publie aussi des poèmes.

Déjouer les difficultés, c'est s'amuser!

Olga Sorkine-Hornung est informaticienne, spécialiste de la simplification de formules mathématiques. Son travail permet notamment de doter les personnages de dessins animés de grimaces plus vraies que nature et de personnaliser les appareils auditifs des malentendants. *Par Leonid Leiva*

Valérie Chételat

La première rencontre d'Olga Sorkine-Hornung avec un ordinateur remonte à son enfance: écolière de deuxième année primaire et pionnière des jeunesses communistes en URSS, elle avait alors 8 ans. «Mon père me faisait visiter l'Institut de physique à Moscou où il était chercheur, se souvient-elle. Nous nous sommes retrouvés face à une gigantesque station de travail. Seules deux couleurs s'affichaient sur les écrans: le noir et le vert.» Son père lui avait alors expliqué que les mathématiques permettaient de créer des images sur cet écran. Ce premier face-à-face et cette information ont marqué la fillette.

Une nouvelle rupture s'est produite cinq ans plus tard, lorsque ses parents ont décidé de quitter la Russie et de débuter une nouvelle vie en Israël, pour leur fille notamment. Mais Olga, alors adolescente, a eu bien du mal à apprivoiser sa nouvelle patrie d'adoption. Pour une «nerd», comme elle se décrit elle-même, locutrice d'un hébreu émaillé de consonnances slaves, l'intégration à l'école n'a pas été sans peine.

Ses résultats scolaires supérieurs à la moyenne ont été sa bouée de sauvetage. «En Israël, on a beaucoup d'estime pour la réussite scolaire», relève Olga Sorkine-Hornung. Elle a donc pu entamer à 15 ans des études de mathématiques et d'informatique à l'Université de Tel Aviv, qu'elle a poursuivies durant son service militaire, obligatoire pour les femmes en Israël. Résultat: à 19 ans, elle décrochait son premier diplôme universitaire.

Cette réussite précoce lui a permis de démarrer une carrière internationale de chercheuse à Berlin et à l'Université de New York. Puis elle a été nommée professeure assistante à l'EPFZ. Son déménagement de la Big Apple sur les bords de la Limmat a été pour elle l'occasion de rejoindre son partenaire, mais aussi de se retrouver au sein de l'un des meilleurs instituts du monde dans le domaine de l'infographie.

A 32 ans, sa passion pour les images animées générées par ordinateur devient son métier. Avec son travail, Olga Sorkine-Hornung contribue au réalisme croissant des dessins animés. Elle s'intéresse particulièrement à la peau, qui se déforme lorsque l'on grimace, par exemple. Une tâche plus complexe qu'il n'y paraît, car les équations différentielles qui décrivent ces déformations sont compliquées.

Travailler avec Walt Disney

En collaboration avec des géants de l'industrie du cinéma, tel Walt Disney, l'équipe emmenée par Olga Sorkine-Hornung intègre ce genre d'équation dans des modèles qui réduisent les temps de calcul. Mais les chercheurs ne peuvent pas se contenter de faire l'impasse sur n'importe quelle étape de calcul pour décharger l'ordinateur, car duper l'œil n'est pas une mince affaire, explique la chercheuse. Le modèle doit donc cerner les éléments essentiels d'une attitude pour que cette dernière semble réaliste. Au final, ce sont les spectateurs qui décident si le monstre vert ou l'héroïne gracile répondent à leurs attentes. Son travail fait sauter les frontières des disciplines, et pour Olga Sorkine-Hornung, cela le rend encore plus passionnant.

Sa recherche suppose une habileté mathématique, mais aussi des connaissances sur les ressources techniques des

«En Israël, les chercheuses concilient couramment carrière et vie de famille.»

ordinateurs. Dans le domaine, la formule magique s'appelle parallélisation. Il s'agit de fragmenter un calcul complexe et de faire exécuter ces fragments par plusieurs processeurs. La manœuvre est ingénieuse, car actuellement la vitesse des processeurs n'augmente plus guère. Ce qui n'est pas le cas du nombre de processeurs par puce.

Il n'y a pas que l'industrie du divertissement qui profite de la recherche d'Olga Sorkine-Hornung. Son logiciel épaule les architectes lorsqu'ils projettent un bâtiment qui doit se passer de liant comme le mortier, et être modifié pour satisfaire aux lois de la statique. Le logiciel calcule en quelques secondes la meilleure approximation, compatible en termes de statique, pour la forme prévue. La chercheuse et son équipe sont appelés encore à travailler à l'interactivité du programme, lequel n'est pas encore doté d'une surface utilisateur intuitive.

Femmes et informatique

Récemment, Olga Sorkine-Hornung s'est mise à exercer sa créativité sur un nouveau terrain. Les fabricants d'appareils pour malentendants adaptent la forme de leurs produits à celle des conduits auditifs de leurs patients, qui doivent donc faire l'objet de mesures très précises. Les données générées par ces mesures sont d'une telle complexité que la production du modèle 3D, à partir duquel l'appareil auditif sera fabriqué, prend beaucoup de temps. Le nouveau logiciel est appelé à réduire cette durée et donc à raccourcir l'attente des patients.

A côté de ses activités de recherche, Olga Sorkine-Hornung s'engage en faveur d'une hausse du nombre des femmes en sciences informatiques. Elle participe à un programme de l'EPFZ qui propose aux gymnasiennes un cours à l'essai, avec de l'enseignement mais aussi des visites d'entreprises telles que Microsoft ou Google. La chercheuse souligne avec fierté que nombre de doctorantes en informatique de l'EPFZ ont suivi ce cours.

Reste que les femmes ne représentent que 13% des étudiants de première année. Olga Sorkine-Hornung va donc poursuivre ses efforts, même si elle estime que c'est aussi à la société dans son ensemble de s'y atteler: «En Israël, les chercheuses concilient couramment carrière et vie de famille, note-t-elle. En Suisse, pour beaucoup de femmes, c'est difficile.»

Olga Sorkine-Hornung

Olga Sorkine-Hornung est née à Moscou en 1981. Depuis 2011, elle dirige l'Interactive Geometry Lab de l'EPFZ. Après ses études de mathématiques et d'informatique à l'Université de Tel Aviv, elle a été professeure assistante au Courant Institute of Mathematical Sciences de l'Université de New York et chercheuse à l'Université technique de Berlin.

Le monopole des mâles dominants

Toutes les nuits, Lynda Dunkel part dans la jungle pour observer les orangs-outans. En matière d'accouplement, le comportement de ces grands singes dépend plus de leur environnement que ce que l'on pensait jusqu'ici.

«A Bornéo, la forêt tropicale a déjà été souvent déboisée. C'est pourquoi les arbres y sont plus petits qu'à Sumatra, l'autre île où vivent les orangs-outans ou «hommes de la forêt» en malais. Ici, les mâles se déplacent souvent sur le sol et on les perd plus facilement de vue. Voilà pourquoi nous nous levons toutes les nuits à 3 heures du matin, pour les attendre avant qu'ils ne quittent l'endroit où ils ont dormi. Ensuite, nous les suivons et les observons pendant toute la journée, jusqu'à ce qu'ils se construisent, le soir, un nouveau nid ou une nouvelle couchette de branches et de feuilles.

Nous travaillons par équipes sur plusieurs jours. Nous sommes en route dans la jungle durant une semaine, puis nous nous reposons quelques jours au camp. Nous devons donc nous épauler mutuellement pour la collecte de données, et nous pencher non seulement sur notre propre thématique mais aussi sur celle d'autres projets. Pour pouvoir échanger nos observations, nous donnons des noms à tous les orangs-outans, comme «Niko» ou «Otto». Nous récoltons leurs excréments pour les identifier génétiquement. Mais au quotidien, nous reconnaissons surtout les mâles à la courbure de leurs doigts après une blessure ou aux cicatrices qui témoignent de leurs combats.

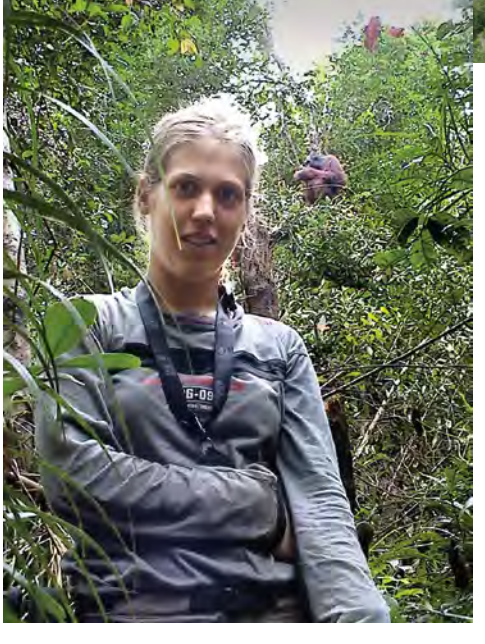
A Bornéo, ces derniers se battent plus souvent que dans la forêt de Sumatra parce qu'il y pousse moins de feuilles et de fruits comestibles. Pour trouver suffisamment de nourriture, ils arpentent, en général seuls, un territoire plus grand et qui n'est pas clairement délimité. Une situation qui provoque souvent davantage de querelles chez ces animaux pourtant pacifiques. L'organisation de ces grands singes est donc plus variable qu'on ne l'imaginait jusqu'ici. Je trouve fascinant de voir à quel point la sélection naturelle influence non seulement l'apparence des êtres vivants, mais aussi la manière dont le comportement social s'adapte aux conditions environnementales.

A Sumatra, la structure sociale est mieux consolidée et la hiérarchie au sein des mâles plus stable qu'ici à Bornéo. Les mâles dominants n'ont pas besoin de faire beaucoup d'efforts pour trouver de la nourriture et ont donc davantage de temps pour surveiller les femelles et assurer leur monopole sexuel sur elles. Là où la forêt tropicale et le monopole des mâles dominants sont intacts, de nombreux spécimens de sexe masculin ont un développement incomplet: ils sont capables de procréer, donc sexuellement matures, mais ne possèdent pas de caractéristiques sexuelles secondaires, comme des renflements sur la face et la gorge. De prime abord, ils ne sont pas différents des femelles. Ils échappent ainsi à l'attention du mâle dominant et ont plus de chances de copuler avec une femelle que les sujets dotés d'un gonflement de la face qui se font chasser avant.

A Bornéo, l'influence des mâles dominants est moins étendue. La nourriture ne suffit pas à assurer un monopole du pouvoir. La plupart des mâles développent beaucoup plus rapidement des excroissances

faciales, car ils n'ont pas à se cacher d'un individu dominant. Lorsqu'ils rencontrent une femelle, ils profitent souvent de la situation, mais pas toujours avec succès. Souvent, j'aimerais pouvoir quitter mon rôle d'observatrice et intervenir. Le plus dur a été la rencontre entre Niko et une femelle avec son petit. Il a fait tomber la mère d'un arbre et s'est accouplé à elle de force. Cela s'est passé devant mes yeux et ceux de son petit. Qui sait si de telles situations traumatisent les orangs-outans? La conclusion peut paraître évidente, mais elle risque d'être trompeuse, car nous autres humains, nous avons tendance à projeter notre comportement sur les animaux.

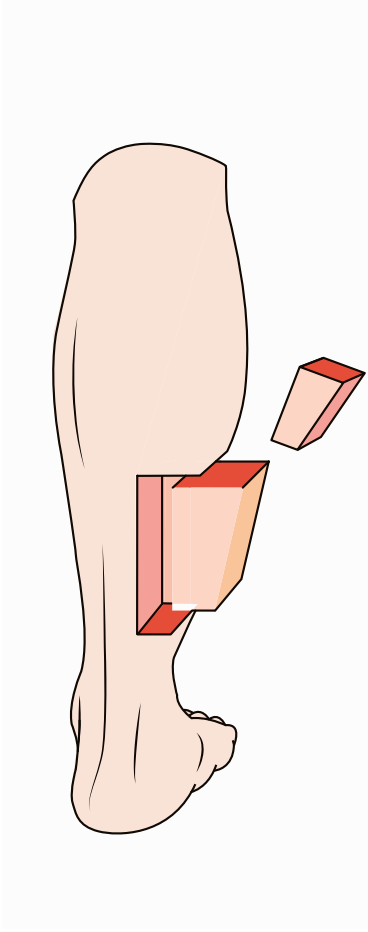
Que la contrainte sexuelle puisse exister chez les orangs-outans ne doit toutefois pas faire d'eux des monstres. Une telle image nuirait à nos efforts pour préserver ces animaux menacés. Plus j'étudie le comportement de ces grands singes pacifiques et intelligents et plus je les admire et les respecte.» *Propos recueillis par Ori Schipper*



Guerre des sexes dans la jungle. Un orang-outan harcèle une femelle (en haut, au milieu). Les mâles dominants possèdent des renflements caractéristiques sur la face (en haut, à gauche). Les autres (en haut, à droite) ne se différencient guère des femelles. Durant ses recherches sur le terrain, Lynda Dunkel (ci-contre) vit dans un camp à Bornéo (ci-dessus). Photos: AIM (Anthropological Institute & Museum), UZH; Sherly Manjin

Source

L.P. Dunkel, N. Arora, M.A. van Nordwijk, S.S. Utami Atmoko, A. Prathama Putra, M. Krützen, C.P. van Schaik (2013). *Variation in developmental arrest among male orangutans: a comparison between Sumatran and a Bornean population. Front Zool*. 10: 12.



Cellules musculaires contre l'incontinence

Cela fait longtemps que les médecins rêvent de réparer les tissus endommagés à coup de cellules fraîches. Et, par exemple, de damer le pion à l'incontinence, en renforçant le sphincter affaibli au moyen de nouvelles cellules musculaires.
Par Ori Schipper

Pour Daniel Eberli, la «nouvelle révolution médicale» est toute proche. Urologue à l'Hôpital universitaire de Zurich, ce chercheur se consacre à la lutte contre l'incontinence, qui touche 220 millions de personnes dans le monde. Il a d'abord testé son idée thérapeutique sur des rats, puis sur des chiens, créant ainsi, pas à pas, les fondements qui lui permettront, peut-être cette année déjà, de récolter enfin les fruits de ce qu'il a semé avec persévérance: des cellules souches censées redonner au sphincter vésical du tonus, afin d'être à nouveau capable de bien fermer l'urètre qu'il entoure.

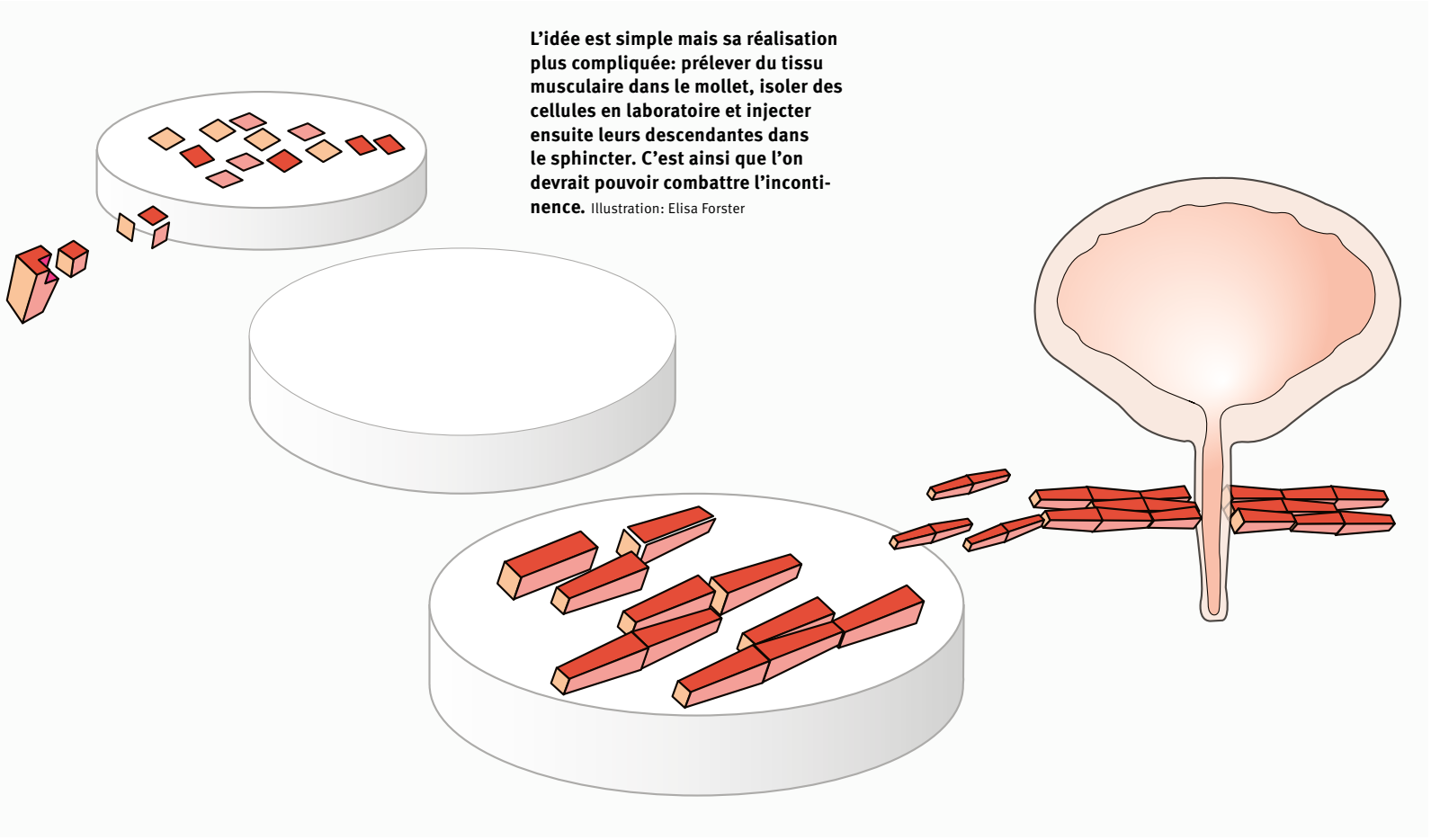
L'urine s'écoule depuis la vessie par l'urètre, à moins que le sphincter contracté l'en empêche. Mais lors d'un accouchement, ce muscle circulaire est souvent mis à mal. Les contusions et l'usure de l'âge font qu'une femme de plus de 50 ans sur quatre perd de l'urine lorsqu'elle rit, tousse ou éternue. Les hommes aussi deviennent souvent incontinents avec l'âge, notamment après avoir subi une prostatectomie. Les traitements actuellement disponibles ciblent tous les symptômes, sans rien changer à la cause: l'affaiblissement du sphincter.

Avec son équipe, Daniel Eberli poursuit l'objectif suivant: prélever sur ses patientes une petite portion de masse musculaire dans le mollet, isoler en laboratoire les cellules progénitrices musculaires et injecter, trois semaines plus tard, leurs millions de descendantes dans le sphincter, pour que certaines d'entre elles y forment de nouvelles fibres musculaires. «La logique de l'idée est simple, mais sa biologie compliquée», souligne-t-il.

Le champ où se pressent les cellules souches, pour y jouer les prodiges biologiques omnipotents, a énormément grandi, et s'est aussi beaucoup ramifié au cours des dernières années. Aujourd'hui, il existe de nombreuses sortes de cellules souches. On considère que plus la cellule est à un stade précoce et immature, plus son potentiel de développement est important, tout comme les espoirs qui reposent sur elle. A côté des cellules souches pluripotentes embryonnaires et induites, susceptibles de se transformer pratiquement en n'importe quelle cellule, il existe aussi des cellules progénitrices spécialisées, dont le potentiel de développement reste toutefois encore limité. C'est sur ces dernières que mise Daniel Eberli.

Priorité à l'intérêt des patients

Son choix s'explique pour deux raisons. La première, c'est la priorité qu'il accorde, en tant que médecin, à l'intérêt des patients. Il veut éviter ainsi tout risque de cancer associé aux cellules immatures. Si les cellules progénitrices musculaires peuvent se diviser, elles sont en effet déjà suffisamment déterminées dans leur développement pour se transformer uniquement en cellules musculaires et non en tumeurs malignes. Dans le cadre d'essais sur des souris, le groupe de Daniel Eberli a par ailleurs montré que les cellules progénitrices dans le sphincter émettaient des



L'idée est simple mais sa réalisation plus compliquée: prélever du tissu musculaire dans le mollet, isoler des cellules en laboratoire et injecter ensuite leurs descendantes dans le sphincter. C'est ainsi que l'on devrait pouvoir combattre l'incontinence. Illustration: Elisa Forster

hormones et influençaient de ce fait leur environnement immédiat, de manière à pouvoir se développer sans être perturbées. Elles réfrènent même ainsi la croissance de cellules tumorales.

Deuxièmement, les cellules progénitrices musculaires se trouvent facilement, car elles sont stockées dans chaque muscle, à la périphérie des fibres. «Elles sont la roue de secours naturelle du muscle, précise le chercheur. Leur travail consiste à réparer et remplacer les fibres musculaires défectueuses. Une tâche qu'elles accomplissent aussi quand nous ne les cultivons pas.» Et comme il entend traiter ses futurs patients avec leurs propres cellules souches, leur système immunitaire ne les rejettera pas, ce qui permettra de renoncer à un traitement aux immunosuppresseurs.

Compenser la montée de la pression

Le tissu donneur prévu est un petit muscle du mollet, le muscle soléaire (Musculus soleus). «Il s'agit d'un reliquat de l'évolution, dont la médecine sait aujourd'hui qu'il sert de stock de pièces de rechange, lorsqu'il faut un nouveau tendon, par exemple», explique-t-il. Ce muscle, qui permet de garder l'équilibre, est principalement constitué de fibres musculaires lentes, comme le sphincter. Ce dernier doit pouvoir réagir rapidement, notamment en cas de toux, pour compenser la montée rapide de la pression dans la vessie. Mais sur le fond, sa fonction repose sur des fibres lentes, capables de se contracter et d'exercer une force continue durant plusieurs heures.

> «Le muscle soléaire est un reliquat de l'évolution qui sert aujourd'hui déjà à la médecine de stock de pièces de rechange.»
> Daniel Eberli

Dans son cheminement vers un traitement de l'incontinence par cellules fraîches, le groupe de Daniel Eberli a récemment franchi un nouvel obstacle. Normalement, les cellules souches ou progénitrices sont alimentées en laboratoire par une solution nutritive contenant notamment du sérum de veau. Si des cellules cultivées de la sorte étaient utilisées dans un traitement, elles offriraient une porte d'entrée idéale aux virus des bovins. Les scientifiques zurichois ont développé une solution nutritive dite non xénogénique, contenant exclusivement des composants d'origine humaine. «Une tâche ardue, se souvient l'urologue. Pendant deux ans, les cellules n'arrêtaient pas de mourir. Jusqu'à ce que nous trouvions la bonne méthode.»

Daniel Eberli a également créé à l'hôpital un laboratoire spécial destiné à la culture cellulaire stérile et a engagé des collaborateurs qui documentent méticuleusement les étapes de la production. Car même si les cellules proviennent chaque fois de patients différents, elles doivent être cultivées de façon standardisée si l'on veut qu'elles soient autorisées à des fins médicales. Entre-temps, les dossiers nécessaires pour cette autorisation remplissent trois classeurs fédéraux. «Nous aurons bientôt tout réuni», note Daniel Eberli. Si l'étude obtient un feu vert, ce sera la première fois que des cellules progénitrices seront testées sur l'être humain en Suisse.

L'étude prévoit le traitement expérimental de vingt patientes. D'après le calcul de Daniel Eberli, 2,5 millions de francs seront nécessaires, soit plus de 100 000 francs par patiente. Si la méthode est largement diffusée, ces coûts devraient baisser avec le temps. «A leurs débuts, les cassettes vidéo coûtaient 100 dollars. Et à la fin, à peine quelques cents», rappelle-t-il. Le financement de son étude clinique n'est actuellement pas encore assuré. Pour lui, il est toutefois exclu d'abandonner si près du but. Maintenant que les promesses des cellules souches sont à portée de main, Daniel Eberli trouvera bien un moyen de participer à l'avènement imminent de cette révolution médicale.

Cabinets de curiosités ou biotopes de recherche?

Les collections scientifiques sont considérées comme poussiéreuses et sans intérêt pour la recherche. Mais cela n'est pas vrai pour nombre d'entre elles. Les mentalités doivent évoluer si l'on veut éviter que des trésors soient perdus.
Par Roland Fischer

Le journal *Schweiz am Sonntag* titrait récemment «L'Université de Bâle a un problème à la Mörgeli». L'article relayait un rapport interne qui montrait que les collections scientifiques de l'alma mater avaient urgemment besoin d'être prises en main. Sans les grands titres provoqués par le licenciement du conseiller national UDC Christoph Mörgeli de son poste de conservateur du Musée d'histoire de la médecine de l'Université de Zurich, ledit rapport n'aurait sans doute jamais rencontré le moindre écho médiatique.

Au-delà de l'affaire Mörgeli, les experts sont pourtant conscients depuis longtemps des problèmes des collections scientifiques. L'absence de vue d'ensemble en est l'un des plus importants. Les universités et leurs institutions abritent des collections d'objets de toutes sortes, qui ne sont pas toutes, et de loin, confiées à des musées. Souvent, personne ne sait vraiment ce qui y a été déposé. Selon le rapport précité, à l'Université de Bâle, moins d'un quart des trente collections sont méticuleusement inventoriées.

En bocaux ou empaillés

Nombre de collections scientifiques sont anciennes et reflètent aussi parfois une conception surannée de la recherche. Ce caractère poussiéreux et muséal est particulièrement patent dans le domaine de la botanique et de la zoologie, ainsi que dans celui de la médecine. «En sciences naturelles, les collections ont perdu leur intérêt», constate Flavio Häner, coauteur du rapport et collaborateur scientifique au Musée d'histoire de la pharmacie à Bâle. Certaines d'entre elles remontent à une époque où les chercheurs installaient des cabinets de curiosités dans les maisons royales. Les biologistes moléculaires ne s'intéressent guère aux organes en bocaux ou aux animaux empaillés, auréolés d'exotisme. Mais il serait hasardeux de conclure, à partir de ces exemples, que ces collections sont dépassées par définition.

«En se développant, la science s'est éloignée des collections», explique Anke te Heesen, historienne des sciences à l'Université technique de Berlin et spécialiste de l'histoire des collections. Mais certaines d'entre elles sont tout sauf obsolètes. Leur importance en archéologie et en ethnologie n'a ainsi jamais été remise en question. Elles ont aussi une valeur en botanique et en zoologie, même si cette dernière ne saute pas immédiatement aux yeux. Par exemple, en ce qui concerne la recherche sur la biodiversité ou dans le cas d'espèces tout juste éteintes, pour collecter des échantillons d'ADN. Par ailleurs, même si une collection scientifique ne joue plus de rôle majeur dans l'enseignement et la recherche, sa valeur en tant qu'archive demeure, relève Cornelia Weber, du centre des acquis culturels Hermann von Helmholtz à Berlin. D'où la nécessité de conserver les collections universitaires et leur potentiel de recherche pour les futures générations. «Nous ignorons ce qu'il sera possible d'en faire dans cinquante ans», note-t-elle.

Collections gravement menacées

Flavio Häner n'irait pas jusque-là. On ne peut pas tout garder, fait-il valoir, ne serait-ce qu'en raison des ressources limitées de la recherche. Son objectif n'est pas de transformer l'Université en musée, mais il estime urgent de procéder à un relevé des stocks et, si nécessaire, de les analyser plus en détail. Ces dépôts contiennent «à la fois des trésors et du bric-à-brac», résume-t-il. Il faudrait en avoir une meilleure vue d'ensemble. Dans ce but, il organise un congrès qui se tiendra les 13 et 14 septembre prochains à Bâle, afin d'initier un réseau national de recherche et de conservation des collections scientifiques des hautes écoles

Trésors cachés. Collection de médicaments du Musée d'histoire de la pharmacie de l'Université de Bâle. Elle a été réunie au cours de la première moitié du XXe siècle.
Photo: Valérie Chételat

de Suisse (http://sammlungen.unibas.ch). Le temps presse, estime le chercheur, car certaines collections sont «gravement menacées» en raison du manque d'intérêt des hautes écoles.

Nombre de ces collections, autrefois essentielles pour la recherche, ont été délocalisées, par exemple dans des musées d'histoire naturelle. Alors que d'autres dorment dans les caves des universités ou dans les armoires d'un institut. En cas de transformation de l'infrastructure de recherche, une question se pose très vite: «Que fait-on de la collection?» Il arrive que cette dernière soit alors jetée, sans que l'on ait évalué sa valeur, explique Flavio Häner qui, dans sa thèse de doctorat, s'est penché en détail sur les collections de l'Université de Bâle.

Nouvel esprit

En Allemagne, les mentalités ont déjà évolué. Lorsqu'on lui demande si les collections scientifiques sont en crise, Anke te Heesen répond: «En 2008, j'aurais dit oui, mais entre-temps, beaucoup de choses ont changé.» Le conseil allemand de la recherche a produit un rapport selon lequel les collections font partie intégrante de l'infrastructure de la recherche. Un bureau de coordination a été mis sur pied, et les collections ne sont plus considérées isolément. Pour Cornelia Weber, un nouvel esprit s'est développé. Flavio Häner espère qu'une dynamique comparable s'amorcera en Suisse.

L'ère de la disponibilité illimitée n'est pas forcément synonyme de menace pour les objets liés à des sites précis. La mise en réseau et la numérisation sont susceptibles de conférer de nouvelles impulsions aux collections. De nouveaux projets de recherche pourraient y avoir accès au travers d'une banque de données centrale. La mise en réseau et la coordination ne sont toutefois guère avancées en Suisse. A l'Université de Zurich, notamment, il n'y a pas de responsable des collections, et la situation est la même dans la plupart des hautes écoles. A l'exception de l'Université de Bâle, qui a confié la coordination des collections scientifiques à Susanne Grulich, archiviste universitaire.

En Suisse, une stratégie en la matière n'a pas encore vraiment été esquissée. Beat Müller, porte-parole de l'Université de Zurich, souligne toutefois que si les collections scientifiques cessent de revêtir une importance pour l'enseignement et la recherche, elles manquent leur objectif. Le but n'est donc pas la création de purs musées publics entre les murs des universités. Mais quel devrait-il être alors? La question mérite qu'on y réfléchisse de manière urgente.

Les lichens pulmonaires sont composés de champignons, d'algues et de cyanobactéries. Cette communauté de vie, autrefois largement répandue en Suisse, est menacée d'extinction.
Par Atlant Bieri

Une trinité sur de vieux arbres

Les lichens pulmonaires s'accrochent de préférence à de vieux arbres. Les points bruns (à gauche) sont des fructifications, c'est-à-dire leurs organes reproducteurs. Photos: Christoph Scheidegger

Coopérer permet d'avancer. Aucune autre forme de vie n'illustre aussi clairement ce principe que le lichen pulmonaire (*Lobaria pulmonaria*). Semblable à une plante, il est en réalité composé de trois espèces qui vivent en symbiose: un champignon, une algue et une cyanobactérie, qui contribuent à leur survie commune. «Ils s'aident mutuellement», explique Christoph Scheidegger, biologiste à l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage. Cela fait quinze ans que ce chercheur étudie le lichen pulmonaire.

Le champignon fournit l'habitat. Sa structure spongieuse retient l'humidité et crée ainsi une atmosphère ambiante agréable pour les algues. Comme toutes les plantes, ces dernières pratiquent la photosynthèse et fabriquent, grâce à la lumière du soleil, des sucres riches en énergie. Ils en donnent une partie au champignon, en guise de loyer. Et en fournissent aussi aux cyanobactéries. En échange, ces dernières produisent de l'engrais pour les algues et les champignons à partir de l'azote atmosphérique.

Relation triangulaire efficace

Cette relation triangulaire est si efficace que les lichens pulmonaires ont colonisé toute la planète. Christoph Scheidegger a documenté leur marche victorieuse par le biais d'analyses génétiques. Et a ainsi découvert, avec son équipe de recherche, que la seule espèce présente en Suisse est arrivée d'Asie il y a quelques millions d'années.

Théoriquement, les lichens peuvent vivre éternellement. Ils sont pourtant de plus en plus rares. «Le lichen pulmonaire était autrefois largement répandu sur le Plateau suisse, relève le chercheur. Mais depuis une centaine d'années, il est en recul.» Première raison: le manque de biotopes adaptés. Les lichens pulmonaires sont des créatures douillettes, dont la croissance n'atteint que quelques millimètres par an. Ils affectionnent les arbres anciens, vieux de plus d'un siècle. Mais avec l'exploitation forestière, ce genre d'arbre s'est raréfié.

Autre raison: la détérioration de la qualité de l'air. L'oxyde d'azote et l'oxyde de soufre émis par le trafic routier et l'industrie se retrouvent sur les lichens lorsqu'il pleut. Le premier est un engrais, le second un poison. Et comme le champignon est une éponge qui absorbe toute l'eau, il induit un excès d'engrais et s'empoisonne. La trinité s'effondre et le lichen meurt.

Aujourd'hui, le lichen pulmonaire est encore présent dans le Jura et au nord des Alpes. Il s'accroche aussi dans des ravins boisés et sur quelques vieux arbres isolés. Une protection stricte représente pour lui le seul espoir de survie à long terme. «Nous collaborons avec les propriétaires de forêts et les services agricoles des cantons, pour tenter de sauver ce qui peut l'être», souligne Christoph Scheidegger. Les mesures vont de la conservation d'arbres porteurs anciens, à la création de zones protégées.

Il fut un temps où c'était le lichen qui protégeait l'humanité. Au Moyen Age, il servait de remède contre certaines affections pulmonaires, comme l'hémoptysie et la tuberculose.

Un cœur capable de se régénérer

Lorsqu'une artère coronaire se bouche, les zones du cœur qui ne sont plus irriguées meurent, induisant un infarctus et une diminution irréversible de la performance cardiaque. Ce n'est pas le cas chez le poisson zèbre qui parvient à régénérer son cœur. Pour mieux comprendre ce phénomène, l'équipe du professeur Thierry Pedrazzini, du CHUV, à Lausanne, a comparé le cœur endommagé de la souris à celui de ce petit poisson.

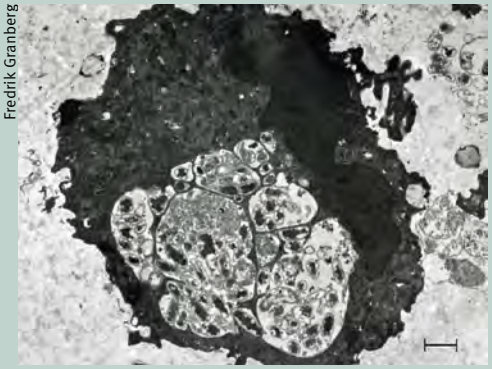
Les mécanismes de la régénération sont régulés au niveau des gènes par des modulateurs, les microARN. Les chercheurs ont découvert que certaines de ces petites molécules d'ARN (acide ribonucléique) sont présentes en quantité différente chez la souris et le poisson zèbre. Comment être sûr que les microARN identifiés sont impliqués dans la régénération du tissu cardiaque? Les scientifiques ont ajusté les quantités observées chez la souris pour les rendre équivalentes à celles qui se trouvent chez le poisson. Les résultats sont spectaculaires: après un infarctus, le rongeur récupère sa fonction cardiaque.

Pendant la vie fœtale, les cellules cardiaques sont capables de se régénérer. Le poisson zèbre garde cette faculté toute sa vie, alors que les mammifères la perdent après la naissance. «Nous pensons que ces microARN permettent aux cellules cardiaques de retourner au stade embryonnaire et de retrouver une capacité régénératrice. Si nous parvenons à contrôler ces microARN chez l'homme, nous pourrions peut-être guérir les patients après un infarctus», ajoute Thierry Pedrazzini. *Caroline Ronzaud*

Wikimedia Commons

Le poisson zèbre est capable de régénérer son cœur après un infarctus.

Fredrik Granberg



Les bartonnelles, les points noirs dans la vacuole claire, attaquent une cellule bovine.

Astucieux agent de transfert de gènes

«Gene Transfer Agent» (GTA), voilà un terme qui évoque James Bond et «Bons baisers de Russie». Et ce n'est pas si faux. Les fonctions biologiques de cet agent de transfert de gènes ont en effet quelques parentés avec le double jeu des agents secrets. En étudiant le génome de bactéries du genre *Bartonella*, le biologiste de l'évolution Lionel Guy y a découvert un GTA, un virus incomplet apprivoisé par les bactéries. Contrairement aux vrais virus, celui-ci ne se multiplie pas au détriment des bactéries, mais les aide à effectuer entre elles des transferts génétiques. Les bartonnelles peuvent infecter des animaux tels que les chats, les chiens, les vaches ou les élans, ainsi que les êtres humains. Comme Lionel Guy et ses collègues de l'Université d'Uppsala en Suède ont pu le mettre en évidence, les gènes que les bartonnelles utilisent pour pouvoir pénétrer dans les cellules de certains mammifères se trouvent souvent à proximité du GTA. Lors de la contamination de chats par une sorte particulière de bactérie *Bartonella* propres à ces petits félins, il arrive souvent que les gènes impliqués soient enrobés par le virus. Si les chats entrent en contact avec des chiens, ces gènes parviennent, grâce au GTA, à coloniser les bartonnelles adaptées aux canidés, les rendant alors aptes à infecter les chats. Selon les chercheurs, c'est ainsi que s'explique le fait que ces bactéries parasitent un si grand nombre d'hôtes. «Grâce au GTA, elles s'échangent des gènes importants, à la manière des enfants qui troquent des vignettes Panini», note le scientifique. *ori*

L. Guy, B. Nystedt, C. Toft, K. Zaremba-Niedzwiedzka, E.C. Berglund et al. (2013). *A Gene Transfer Agent and a Dynamic Repertoire of Secretion Systems Hold the Keys to the Explosive Radiation of the Emerging Pathogen Bartonella. PLoS Genet 9*: e1003393.

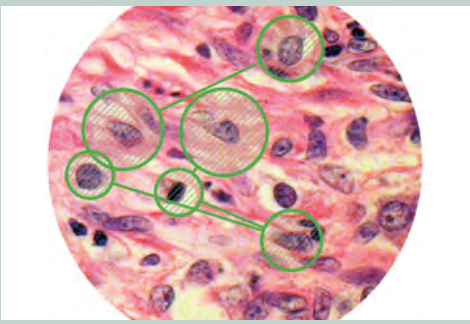
Les médecins ont aussi des préjugés

Lorsque des pathologistes examinent des tissus au microscope, ils sont susceptibles de se tromper. Il arrive en effet que des idées préconçues les induisent en erreur. Ils ne tiennent pas compte de ce qu'ils observent mais de ce qui correspond à leurs attentes. C'est ce qu'a pu démontrer Hans-Anton Lehr, de l'Institut de pathologie du «Medizin-Campus Bodensee» à Friedrichshafen. Il a présenté à vingt praticiens des images au microscope de tissus prélevés sur des patients souffrant d'un cancer de la prostate, certaines avec un faible agrandissement, montrant un grand nombre de cellules, d'autres saisies de plus près et sur lesquelles on pouvait voir les noyaux des cellules.

Les pathologistes ont une représentation exacte de l'apparence des échantillons des tissus et des noyaux des cellules des carcinomes prostatiques agressifs et moins agressifs. Sans en avertir ses collègues, Hans-Anton Lehr a mélangé des images de tissus de cancers agressifs avec celles de noyaux de cellules moins agressives et inversement. En présence d'images de tissus de tumeurs agressives, les médecins détectaient aussi des noyaux de cellules agressives dans les prises de vue en gros plan, même lorsqu'il s'agissait de cas moins graves. «Malgré le fait qu'il n'y a aucun lien entre les images, nous en créons un dans notre esprit, note le chercheur. Nous ne voyons pas ce qui est réel mais ce que nous voulons observer.» *Fabio Bergamin*

D. Bombari, B. Mora, S.C. Schaefer, F.W. Mast, H.-A. Lehr: *What Was I Thinking? Eye-Tracking Experiments Underscore the Bias that Architecture Exerts on Nuclear Grading in Prostate Cancer. PLoS One 7* (2012) (e38023).

Hans-Anton Lehr



Plus le cercle vert est grand et plus le regard du médecin s'arrête longtemps sur le noyau de cellule concerné.

Le mystère de la matière noire bientôt éclairci?

Une expérience menée dans la Station spatiale internationale a permis de mesurer un excès de positrons dans les rayons cosmiques venus de l'espace. Un signal inattendu dont la source pourrait être la matière noire qui enveloppe les galaxies et dont on ignore presque tout. *Par Anton Vos*

Il s'agit peut-être de la toute première détection de matière noire, cette substance mystérieuse qui hante l'Univers en quantités gigantesques mais que personne n'a jamais pu apercevoir. Le détecteur AMS (Alpha Magnetic Spectrometer), installé depuis mai 2011 sur la Station spatiale internationale dans le but d'étudier les rayons cosmiques, a en effet mesuré un excès de positrons (les antiparticules associées aux électrons) par rapport aux prévisions des astrophysiciens. Ce résultat est une confirmation, très attendue et d'une précision inédite, de ce que les scientifiques soupçonnaient déjà depuis quelques années: il existe quelque part dans la galaxie une ou plusieurs sources d'antimatière. Différentes hypothèses s'affrontent sur la question de la nature de ces sources. Mais celle de la matière noire est, de loin, la plus attrayante.

Les travaux d'un astronome suisse

L'existence de la matière noire a été révélée par l'étude de la dynamique des galaxies. Dès 1933 et les travaux de l'astronome suisse Fritz Zwicky, il est en effet apparu que les mouvements de ces astres lointains ainsi que la forme de leur bras spiraux – entre autres – ne peuvent être expliqués à l'aide de la force gravitationnelle exercée par la seule matière ordinaire et visible dont sont constitués les nuages de gaz, les étoiles et les planètes. En réalité, pour que les galaxies se comportent comme elles le font, il faudrait beaucoup plus de masse, environ quatre fois davantage que celle attribuée à la matière ordinaire. Pour combler ce vide, les physiciens ont donc postulé l'existence d'une matière noire qui, à l'exception de son influence gravitationnelle, est invisible et de nature totalement inconnue. Selon les calculs, elle entoure les galaxies, comme une sorte de gigantesque halo.

«On connaît tout de même deux ou trois choses à propos de la matière noire, nuance Martin Pohl, directeur du Département de physique nucléaire et corpusculaire à l'Université de Genève et l'un des collaborateurs de l'expérience AMS. Nous savons, par exemple, que les particules dont elle est probablement formée sont lourdes, ne se déplacent pas à haute vitesse, interagissent faiblement avec la matière ordinaire, possèdent un spin de ½ et sont électriquement neutres. Ce n'est pas rien. Par ailleurs, si deux particules de matière noire s'annihilaient, elles produiraient, entre autres, une paire d'électron-positron, c'est-à-dire un électron et son antiparticule.»

Matière et antimatière

Les physiciens ont en effet découvert, il y a bientôt un siècle, qu'à chaque particule de matière correspond une particule d'antimatière. Particule et antiparticule sont en tous points identiques, à l'exception de leur charge électrique qui est inversée. C'est pourquoi le positron est chargé positivement, contrairement à l'électron qui est négatif. Autre particularité, matière et antimatière ne peuvent cohabiter. Si elles se rencontrent, elles s'annihilent presque immédiatement, libérant de l'énergie sous forme de photons.

Il se trouve que le détecteur AMS est justement conçu pour mesurer des antiparticules. Cet appareil, imaginé par Samuel Ting, physicien américain et lauréat du prix Nobel de physique en 1976, a demandé dix-huit ans de travail avant de voir le jour. Il est le fruit d'une collaboration d'une soixantaine d'équipes issues de seize pays d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Asie. Deux d'entre elles viennent de Suisse, l'une de l'Université de Genève et l'autre de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich.

Opérationnel depuis deux ans, le détecteur AMS a déjà enregistré plus de 30 milliards de rayons cosmiques (qui ne sont en réalité pas des rayons mais des particules) de très haute énergie. Et il continuera à en mesurer 16 milliards par année. L'écrasante majorité parmi eux sont des protons et des noyaux d'hélium, issus de supernovas, de galaxies actives, de sursauts gamma, etc. Seule une petite fraction d'entre eux est composée d'électrons (4%). Quant aux positrons, il n'y en a qu'un pour 10 000 protons.

«La plupart des positrons que nous mesurons avec AMS font partie de ce qu'on appelle des rayons cosmiques secondaires, explique Martin Pohl. Ces antiparticules sont issues de la collision de rayons primaires (des protons, par exemple) avec de la matière interstellaire. Et comme nous savons que le taux de rayons primaires diminue en fonction de leur énergie, nous nous attendions à voir le taux relatif de positrons (soit le nombre de positrons par rapport à la somme totale des électrons et des positrons) suivre la même tendance.»

Tel n'est toutefois pas le cas. A partir d'une certaine énergie (environ 10 giga-

électronvolts ou GeV), au lieu de continuer à descendre, la courbe commence en effet à remonter. Le plus surprenant, c'est qu'à une énergie 20 fois supérieure (200 GeV), on voit apparaître sur cette même courbe une inflexion inverse qui présage une chute, pour l'instant hors de portée d'AMS. Il existe donc un excès de positrons (environ 400 000 à l'heure actuelle) sur une gamme d'énergie précise.

Pas la seule explication

La présence de matière noire est une façon d'expliquer ce phénomène. Mais ce n'est pas la seule. Il se pourrait que ces positrons en excès proviennent de pulsars. Ces étoiles à neutrons, très denses, tournent très vite sur elles-mêmes et génèrent un champ magnétique particulièrement intense. Ce genre d'objet céleste est théoriquement capable de générer des positrons et de les accélérer à la vitesse souhaitée. Il existe quelques pulsars dans notre galaxie, la Voie Lactée, qui ne sont pas trop lointains du système solaire et potentiellement susceptibles de jouer le rôle de source de positrons et expliquer ainsi les observations réalisées par AMS.

«Nous pourrons éliminer l'une des deux hypothèses lorsque nous serons à même de tracer le prolongement de la courbe, souligne Martin Pohl. La matière noire prévoit en effet une chute simple et raide de la courbe tandis que les pulsars prédisent une descente avec plusieurs soubresauts. Le problème, c'est qu'à ces niveaux d'énergie, au-delà de 350 GeV, le taux de positrons devient vraiment très faible. Cela signifie que le détecteur AMS devra accumuler des données pendant encore un ou deux ans avant que l'on puisse enfin avoir la réponse.»

Source

MS Collaboration, *First Result from the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station: Precision Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5–350 GeV,* dans: *Physical Review Letters* (2013) PRL 110, 141102
http://physics.aps.org/featured-article-pdf/10.1103/PhysRevLett.110.141102

A la recherche de la matière noire. La Station spatiale internationale en orbite autour de la Terre (mai 2013). La caisse blanche, à gauche, en haut, devant les panneaux solaires, est le détecteur AMS. Photo: NASA

Revoir le critère de la tolérance zéro

Les cendres volcaniques représentent un grand danger pour les avions. De nouveaux modèles de simulation devraient permettre de mieux prévoir les conséquences des éruptions explosives sur la navigation aérienne.
Par Pierre-Yves Frei

L'éruption du volcan islandais Eyjafjöll, avril 2010. Photo: John Beatty/Keystone/Science Photo Library

En 2010, le volcan islandais Eyjafjöll entre en éruption, contraignant l'espace aérien européen à clouer ses appareils au sol pendant plusieurs jours. Bien vite cependant, le coût économique de ce «grounding» pousse à revoir les niveaux de sécurité comme alternative au critère de «tolérance zéro» en vigueur à partir des années 90 pour réduire les accidents d'avions liés aux cendres volcaniques. Des ingénieurs en avionique édictent de nouveaux seuils après un week-end de travail. On admet que les réacteurs devraient résister à une charge maximale de deux milligrammes de cendres volcaniques par mètre cube. Mais ce sont là des extrapolations théoriques et empiriques. Les données expérimentales, elles, manquent cruellement.

Ce n'est là que l'un des nombreux points d'incertitude dans l'épais dossier des conséquences des éruptions volcaniques sur les activités humaines. «La tolérance zéro avait été définie pour des panaches de cendres denses et de courte durée affectant des couloirs aériens locaux pour lesquels des routes alternatives existent (comme en Alaska et en Indonésie). Mais cela ne correspond pas à l'Europe, caractérisée par des risques liés à des nuages de cendres plus dilués et éloignés de la source affectant des couloirs aériens sans possibilité de manœuvre alternative», souligne Costanza Bonadonna.

Cette professeure en risques géologiques et spécialiste en volcanologie physique au Département des sciences de la terre de l'Université de Genève s'intéresse aux panaches volcaniques et à leurs poussières non seulement sur le terrain, mais également en laboratoire. Elle peut compter sur un dispositif unique: une soufflerie verticale développée avec l'aide de la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève. «La majorité des modèles de simulation actuels considèrent des particules de forme sphérique et sans agrégation pour simuler le comportement des cendres volcaniques dans l'atmosphère. C'est beaucoup trop réducteur. Dans notre soufflerie, nous pouvons tester toutes les formes de grains et mieux comprendre leur comportement dans l'air et, dès lors, travailler à améliorer les données de départ des simulations.»

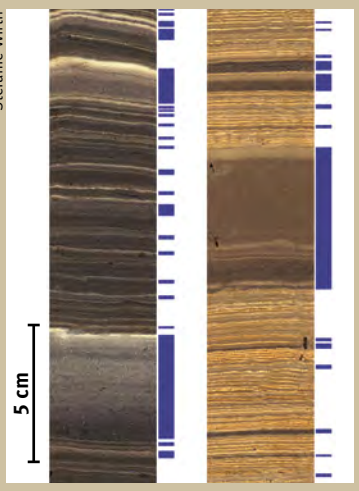
Modèles plus réalistes

Le type de panache, le genre de cendre, la quantité éjectée pendant un certain temps sont autant d'éléments qui doivent être connus pour générer des résultats de modèles plus réalistes et disposer d'une évaluation plus précise de la zone d'exclusion de navigation aérienne en cas d'éruption importante.

Par exemple, la taille de cette zone peut se réduire en s'éloignant du volcan à mesure que les particules se fixent les unes sur les autres et augmentent de taille. «En effet, les particules fines s'agrègent selon certaines conditions de concentration et d'humidité, reprend Costanza Bonadonna. Dès lors, elles prennent du volume et retombent sur le sol près du volcan. Si ce phénomène se déroule à une large échelle, cela diminue d'autant la quantité de particules fines qui se répand à grande distance après une éruption et donc la concentration dans l'atmosphère. C'est pour cela que nous nous intéressons particulièrement à cette question de l'agrégation. Là encore, il nous faut reproduire ce phénomène en laboratoire puisqu'il est impossible de l'observer là où il se produit naturellement.»

Tous ces travaux sont les bienvenus au moment où, sous l'impulsion de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), MétéoSuisse doit se pencher sur le développement d'un réseau européen de mesure des cendres, le projet E-PROFILE. MétéoSuisse sera d'ailleurs aussi présente, en novembre 2013, lors du symposium international coorganisé par Costanza Bonadonna à Genève sur ces questions de cendres et de risques (www.unige.ch/hazards/Workshop2.html).

Stefanie Wirth



Des couches sédimentaires riches en informations provenant, à gauche, du Lago di Ghirla et, à droite, du Lago di Ledro (nord de l'Italie). Les traces bleues sont le signe d'inondations.

Réchauffement climatique et inondations

Le réchauffement climatique est-il la cause de l'augmentation de la fréquence des inondations dans la région des Alpes? Jusqu'ici, il était difficile de répondre à cette question sur la base de faits concrets. Les données météorologiques des 150 dernières années et les documents historiques à disposition ne permettaient en effet pas d'effectuer des comparaisons avec des époques antérieures et de tirer des conclusions pour l'avenir.

Des chercheurs de l'Eawag, de l'EPFZ et de l'Université de Berne viennent de découvrir des archives climatiques susceptibles de résoudre ce problème. Dans le cadre du projet «FloodAlp!», les scientifiques ont étudié les dépôts sédimentaires laissés dans divers lacs de l'espace alpin au cours de ces 2500 dernières années. Lors d'inondations, de grandes quantités de sédiments sont charriées dans les lacs, ce qui laisse des traces caractéristiques dans les couches sédimentaires. Si l'on détermine l'âge de ces couches, il est ensuite possible de connaître la fréquence de ces événements.

Contrairement à ce que supposaient les chercheurs, les premières évaluations semblent montrer que les inondations étaient plus nombreuses pendant les périodes froides que durant les époques plus chaudes. Selon eux, cela serait dû au fait que la fréquence des inondations ne dépend pas seulement de la teneur en eau de l'air, qui augmente lorsque les températures sont plus élevées, mais aussi du schéma général de la circulation atmosphérique. Pendant les périodes plus chaudes, celui-ci se déplace manifestement de telle façon que la région alpine est moins touchée par les hautes eaux que pendant les époques plus froides. *Felix Würsten*

Matériau réactif inspiré par la pomme de pin

La nature fait bien les choses – et avec peu. La manière dont la pomme de pin, la barbe d'un épi de blé ou encore la cosse d'un arbre à orchidées se referment en présence d'humidité a inspiré André Studart, de l'EPFZ, pour la mise au point d'un nouveau type de matériaux composites capables de changer de forme. «Dans ces plantes, c'est la présence de microfibres de cellulose alignées de façon différente dans plusieurs couches qui donne cette modularité», explique le spécialiste brésilien en sciences des matériaux. Avec son équipe, il a récemment réussi à copier la nature en laboratoire.

«Nous avons recouvert des microplaquettes en céramique avec des nanoparticules magnétiques et les avons mélangées à une gélatine chauffée. Celle-ci se rigidifie lorsqu'on la refroidit, et nous utilisons des champs magnétiques pour contrôler précisément l'alignement des fibres de céramique. Elles jouent alors le rôle des microfibres de cellulose dans les plantes.» Résultat: des matériaux étonnants qui, une fois plongés dans l'eau ou chauffés, se plient ou se tordent tels des fusilli. Un modèle mathématique simple prédit le degré de torsion du produit fini.

Des applications sont imaginables à long terme comme la fabrication de céramiques de forme complexe. Autre idée: façonner des stents vasculaires qui gonfleraient pour se fixer une fois mis en place dans le corps. «Mais il faudrait d'abord adapter la méthode à des matériaux biorésorbables et pouvoir dissoudre les particules magnétiques, précise André Studart. Ce que nous faisons avant tout, c'est de la recherche fondamentale.» En copiant la nature. *Daniel Saraga*

Randall M. Erb, André R. Studart, EPFZ

Des matériaux composites capables de changer de forme.

Y. Fontana

Les nanofils d'arséniure de gallium améliorent le rendement des cellules photovoltaïques.

Panneaux solaires: nanofils prometteurs

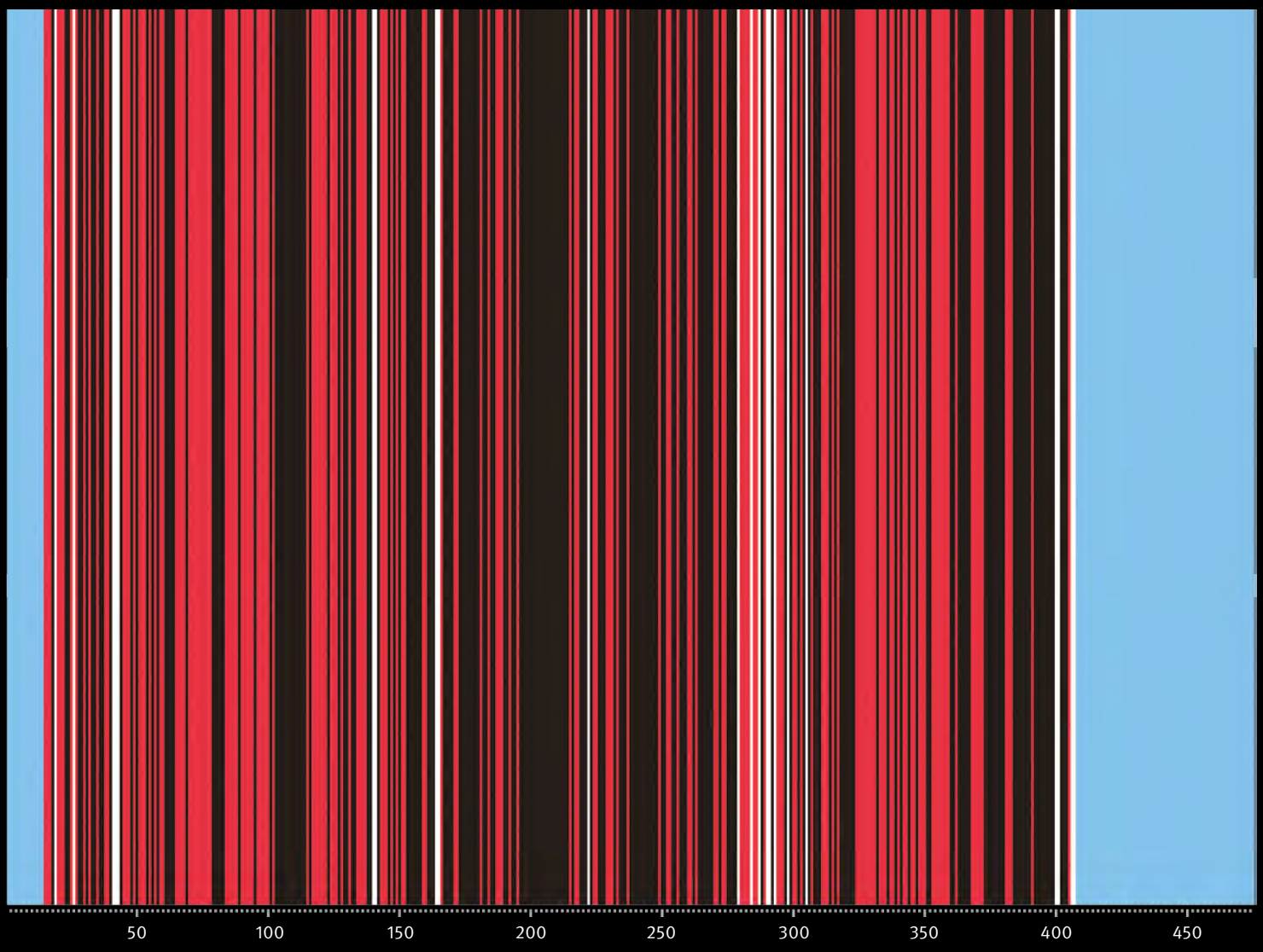
Des chercheurs de l'EPFL et de l'Université de Copenhague viennent d'obtenir expérimentalement un record de rendement sur une cellule photovoltaïque constituée d'un nanofil unique d'arséniure de gallium (GaAS) monté sur un substrat de silicium: 34%, tandis que le rendement usuel des cellules photovoltaïques de GaAS en couches minces est d'environ 28%.

L'arséniure de gallium est un composé fréquemment utilisé dans les panneaux solaires. Il est le plus souvent déposé en couches minces avec d'autres cristaux semiconducteurs afin d'obtenir une cellule photovoltaïque. Cependant, lorsqu'il est disposé en nanofils orientés vers la lumière incidente, le rendement de la cellule photovoltaïque – la conversion de l'énergie lumineuse en énergie électrique – est bien supérieur. L'interaction particulière entre le nanofil et la lumière à cette échelle réduite explique ce gain. Si le diamètre du nanofil est proche de la longueur d'onde lumineuse, ce dernier absorbe l'énergie lumineuse sur une surface beaucoup plus grande que son diamètre géométrique. Comme si une loupe venait concentrer les rayons sur son extrémité. Les physiciens ont appelé ce phénomène la «résonance d'absorption».

Exploiter ce phénomène en substituant des nanofils aux couches minces permettrait également de réduire drastiquement la quantité de GaAS nécessaire à la fabrication de la cellule photovoltaïque. «On peut gagner sur les deux, le rendement et le coût de fabrication», indique Anna Fontcuberta i Morral, du Laboratoire de matériaux semiconducteurs de l'EPFL, qui a porté le projet de recherche associé. Les nanofils de GaAs constituent ainsi une voie prometteuse pour l'amélioration des panneaux solaires. *Augustin Cerveaux*

Intègres, les chefs?

Les hautes écoles ont fait des progrès en matière de protection de l'intégrité scientifique. Mais elles ne sont guère armées contre les escroqueries de grande envergure. *Par Marcel Falk*



- Pages dans lesquelles des plagiats ont été découverts
- Pages avec des plagiats de différentes sources
- Pages dans lesquelles aucune plagiat n'a été découvert
- Le sommaire (pages 1–14) et les annexes (à partir de la page 408) n'ont pas été pris en compte dans le calcul du pourcentage.

«Escroquer, en sciences, c'est beaucoup trop facile.» Le psychologue social néerlandais Diederik Stapel savait de quoi il parlait lorsqu'il a fait cette déclaration en 2011. Lui qui s'était bâti une grande carrière de chercheur à coup de données inventées émanant d'écoles imaginaires. Il a été démasqué par trois de ses doctorants. Faut-il en déduire que les comportements scientifiques incorrects sont largement répandus? Ou qu'en sciences, l'autocorrection fonctionne?

En Suisse, on manque de chiffres sur le sujet. Chargés de l'intégrité et ombudsmans confirment les taux avancés par les études internationales – 5 pour 1000 chercheurs par an, soit 150 à 200 cas – et s'accordent à dire que les affaires non découvertes sont nombreuses. Dans le cadre d'une méta-analyse souvent citée, 2% des chercheurs ont admis avoir falsifié ou inventé des données, et un tiers d'entre eux a avoué des méfaits moins importants. En revanche, les participants estimaient ou disaient observer chez leurs collègues une énergie criminelle supérieure à la leur: la fraude concernerait 14% d'entre eux, et la magouille près de 72%.

Autocorrection renforcée

Souvent, le comportement scientifique incorrect n'est pas découvert. La science a renforcé ses instruments d'autocorrection et est mieux armée qu'il y a quelques années pour le sanctionner. Apparemment, le mémorandum sur l'intégrité scientifique, publié en 2008 par les Académies suisses des sciences, a fait office de catalyseur. Nombre de hautes écoles ont alors instauré des règlements et engagé des chargés de l'intégrité scientifique. Une nouvelle analyse montre qu'au niveau universitaire, il n'y a que l'Università della Svizzera italiana qui ne se soit pas encore dotée de règlement, mais elle prévoit d'en instaurer un. Les règlements des universités de Neuchâtel et de Lucerne ne traitent pour l'instant que les plagiats, mais des dispositions plus larges sont en cours d'élaboration.

Il est toutefois difficile d'évaluer l'impact de ces normes. Beaucoup de hautes écoles ne publient pas le nombre de cas révélés. Le Fonds national suisse (FNS) se montre plus déterminé et a établi, en 2009, des procédures permettant de mettre en évidence et de sanctionner les comportements incorrects. Depuis 2010, il existe un logiciel pour identifier les plagiats. Six cas ont ainsi pu être découverts en deux ans. Ils ont été publiés sur le site Internet, sous une forme anonyme. «Nous voulons montrer aux requérants ce que nous n'acceptons pas et quelles sont les conséquences», explique Markus Röthlisberger, juriste au FNS.

Selon le site Internet Guttenplag, de très nombreuses pages de la thèse de l'homme politique allemand Karl-Theodor Freiherr zu Guttenberg contiennent des plagiats (en tout 1218 fragments de 135 sources dans 371 pages sur 393). Image: http://de.guttenplag.wikia.com/wiki/GuttenPlag_Wiki

Bases légales

Entre elles, les institutions scientifiques ne se montrent guère transparentes. Les hautes écoles ne s'informent pas mutuellement, même lorsqu'un chercheur est actif dans plusieurs institutions. «J'ai toujours trouvé dérangeant de savoir que l'intégrité d'un chercheur était remise en question et qu'une haute école qui ne se doutait de rien était peut-être en train de confier à cette même personne un poste à responsabilité», relève Markus Röthlisberger. Le FNS fait maintenant un pas supplémentaire. La nouvelle loi sur l'encouragement de la recherche et de l'innovation lui fournit les bases légales pour échanger des informations avec des institutions en cas de soupçon, mais aussi pour informer les employeurs des sanctions dont un chercheur fait l'objet.

«Malgré ces progrès, les institutions suisses seraient aussi dépassées que jadis face à une grande affaire complexe», constate Markus Röthlisberger. Le FNS et les Académies ont donc envisagé la création d'un bureau central qui coordonnerait les procédures lorsque plusieurs hautes écoles sont concernées. Mais jusqu'ici, la Conférence des recteurs des universités suisses n'a guère manifesté d'intérêt.

Pourtant, un bureau central permettrait d'atténuer la peur des «whistleblowers» d'être identifiés. Ces personnes se trouvent souvent dans une relation de dépendance par rapport à ceux qu'elles dénoncent et doivent pouvoir compter sur la discrétion de l'ombudsman. Pour renforcer l'indépendance de ce dernier, certaines hautes écoles ont confié ladite fonction à des professeurs émérites. Le Domaine des EPF en compte dix. Cela permet aux chercheurs de s'adresser à quelqu'un d'une autre institution. Un bureau national central accentuerait encore la distance voulue.

«La plupart des cas de fraude ne sont pas découverts pendant le processus de révision par les pairs, ou parce que l'on échoue à reproduire l'essai, mais grâce à un whistleblower», rappelle Michelle Salathé, de la commission «Intégrité scientifique» des Académies, en plaidant pour une culture de l'intégrité scientifique. «Il est essentiel que le chef agisse de manière intègre et soit un exemple», argue-t-elle. «Lors des formations que nous dispensons en la matière, les étudiants nous disent souvent qu'ils savent très bien ce qu'est un comportement scientifique correct, mais pas leurs chefs. Nous devons former et sensibiliser les responsables de recherche», fait remarquer pour sa part Louis Tiefenauer, biochimiste à l'Institut Paul Scherrer et important acteur de l'intégrité scientifique au Domaine des EPF.

Davantage d'articles retirés

Louis Tiefenauer est convaincu que la manière de gérer ces manquements évoluera ces prochaines années. Il se réfère à «Retraction Watch», un blog qui signale les articles retirés des publications. Fondé il y a environ trois ans, il a contribué à ce que les rédacteurs de revues spécialisées examinent mieux les indices de fraude et rendent compte des articles incorrects. Depuis, le nombre d'articles retirés a beaucoup augmenté.

Markus Röthlisberger estime qu'il faut sonder en détail ce qui est acceptable et ce qui ne l'est pas. Une plus grande reconnaissance est également nécessaire. «Les chercheurs ont souvent mieux à faire que de s'engager pour l'intégrité, observe-t-il. Presque personne ne souhaite se pencher sur les cas avérés.» Mais la science devrait faire le ménage chez elle. «Sans quoi, un jour, c'est une autorité qui s'en chargera», avertit le juriste.

Comportement scientifique incorrect

Il n'existe pas de définition exhaustive du comportement scientifique incorrect. Falsifier, dissimuler ou inventer des données sont des agissements considérés comme particulièrement graves, car ils faussent les découvertes scientifiques. L'obtention d'avantages grâce au plagiat est également considérée comme une faute grave, de même qu'un statut d'auteur non justifié ou une révision par les pairs partisane. Les comportements incorrects recouvrent des actes intentionnels mais aussi ceux commis par négligence, tel l'effacement de données importantes ou des protocoles incomplets. *mf*

Sources

Commission «Intégrité scientifique» des Académies suisses des sciences: mémorandum et liens vers les règlements des hautes écoles (www.akademien-schweiz.ch/fr/index/Portrait/Kommissionen-AG/Wissenschaftliche-Integritaet.html).

Le papillonnement de l'image sur l'écran

L'ère du film analogique touche à sa fin. La numérisation du cinéma abolit-elle le rêve et les bouffées de nostalgie des spectateurs?
Par Susanne Leuenberger

Nostalgie du cinéma d'autrefois. Image tirée du film «Cinema Paradiso» de Giuseppe Tornatore, 1988 (Philippe Noiret, à gauche, et Salvatore Cascio).
Photo: Keystone/Everett Collection

A coups de flash-backs, «Cinema Paradiso» replonge Salvatore, cinéaste en vogue à Rome durant les années 1980, dans son village sicilien natal et son enfance. Dans la foulée de ce voyage dans le temps, le film de Giuseppe Tornatore retrace aussi l'histoire du cinéma. «Cinema Paradiso» est une déclaration d'amour à la salle obscure, où les bouffées de nostalgie de ses visiteurs viennent se projeter, au papillonnement des images sur l'écran et au grésillement du projecteur en arrière-fond. La caméra s'attarde sur des visages tantôt rieurs, tantôt en pleurs, tantôt compatissants, qui ne font pas que voir le film, mais le vivent et le ressentent.

Sorti en 1988, cet opus décrit le déclin de la salle de cinéma. Un quart de siècle plus tard, alors que les techniques de prise de vue et de projection se sont fondamentalement transformées, il se lit encore davantage comme un hommage à un passé irrévocable. Depuis une décennie, le cinéma numérique est en train de remplacer le cinéma analogique. En Suisse, la transformation est pratiquement achevée.

Ce sont notamment des aspects économiques et logistiques qui parlent en faveur de la numérisation. Elle permet, en effet, de se passer des coûteuses bobines de film 35 mm, produites dans les laboratoires des usines de copie, mais aussi de leur entretien et leur envoi. Grâce à des processeurs et des supports de données plus puissants, la projection numérique permet la transmission et la restitution en temps réel d'informations d'image toujours plus complexes.

Froide et stérile

La disparation de l'analogique est en butte à la critique des cinéastes et des cinéphiles. Dans le milieu du cinéma, ce sont surtout les aspects esthétiques qui dominent le débat. Certains connaisseurs qualifient l'expérience visuelle des images numériques de «froide» et de «stérile»: les valeurs de couleurs calculées et tramées en fonction d'algorithmes donnent, disent-ils, une image rigide. Alors que les processus de production analogiques permettent une captation photochimique de la luminosité spécifique de l'instant. La répartition aléatoire de grains photosensibles sur l'émulsion analogique se modifie d'image en image; le «grain dansant» de ces films est perçu comme plus agréable.

Cette différence entre image analogique et numérique, identifiable par un œil exercé, a amené Christian Iseli, documentariste et chargé de cours à la Haute école d'art de Zurich (ZHdK), à comparer avec une équipe de recherche l'impact émotionnel de prises de vue analogiques et numériques. Des chercheurs de la ZHdK, de l'Institut cinématographique de l'Université de Zurich et de l'Institut de psychologie de l'Université de Berne se sont penchés sur la question de savoir si les qualités particulières de l'image analogique se répercutaient sous la forme d'une expérience visuelle plus intense. Voilà pour l'hypothèse de départ.

Pas de préférence nette

Dans le cadre de ce projet, 356 spectateurs tests choisis à Zurich et à Bamberg, en Bavière, ont été confrontés à des courts-métrages tournés pour les besoins du projet, sans savoir si ces films dramatiques, de comédie et de science-fiction avaient été réalisés en analogique ou en numérique. Chaque court-métrage, dans l'une et l'autre version, présentait les mêmes séquences. Pour ce faire, la caméra analogique et la caméra numérique avaient été disposées comme pour un film 3D, c'est-à-dire orthogonalement l'une par rapport à l'autre; un miroir centré semi-transparent a permis de tourner des séquences identiques.

Le dépouillement des questionnaires relativise la thèse de départ, explique Miriam Loertscher, psychologue des médias, qui travaille par ailleurs dans le cinéma: «Nous n'avons pas pu constater de préférence nette pour la prise de vue analogique ou numérique», affirme-t-elle. Un résultat lié à l'amélioration constante des possibilités techniques en matière de retouche numérique. Les procédés plus anciens donnaient des résultats insatisfaisants, mais ce n'est plus le cas aujourd'hui. «Actuellement, la postproduction joue un rôle fondamental pour le look du film», relève-t-elle. Sans compter que de nos jours, il arrive que des films tournés en analogique subissent des retouches numériques, de sorte que les différences entre les deux technologies s'effacent. En raison de l'optimisation de la postproduction, les clients des cinémas, et même les cinéphiles, ne perçoivent presque plus les différences entre les films réalisés dans l'une ou l'autre version.

En revanche, de nettes préférences se sont dessinées dans le public test en fonction de l'âge. Les spectateurs âgés ont préféré les images tournées en analogique, alors que les jeunes ont plutôt opté pour les films réalisés en numérique. Les chercheurs ne peuvent pas dire si ces disparités générationnelles sont biologiques et liées au vieillissement, ou si elles sont d'origine culturelle, et donc dues à des habitudes de visionnement inscrites dans la biographie de chacun.

Le flou de l'image sur l'écran

De manière moins poétique que «Cinema Paradiso», le projet de recherche livre cependant une déclaration d'amour posthume au cinéma des jours passés. Si la question d'une production analogique ou numérique des images n'est pas centrale pour les spectateurs, un test conduit dans un cinéma zurichois a montré que la majorité du public préférait les projections analogiques. «Nous associons l'expérience cinématographique analogique avant tout au mode de projection», analyse Christian Iseli. Beaucoup de spectateurs apprécient le papillonnement et le flou de l'image sur l'écran, produits par l'obturateur rotatif mécanique du projecteur. Une nostalgie cinématographique qui est une manière de réagir au «résultat extrêmement net» de la projection numérique avec beamer, «ressenti comme technique et artificiel», explique le cinéaste.

Quoi qu'il en soit, la numérisation du cinéma est irréversible. Le secteur mise sur l'accoutumance du public à ce type de projection. Il reste à espérer qu'une situation, si bien décrite par l'écrivain allemand Heinrich Böll, n'appartienne pas définitivement au passé: ce «léger embarras, voilé d'un sourire», qui se répand dans la salle au moment où les lumières se rallument, lorsque le rêve cède à nouveau le pas au quotidien et que les spectateurs prennent la «mesure des émotions investies».

Modernisation du droit. La statue de la justice est replacée sur son socle après sa rénovation (Berne, 2005).
Photo: Edi Engeler/Keystone

La loi comme objet d'étude

Le droit des obligations est important du point de vue des relations privées entre particuliers et pour les entreprises. Des juristes l'ont modernisé. La balle est maintenant dans le camp du Conseil fédéral.
Par Caroline Schnyder

Certains ouvrages recèlent un vaste potentiel de changement. «Schweizer Obligationenrecht 2020 – Code des obligations suisse 2020», paru en avril 2013 sous la direction de Claire Huguenin et Reto M. Hilty, est l'un d'eux. Il est le fruit d'un projet de recherche dans le cadre duquel la partie générale du Code des obligations suisse (CO) a été systématiquement remaniée.

La partie générale du CO revêt une importance majeure pour les relations juridiques entre particuliers et pour les entreprises, car elle règle les obligations et renferme les règles générales en matière de contrats. Mais le CO actuel est entré en vigueur en 1912, bien avant qu'Internet ne vienne, par exemple, modifier les possibilités en matière de signature de contrat. La partie générale du CO comporte également des lacunes et des incohérences, explique Claire Huguenin, professeure de droit privé. Par ailleurs, certains articles sont si difficiles à comprendre que le rapport à la loi peut en devenir frustrant.

Avec Reto M. Hilty, son collègue à l'Université de Zurich, Claire Huguenin a dirigé un groupe de 23 chercheurs, issus de toutes les facultés de droit de Suisse. Ces derniers ont élaboré le CO 2020, simultanément en français et en allemand. Lors de ce remaniement, il s'est agi, au vu des efforts internationaux, notamment de l'UE, de suivre les fondements non écrits de la jurisprudence et de l'enseignement, d'adapter les dispositions aux réalités nouvelles, de trouver un langage clair et moderne, et de fournir une vue d'ensemble. Des traditions législatives qui ont fait leurs preuves ont également été respectées: pas plus de trois paragraphes par article et pas plus d'une phrase par paragraphe. Outre les versions française et allemande, le texte est également disponible en italien et en anglais.

Un coup d'œil jeté sur le sommaire du CO 2020 permet de mesurer la clarté de sa structure et l'importance des modifications qu'il apporte au code en vigueur. On y trouve ainsi une norme reconnaissant aux consommateurs un droit de révocation généralisé et non plus limité à des cas particuliers. Parmi les autres nouveautés, on citera les articles relatifs à la naissance d'obligations résultant de la liquidation de contrats non venus à chef et réglant de manière uniforme la gestion des prestations déjà fournies en pareil cas. Sont également nouvelles les dispositions régissant la résiliation des contrats dits de durée, de plus en plus fréquents de nos jours, ou l'adaptation des contrats aux changements de situation.

D'emblée, le projet de recherche a eu pour objectif le lancement d'un processus législatif au niveau fédéral, qui devrait s'achever en 2020, d'où son nom. Il ne s'agit pas, toutefois, d'anticiper la législation, précise la professeure zurichoise, mais de formuler une proposition qui puisse être discutée et modifiée. Lors de la session de printemps 2013, des postulats pour une modernisation du Code des obligations ont été déposés aux Chambres. Ils demandent au Conseil fédéral d'envisager une révision du CO en vigueur, dans la perspective du CO 2020.

La conseillère fédérale Simonetta Sommaruga a accepté les postulats au nom du gouvernement, et la balle est maintenant dans le camp de l'Office fédéral de la justice. Dans les faits, il est inhabituel qu'un projet de recherche initie un tel processus, admet Claire Huguenin. Continuerait-elle à travailler sur le nouveau CO si ce processus législatif devait s'amorcer? «Oui, répond-elle en riant. Pour lui, je serais prête à presque tout!»

Monnaie d'échange scientifique

L'accès aux financements et aux postes de recherche est réservé à ceux qui publient avec assiduité. Mais cette focalisation sur la longueur des listes de publications crée des problèmes. *Par Valentin Amrhein*

L'idée selon laquelle une liste de publications donne peu d'informations sur la qualité du travail du chercheur s'impose peu à peu dans le monde scientifique. Photo: Valérie Chételat

Publier dans des revues scientifiques permet à certains de s'enrichir. Des universités chinoises allouent à leurs chercheurs une prime en fonction du rang de la revue dans laquelle est paru leur article. La Zhejiang University, par exemple, remet quelque 30 000 francs au premier auteur d'une contribution publiée dans *Nature* ou *Science*, soit plus du double du salaire académique annuel usuel en Chine.

En Suisse aussi, l'attribution de fonds de recherche ou d'un poste académique dépend en bonne partie de la qualité, mais surtout de la quantité des articles publiés. Y a-t-il un inconvénient à utiliser ce chiffre comme critère de qualité pour comparer des scientifiques, des universités, voire des pays?

Pour Elizabeth Wager, présidente du Committee on Publication Ethics, une organisation qui prodigue conseils et recommandations en éthique des publications, la trop grande importance accordée à la longueur des listes de publications pose divers problèmes. Cela pousse les chercheurs à répartir leurs résultats sur plusieurs articles, au contenu de plus en plus faible. Ce système qui récompense les publications favorise aussi les comportements scientifiques incorrects (résultats de recherche inventés, par exemple). Enfin, les listes d'auteurs n'arrêtent pas de s'allonger, sans qu'on sache toujours clairement si cela est justifié par l'investissement de recherche des coauteurs. Des études comparatives ont montré que dans 40% des articles étudiés, les auteurs invités figurant dans la liste avaient peu contribué au contenu de la publication, et qu'il s'agissait souvent de supérieurs hiérarchiques ou de bailleurs de fonds.

Les jeunes chercheurs se plaignent souvent qu'on refuse de reconnaître leur contribution, en citant leur nom en bonne place. Il existe de nombreuses règles de répartition des noms, qui diffèrent d'une discipline à l'autre. La plupart du temps, la personne qui assume la responsabilité principale dans la publication doit figurer en première place. Et le directeur du projet de recherche en dernière. En sciences sociales, en revanche, le statut particulier est celui du dernier auteur: plus un nom apparaît loin dans la liste, plus sa contribution à la recherche a été importante.

Comme de nombreuses règles sont floues, la paternité des publications est l'un des problèmes les plus fréquemment portés devant l'ombudsman des Académies des sciences. Pour éviter les disputes, mieux vaut donc établir dès que possible la liste des auteurs, avec tous les coauteurs potentiels. Au niveau international, il est de plus en plus fréquent que la contribution spécifique de chaque auteur soit décrite. Une transparence qui pourrait contribuer à désamorcer certains conflits.

Source

Académies suisses des sciences. *Qualité d'auteur des publications scientifiques. Analyse et recommandations*. Berne, 2013 (http://www.akademien-schweiz.ch/fr/index/Schwerpunktthemen/Wissenschaftliche-Integritaet.html).

Portraits de villes suisses

La Suisse possède, depuis le XVIIIe siècle, l'image d'un pays essentiellement rural, ce qui a été renforcé par la publicité touristique. Economiquement et socialement, elle a pourtant été fortement marquée par ses villes, protestantes pour la plupart, qui ont accéléré son développement. Un bel ouvrage auquel ont collaboré quelque quatre-vingts auteurs présente en images une septantaine de ces localités, petites et grandes, d'Aarau et Bellinzone à Yverdon et Zurich, en passant par La Chaux-de-Fonds et Poschiavo. Un travail de pionnier, car les sciences historiques ne se sont jusqu'ici guère intéressées aux sources iconographiques. Le livre est principalement constitué de portraits des villes, grâce une sélection de «vedute», de vues de paysages urbains, réalisées depuis le XVe siècle. On y trouve aussi bien des représentations typiques des différentes époques que des évocations plus inhabituelles. L'ouvrage met notamment une chose en évidence: la représentation picturale d'une ville n'est jamais neutre ou objective. Son créateur fait toujours passer un message, même s'il n'en est pas conscient. Il s'agit en général de répondre aux vœux du commanditaire et de montrer que la cité portraiturée est belle, paisible et prospère. La pauvreté omniprésente jusqu'à la fin du XIXe siècle est ainsi gommée et les faubourgs souvent laissés de côté pour conférer à la ville une apparence plus homogène. *uha*

B. Roeck, M. Stercken, F. Walter, M. Jorio, T. Manetsch (éd.): *Schweizer Städtebilder. Urbane Ikonographien (15.–20. Jahrhundert) – Portraits de villes suisses. Iconographie urbaine (XVe–XXe siècle) – Vedute delle città svizzere. L'iconografia urbana (XV–XX secolo)*. Chronos, Zurich 2013, 640 p., 400 ill. en couleur.

Kurpfälzisches Museum Heidelberg

Dans son portrait de la ville de Fribourg (1826), Domenico Quaglio gomme sciemment le progrès technique, l'industrialisation et la pauvreté.

World Economic Forum/swiss-image.ch

Le salaire et le parachute doré de l'ancien patron de Novartis Daniel Vasella ont suscité la polémique.

Rémunérations abusives?

La recherche en gestion s'intéresse aujourd'hui également au phénomène des rémunérations controversées des managers. Quel est le montant justifié et celui qui est exagéré? Afin de déterminer la proportionnalité des sommes accordées, Rüdiger Fahlenbrach, de l'Institut suisse de la finance à l'EPFL, et Henrik Cronqvist, du Claremont McKenna College (Californie), ont procédé à un *reality check*. Ils ont étudié la manière dont les rémunérations des CEO de vingt entreprises américaines cotées en bourse (dont le fabricant de jouets Toys "R" Us) étaient modifiées lorsque ces dernières changeaient de propriétaires suite à un «rachat financé par des capitaux extérieurs». Les deux chercheurs partaient de l'hypothèse que les nouveaux acquéreurs, parce qu'ils étaient propriétaires uniques et avaient également investi beaucoup de fonds propres à côté des capitaux de tiers, allaient se montrer économes et mener de dures négociations avec les CEO.

Dans la plupart des cas, les salaires de base n'ont pas été modifiés. Pour les deux économistes, cela prouve qu'ils n'étaient pas trop élevés. Les bonus versés sous forme d'actions ont en revanche été davantage liés aux performances des CEO, les délais de congé ont été rallongés et les indemnités de départ revues à la baisse. Dans une telle situation, le parachute doré de quelque 70 millions de Daniel Vasella aurait sans doute également été raboté. *uha*

H. Cronqvist, R. Fahlenbrach, *CEO Contract Design: How Do Strong Principals Do It? Journal of Financial Economics* 108 (2013), 659–674.

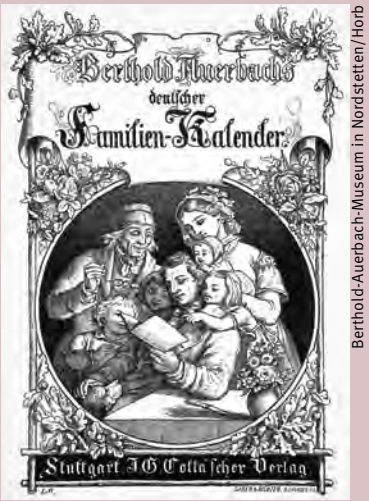
A la recherche du peuple

L'histoire de la littérature allemande s'est enrichie d'un nouveau chapitre important. Jusqu'ici, le XIXe siècle était notamment considéré comme celui des grands romans réalistes, à l'image des œuvres de Theodor Fontane, Theodor Storm ou Gottfried Keller. Pour Jesko Reiling, spécialiste en littérature à l'Université de Berne, le réalisme allemand s'appuie en fait sur la tradition toujours méprisée aujourd'hui de la littérature populaire. Celle-ci était très en vogue au milieu du XIXe siècle et suscitait l'intérêt des érudits, des hommes de lettres et des journalistes. Parmi les nombreux «écrivains populaires» à succès de l'époque, seul le Bernois Jeremias Gotthelf est encore connu de nos jours. Ses contemporains étaient toutefois surtout friands des livres de Berthold Auerbach, tout particulièrement de ses «Récits villageois de la Forêt-Noire» (1843-1854). Ceux-ci, contrairement à ce que certains critiques littéraires ont pu affirmer plus tard, n'ont rien de trivial, mais ont la même qualité que les écrits de Gotthelf, estime Jesko Reiling. Presque oublié aujourd'hui, l'écrivain allemand avait de grandes exigences esthétiques.

Cet essor de la littérature populaire doit être placé dans le contexte des révolutions bourgeoises et démocratiques de 1848 ainsi que de l'émergence des Etats-nations. Inspirés notamment par la «Volksaufklärung» (l'esprit des Lumières à destination de l'homme du commun) du XVIIIe siècle, les «écrivains populaires» débattaient de l'âme du peuple qu'il s'agissait de faire revivre, de la force des anciens contes et légendes, de la nécessaire éducation des classes inférieures et d'une possible pédagogie nationale. Sans eux, le réalisme allemand n'aurait pas pu voir le jour. *uha*

Jesko Reiling (éd.): Berthold Auerbach (1812–1882). *Werk und Wirkung*. Winter Verlag, Heidelberg 2012.

Berthold-Auerbach-Museum in Nordstetten/Horb



Les œuvres de Berthold Auerbach ont la même qualité que les écrits de Jeremias Gotthelf.

«Notre narcissisme, voilà le plus grand risque»

Marc Graf, psychiatre légiste, travaille à l'élaboration de critères objectifs pour distinguer les délinquants sexuels des personnes saines. Mais il estime que les médecins n'ont pas à décider d'un internement.
Propos recueillis par Ori Schipper

Photos: Valérie Chételat

Marc Graf, vos études visent à distinguer précisément entre consommateurs de pornographie enfantine et auteurs d'abus sexuels sur des enfants. Consommer de la pornographie, n'est-ce pas le stade préliminaire de l'abus sexuel?
La plupart des personnes qui regardent des films pédopornographiques ne commettent pas d'abus pédosexuels. Et certains délinquants sexuels condamnés ne montrent aucun intérêt pour la pornographie. Ils sont tellement ancrés dans le concret qu'ils ne nourrissent probablement pas de fantasmes sexuels, et il ne leur vient pas à l'idée d'aller chercher sur Internet des images ou des films de ce genre.

Vous avez analysé ce qui se passe dans le cerveau de ces personnes. L'étude a-t-elle été difficile à mener?
Oui, très difficile. L'évocation de la sexualité provoque des sentiments de honte, et les réponses – même chez les personnes saines – sont souvent le reflet de projections qui ne correspondent pas à la réalité. Nous observons, par exemple, qu'après un traitement, les délinquants sexuels fournissent des réponses a priori plus déviantes et plus perverses qu'avant, lorsqu'on les interroge sur leurs préférences. Alors qu'en fait, ils se montrent tout simplement plus sincères.

Dans ces conditions, comment entendez-vous obtenir des résultats fiables?
Nous essayons de court-circuiter la conscience pour collecter des paramètres aussi objectifs que possible. Nous présentons à nos sujets d'étude – des collaborateurs de l'hôpital et des délinquants condamnés – des images de garçons et d'hommes adultes, mais si brièvement qu'ils ne réalisent même pas qu'ils les ont vues. L'image atteint la rétine mais pas le centre de traitement visuel du cerveau. Dans des conditions similaires, les personnes qui ont une phobie des araignées prennent peur, même si elles ignorent qu'on leur a montré une araignée. De la même manière, les stimuli visuels subliminaux déclenchent une réaction différente, selon que le garçon sur la photo est en maillot de bain ou porte des chaussures, des jeans et un pull.

Qui sont les personnes figurant sur ces photos?
Lorsqu'un photographe de mode fait des photos de son enfant en maillot de bain pour un catalogue de mode, il n'a pas envie qu'elles soient utilisées dans une étude sur des délinquants sexuels. Il s'agit donc d'images générées par ordinateur qui présentent des individus virtuels nus de tout âge, du nouveau-né au vieillard.

Et vous pouvez ainsi mettre en évidence des différences objectives entre délinquants sexuels et sujets sains?
Tel est notre objectif à long terme. Si nous réussissons à définir clairement les différences, nous pourrons évaluer sans préjugé si une thérapie fonctionne. La parole des délinquants sexuels n'est pas fiable. Si j'étais l'un d'eux, je n'avouerais pas souhaiter à nouveau violer des femmes. J'apprendrais rapidement ce qu'il faut dire pendant la thérapie pour être relâché. Voilà pourquoi nous sommes en quête de paramètres objectifs. Dans le cadre de notre étude, nous avons vu que les sujets sains, d'un côté, et les consommateurs de pornographie enfantine et les abuseurs d'enfants, de l'autre, réagissaient différemment aux stimuli subliminaux et à d'autres types de tests. Nous sommes donc sur la bonne voie, mais la distinction n'est pas encore assez nette pour pouvoir décider, sur la base de ces examens, si quelqu'un doit être interné à vie. Nous devons être prudents afin que la justice n'instrumentalise pas précipitamment nos résultats.

> «Nous devons être prudents afin que la justice n'instrumentalise pas nos résultats.»

Certains pénalistes reprochent à la psychiatrie de trop se mêler de justice.
Je comprends ce reproche. On observe actuellement une tendance problématique: le glissement du droit pénal fondé sur la faute vers un droit pénal à vocation préventive. Avant le nouveau Code pénal de 2007, les interventions de l'Etat devaient être proportionnelles à la faute commise par l'individu. Aujourd'hui, celle-ci n'est plus au premier plan, mais «les futurs délits auxquels il faut s'attendre». Et vers qui se tourne-t-on pour scruter l'avenir? Vers nous autres, les psychiatres légistes. Notre narcissisme, voilà le plus grand risque. Si nous prétendons que nos diagnostics sont des certitudes et que nous pouvons faire des prévisions pour la vie, il y aura évidemment des juges qui, en raison de la pression sociétale, se diront: génial, tirons parti de ces compétences! Or, nous ne pouvons être des experts fiables pour les juristes que si nous suivons une démarche suffisamment scientifique et honnête, et si nous disons clairement ce que nous parvenons à faire et ce que nous ne pouvons pas faire.

Mais ne s'appuie-t-on pas justement sur les prévisions des psychiatres pour justifier les décisions d'internement?
A l'inverse des prévisions météo, il n'existe pas de probabilité d'erreur dans les prévisions de psychiatrie légale. Elles font juste état d'un «risque accru de récidive», sans que le degré de certitude de cette affirmation soit précisé. Espérons qu'à l'avenir les juges exigeront cette information.

«Nous pouvons fournir des informations sur le risque de récidive, mais nous ne pouvons et ne devons pas prendre de décisions d'internement.»

Modéliser la météo n'est pas facile. Prédire le comportement humain, est-ce beaucoup plus difficile?
Nous ne pouvons pas prédire un comportement, c'est impossible, mais nous pouvons assigner une personne à un groupe à risque. Nous savons que ces prochaines années tel pourcentage de ce groupe récidivera, mais nous ignorons si la personne est l'un de ces récidivistes. Et pour garder la comparaison avec la météo, prédire si et où il y aura un orage, c'est possible, mais pas de prédire où la foudre tombera. Dans l'hypothèse où vous décidez d'abattre préventivement tous les arbres de la région du site d'impact supposé, vous agissez de manière incongrue. Or, en droit pénal, la situation évolue dans cette direction. Il est important que nous clarifiions notre rôle: nous sommes des experts médicaux. Les juristes peuvent faire appel à nous en tant que tels, comme ils recourent parfois aux experts de l'aviation, ni plus ni moins. Il ne s'agit pas ici d'esquiver une responsabilité, mais d'empêcher un abus de pouvoir.

Le juge n'a pas affaire à un groupe à risque, mais à un individu.
C'est précisément le problème. Le juge ne peut pas décider d'un internement à raison de 60%. Soit il incarcère la personne, soit il la laisse en liberté. Mais la question de savoir où le juge pose la limite ne nous regarde pas. Et celle de savoir s'il est acceptable ou non d'avoir du matériel pédopornographique sur son ordinateur n'est pas médicale ou scientifique. Nous autres médecins n'avons pas à nous mêler de la pesée d'intérêts entre l'amputation drastique de la liberté individuelle et la sécurité de la société. Nous recevons régulièrement des demandes d'expertise qui posent explicitement la question: faut-il interner à vie le coupable? C'est une question à laquelle nous ne saurions répondre. Nous sommes en mesure de fournir des informations sur le risque de récidive, mais nous ne pouvons et ne devons en aucun cas prendre des décisions d'internement.

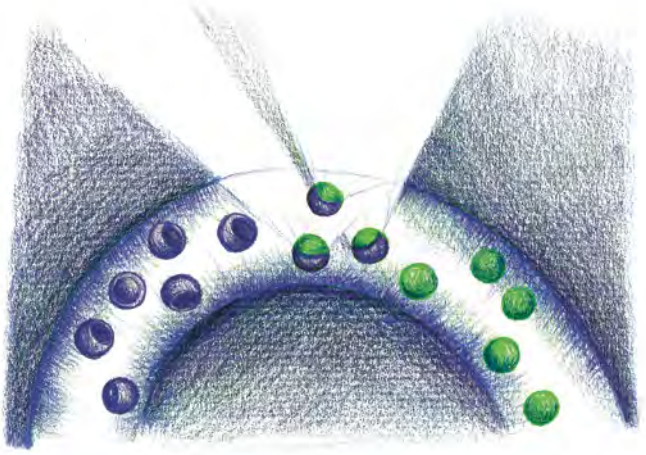
Avec vos études, ne préparez-vous pas le terrain pour de telles décisions?
Notre intention, avec des paramètres objectifs, n'est pas de confondre qui que ce soit, mais de confronter quelqu'un de manière constructive avec le résultat d'un test. Par ailleurs, la question ne consiste pas seulement à savoir qui pourrait être dangereux, mais aussi qui ne l'est pas. Je reçois des lettres de délinquants internés à vie qui souhaiteraient participer à nos études. Ils nous écrivent des lettres désespérées où ils affirment ne plus avoir de fantasmes sadiques et où ils se plaignent que personne ne les croit. Ils espèrent que nos résultats puissent les aider à être libérés. J'ai aussi été approché par des hommes en procédure de divorce qui avaient proposé par le passé à leur épouse des pratiques sexuelles inhabituelles. Ils aimeraient maintenant apporter la preuve qu'ils ne sont pas pervers afin de pouvoir continuer à voir leurs enfants. Il s'agit donc également de disculper des individus. Notre grande chance, c'est que nous sommes en mesure de mener une recherche ouverte en clinique universitaire avec des fonds publics.

Marc Graf

Depuis 2011, Marc Graf dirige le département de psychiatrie légale des cliniques psychiatriques universitaires de Bâle. Il enseigne aux facultés de droit des Universités de Bâle et de Lucerne, et mène des recherches dans le domaine de la déviance pédosexuelle. Il est par ailleurs membre du comité de la Société suisse de psychiatrie forensique.

Les LED, une révolution lumineuse

Par Philippe Morel. Illustrations Marion Ingold



1 Les LED ont le vent en poupe: espace urbain et domestique, automobile et loisirs, elles brillent presque partout, et pas que la nuit. LED est l'acronyme de diode électroluminescente. Une diode est un composant électronique qui a la particularité de ne laisser passer le courant que dans un sens. Les diodes modernes sont réalisées à l'aide de matériaux semi-conducteurs. Physiquement, une diode est la jonction (dite PN) de deux matériaux semi-conducteurs aux propriétés différentes, avec, d'un côté, un substrat riche en électrons (N) et, de l'autre, un substrat déficitaire en électrons (ou riche en «trous», P). Du point de vue d'un électron, on peut considérer cette jonction comme une frontière dont la largeur dépend des matériaux utilisés et du sens du courant appliqué. S'il est utilisé dans le bon sens, la frontière se passe plus aisément. Dans le cas contraire, elle devient un no man's land difficilement franchissable.

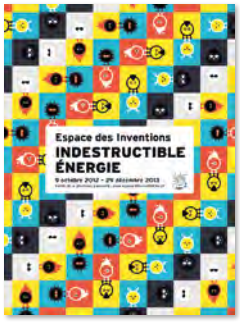
2 Lorsqu'un électron parvient à franchir cette jonction PN et qu'il se recombine à un trou, il relâche son énergie en émettant un photon, soit de la lumière. Ce phénomène s'appelle l'électroluminescence. La lumière qu'il génère peut être mono ou polychromatique. La longueur d'onde du rayonnement émis dépend des matériaux utilisés. La façon d'obtenir la lumière est donc fondamentalement différente de celles des lampes à incandescence ou à décharge. Avec les matériaux à disposition aujourd'hui, il est possible de couvrir tout le spectre de la lumière visible.

3 La première émission de lumière par un semi-conducteur date de 1907 et le premier brevet décrivant ce qui s'appellera diode électroluminescente de 1927. Il faudra attendre les années 1960 pour voir briller, en rouge, la première LED. A leurs débuts, les LED étaient avant tout employées comme voyants lumineux de par leurs propriétés intéressantes: résistance au choc, faible consommation d'énergie, encombrement limité, longue durée et très faible dégagement de chaleur. Depuis le tournant des années 2000, le développement de nouveaux matériaux permettant d'obtenir de la lumière blanche, combiné à ces propriétés, ont fait débarquer les LED dans le monde de l'éclairage. Depuis, elles n'arrêtent pas de gagner du terrain.

Marion Ingold étudie à la Haute école des arts de Berne.

Indestructible énergie

Si l'on dit que la garde meurt mais ne se rend pas, on peut affirmer à propos de l'énergie qu'elle se transforme mais ne se perd pas. Elle est présente partout. Paradoxalement, on ne la remarque toutefois que lors de ses transformations, par exemple au moment où, par la grâce de la dynamo d'un vélo, de l'énergie mécanique devient de l'énergie électrique et thermique. L'Espace des Inventions à Lausanne consacre son exposition actuelle, réalisée par ses soins, à l'énergie. Durant le parcours, l'énergie est représentée sous la forme d'une monnaie, le «Blip», qui s'échange lors de processus physiques. Si les premiers «Blips» sont offerts, les suivants se gagnent grâce à sa propre énergie musculaire (ou celle de ses enfants!). Se présentant sous la forme de balles de ping-pong, ils permettent de faire fonctionner les différentes expériences et démonstrations proposées.



Les divers types d'énergie sont symbolisés par de petits personnages à la forte personnalité: les EnergoBlips - mon préféré étant DarkVaBlip, qui personnifie la mystérieuse énergie sombre. L'exposition permet de mieux appréhender leurs traits de caractère et quelques-uns des processus physiques qui les relient. Si «Indestructible énergie» est fidèle au credo de l'Espace des inventions, qui se définit comme le musée où il faut toucher, les textes et les visuels sont de grande qualité et captivent sans peine petits et grands. Pour les enfants, mais pas seulement, le clou de l'exposition est sans aucun doute la démonstration de la réaction en chaîne, sorte de machine à Tinguely où la mise en jeu de plusieurs types d'énergie fait avancer une balle sur un long parcours semé d'embûches. *pm*

«Indestructible énergie» est visible jusqu'au 29 décembre 2013 à l'Espace des Inventions (Lausanne). www.espace-des-inventions.ch

De septembre à décembre 2013

Café scientifique

Neuchâtel: «Ecrivain-tueur cherche éditeur» (4 septembre)
Cafétéria du bâtiment principal, Université de Neuchâtel, av. du 1er-Mars 26, 2000 Neuchâtel, de 18h00 à 19h30
▸ www.unine.ch/cafescientifique

Jusqu'au 5 janvier 2014

«Si loin et si proche – Un siècle d'ethnologie en Valais»

Centre d'expositions de l'Ancien Pénitencier
Rue des Châteaux 24, 1950 Sion
▸ www.musees-valais.ch

Jusqu'au 5 janvier 2014

«Sel»

Musée de la main
Fondation Claude Verdan
Rue du Bugnon 21, 1011 Lausanne
▸ www.verdan.ch

Jusqu'au 5 janvier 2014

«Vipères»

Musée d'histoire naturelle de Fribourg
Chemin du Musée 6, 1700 Fribourg
▸ www.fr.ch/mhn

Jusqu'au 2 mars 2014

«Malins plaisirs»

Musée romain de Lausanne-Vidy
Chemin du Bois-de-Vaux 24, 1007 Lausanne
▸ www.lausanne.ch/mrv

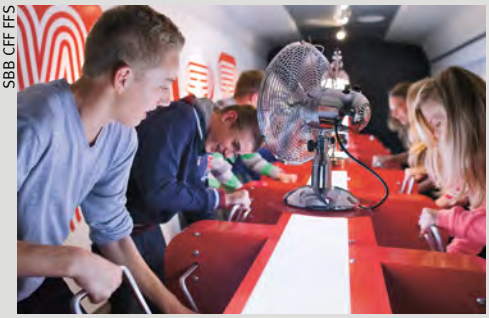
Jusqu'au 30 avril 2014

«Délices d'artistes»

Alimentarium – Musée de l'alimentation
Quai Perdonnet 25,1800 Vevey
▸ www.alimentarium.ch

A l'école dans le train

Où les enfants sont-ils le mieux sensibilisés aux thèmes de la mobilité et de l'utilisation durable de l'énergie? Dans le train. En collaboration avec la Fondation Science et Cité (Académies suisses des sciences) et l'Office fédéral de l'énergie, les CFF ont conçu un train école qui sillonne toute la Suisse. Il est censé apprendre aux écoliers à adopter un comportement respectueux de l'environnement. (www.cff.ch)


SBB CFF FFS

Connaissances pour «l'avenir de la Terre»

Margrit Straub

Heinz Gutscher, président de l'Académie suisse des sciences humaines et sociales, a été nommé au sein du comité de dix-huit membres de Future Earth. D'une durée de dix ans, cette initiative internationale de recherche sur les changements climatiques vise à développer les connaissances dans ce domaine, cela dans une optique de durabilité globale. www.icsu.org/future-earth.

Garder les nanomatériaux à l'œil

Les nanomatériaux font depuis longtemps partie de notre quotidien. On les trouve notamment dans les pâtes dentifrices, les vêtements, les pneus ou les raquettes de tennis. En Suisse, huit produits de ce type sont fabriqués ou élaborés en grande quantité. Le Centre d'évaluation des choix technologiques (TA-SWISS) vient d'examiner leurs éventuels effets sur l'environnement et la santé. Il recommande de combler les grandes lacunes de savoir qui subsistent dans ce domaine, de tirer au clair les questions liées à leur élimination et de garantir la liberté de choix des consommateurs.

Un logiciel pour détecter les plagiats

Le FNS a traité six cas de plagiat dans les requêtes déposées entre octobre 2010 et octobre 2012. Trois ont été signalés par des experts, trois autres identifiés par le logiciel nouvellement utilisé par le FNS. Dans un cas, 60% du plan de recherche ont été copiés d'un article pas encore publié, sans que la source soit citée. Les autres affaires concernent des passages de textes qui représentent jusqu'à 20% de la requête. Tous ces plagiats ont fait l'objet de sanctions. Trois requérants ont ainsi été frappés d'une interdiction de soumettre une nouvelle requête pendant un an. Dans le cas le plus grave, cette suspension a été portée à quatre ans. Introduit il y a deux ans, le logiciel du FNS permet une analyse plus approfondie des requêtes suspectes en comparant leurs textes à Internet et à des bases de données de la littérature scientifique.

Impulsions pour l'économie

Pour que la Suisse reste à la pointe en matière d'innovation, le Parlement avait alloué 10 millions de francs au FNS en 2009. Ces fonds auxquels se sont ajoutés des contributions émanant de divers partenaires industriels ainsi que des hautes écoles ont permis de lancer 28 projets de transfert de technologie dans neuf Pôles de recherche nationaux (PRN). Les chercheurs ont réussi à susciter de nombreuses impulsions pour les entreprises impliquées et pour l'économie suisse en général. Au total, 43 prototypes ainsi que 34 procédés techniques et produits ont pu être développés. Des groupes de recherche

Tinynode

placés sous la houlette de l'EPFZ ont ainsi mis au point des systèmes de senseurs qui permettent aux villes de contrôler l'occupation des places de parc pour mieux piloter le trafic. Certaines innovations ont déjà été commercialisées et 17 licences et brevets ont été déposés.

Horizons
Magazine suisse de la recherche scientifique
Horizons paraît quatre fois par an en français et en allemand (Horizonte).
25e année, n° 98, septembre 2013.
www.snf.ch/horizons

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

Académies suisses des sciences
Secrétariat général
Hirschengraben 11
CH-3001 Berne
Tél. 031 313 14 40
info@akademien-schweiz.ch

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

Graphisme, rédaction photos
2. stock süd netthoevel & gaberthüel,
Valérie Chételat
Photo de couverture: Valérie Chételat
Illustration éditorial: Eliane Häfliger, HEAB

Correction
Jean-Pierre Grenon

Traduction
Catherine Riva

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

Tirage
35 600 exemplaires en allemand,
15 600 exemplaires en français

© Tous droits réservés.
Reproduction avec l'autorisation souhaitée de l'éditeur.

ISSN 1663 2710

L'abonnement est gratuit. La version papier n'est habituellement distribuée qu'en Suisse et à des organisations à l'étranger. Les projets de recherche présentés sont soutenus en règle générale par le FNS.

Le FNS
Le FNS est la principale institution d'encouragement de la recherche scientifique en Suisse. Sur mandat de la Confédération, il favorise la recherche fondamentale dans toutes les disciplines et soutient chaque année, grâce à quelque 755 millions de francs, plus de 3500 projets auxquels participent environ 8750 scientifiques.

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

«En Israël, les chercheuses concilient couramment carrière et vie de famille.»
Olga Sorkine-Hornung page 24

«Escroquer, en sciences, c'est beaucoup trop facile.»
Diederik Stapel page 38

«Nous pouvons fournir des informations sur le risque de récidive, mais nous ne pouvons et ne devons pas prendre de décisions d'internement.»
Marc Graf page 46