



horizons

Le hasard, un principe? 6

Les raisons de la fuite sénile du lit 22

La Suisse pionnière de l'école 26

Le boson de Higgs découvert, que faire? 30

Davantage de postes fixes dans les universités ?

Un jeune biologiste de l'Université de Bâle a récemment terminé un travail de master dans lequel il développe une nouvelle manière d'évaluer la date d'arrivée moyenne des oiseaux migrateurs au printemps. Grâce à son modèle statistique, il sera également possible de calculer de façon plus fiable comment l'apparition des premiers bourgeons ou des premiers papillons est modifiée par le changement climatique. Le jeune homme de 26 ans dispose du potentiel nécessaire pour effectuer un doctorat et ensuite se consacrer à la recherche et à l'enseignement dans une université suisse.



Mais il ne veut pas emprunter cette voie. Et il a de bonnes raisons pour cela: il a rapidement été engagé dans un bureau d'écologie. Un emploi qu'il n'aurait sans doute plus obtenu plus tard, en tant que scientifique hautement spécialisé obligé de quitter l'université à 45 ans, faute de poste fixe. Il y a effectivement, dans les

alma mater helvétiques, beaucoup de postdocs et de jeunes chercheurs avec des contrats à durée déterminée, mais peu de postes fixes.

Comment peut-on, dans ces conditions, rendre une carrière académique plus attrayante pour les jeunes talents et réduire ainsi l'afflux d'universitaires venant de l'étranger ? Six jeunes chercheurs ont élaboré une série de propositions pour répondre à ce défi. Leur principale exigence: la création d'un nombre important de postes fixes. Le président de la Conférence des recteurs des universités suisses estime, en revanche, que les mesures proposées par ce groupe reflètent une image dépassée des hautes écoles. Il plaide en faveur de davantage de postes à durée limitée.

En pages 34 et 35, vous trouverez les arguments des uns et des autres. Le parlement se penchera bientôt sur la question. Le Conseil des Etats a décidé de soumettre les propositions des jeunes chercheurs à examen, et une audition est d'ores et déjà prévue au Conseil national.

Valentin Amrhein
Rédaction d'*Horizons*



Rahel Nicole Eisenring



Steve Prezant/Corbis/Specter



Johannes Kölla, école de village, Kunsthhaus Zürich



Peter Ginter/Fermitlab



point fort hasard

6 Pile ou face ?

Certains domaines scientifiques tendent à exclure le hasard. D'autres l'intègrent, histoire de contrecarrer la notion de prévisibilité. Trois exemples tirés de la biologie, de la physique et de la philosophie.

biologie et médecine

22 Capricieuse horloge interne

Avec l'âge, nous nous levons plus tôt le matin. Un phénomène qui a des causes hormonales.

24 Un cocktail toxique

Les champignons ont recours à des armes chimiques qui pourraient être utiles à l'homme.

25 Des virus alliés des parasites

Coopération forcée
Différences hormonales entre les sexes

société et culture

26 La Suisse pionnière de l'école

Vers 1800, presque tous les enfants suisses allaient à l'école, révèle un sondage de l'époque.

28 La fin du saucissonnage

Les Etats européens ont été obligés de décroiser leurs régimes sociaux.

29 Souples « archets de Beethoven »

Protéines végétales plutôt que lait en poudre
Théâtre dans la ville

nature et technologie

30 Trois piliers pour la physique des particules

Le boson de Higgs découvert, que faire ? Quatre physiciens donnent des réponses.

32 Points lumineux pour s'orienter

Comment faire fonctionner des systèmes GPS à l'intérieur des bâtiments.

33 Lent refroidissement

Une imprimante pour nanostructures
Arme ciblée contre l'athérosclérose

place publique

34 Mille nouveaux professeurs assistants

La Suisse doit-elle réformer en profondeur sa hiérarchie universitaire ?

36 Contre le mildiou

En Suisse aussi, les plantes génétiquement modifiées pourraient présenter des avantages.

37 Des panneaux solaires dans le pré ?

Le virage énergétique modifiera profondément le paysage suisse.

4 en image

La Ruinaulta, vestige d'un gigantesque éboulement

5 questions-réponses

Tanja Krones, les tests prénataux entraînent-ils davantage d'avortements ?

16 débat

L'évaluation par les pairs fonctionne de manière anonyme. Est-ce une bonne chose ?

18 portrait

Jacques Fellay, médecin et lauréat du Prix Latsis

20 lieu de recherche

A Rome, un historien de l'art suit les traces d'Egnazio Danti, moine dominicain et savant universel.

38 cartoon

Ruedi Widmer

39 en direct du fns et des académies

Contrat social pour le virage énergétique

40 entretien

Nous devons mieux comprendre la fragilité, estime Brigitte Santos-Eggimann, spécialiste en prévention et santé publique.

42 comment ça marche ?

Trop canon, la neige !

43 coup de cœur

La science est l'amour de la vérité

Eboulement sur papier

Personne ne sait quand la catastrophe a exactement eu lieu et si quelqu'un a pu en être le témoin. Tout ce qu'il en reste aujourd'hui, ce sont les gorges de la Ruinaulta, une entaille dans un gigantesque cône d'éboulis à travers lesquels le Rhin antérieur s'est peu à peu frayé un chemin. Il y a environ 9500 ans, une masse de quelque dix kilomètres cubes de roches calcaires s'est détachée au-dessus du village de Flims et a été précipitée dans la vallée large d'un kilomètre et demi, détruisant tout sur son passage. Un barrage de 500 mètres de haut s'est formé, bloquant le Rhin et donnant naissance à un lac. Un éboulement d'une telle ampleur ne s'est plus jamais reproduit dans les Alpes.

Un groupe de chercheurs de la Haute école des arts de Berne a choisi d'appréhender cet événement violent, qui a fortement marqué le paysage, sous l'angle artistique. La photo ci-contre, le travail intitulé « Pli I » de Schirin Kretschmann, montre la photocopie d'un morceau de carte topographique de la région concernée. En haut, au centre, on reconnaît le Crap Sogn Gion, au-dessus de Flims. Les plis dans la carte sont censés représenter le glissement de terrain et les modifications du paysage qu'il a provoquées. Le processus de copie met ce phénomène tridimensionnel à plat et crée ainsi un modèle qui rend le mouvement invisible plus facilement saisissable.

Martin Bieri ■

Image : Schirin Kretschmann



Renate Wernli

« Ne pas laisser les parents seuls »

L'autorisation de mise sur le marché d'un nouveau test prénatal de dépistage de la trisomie 21 alimente la controverse. Tanja Krones, éthicienne médicale, estime qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter.

Tanja Krones, sur le marché suisse, combien y a-t-il de tests génétiques prénatals permettant de dépister un handicap lourd chez l'enfant ?

Le test prénatal de dépistage de la trisomie 21 est, pour l'instant, le seul qui permet d'identifier une répartition incorrecte des chromosomes et pour lequel un prélèvement de sang maternel suffit. Sinon, il existe d'autres tests, qui détectent dans les cellules du liquide amniotique ou du placenta les défauts génétiques héréditaires responsables de certaines maladies. Mais ils ne sont utilisés que sporadiquement.

En principe, on peut « explorer » le profil génétique d'un enfant à naître en fonction de critères très divers. D'un point de vue éthique, quels sont les tests problématiques ?

Fondamentalement, il faut distinguer entre maladies et propriétés. Il règne un large consensus social en vertu duquel les tests qui permettent de déterminer, par exemple, le sexe ou la couleur des yeux, sont problématiques. Une autre limite souligne le droit de l'enfant à décider lui-

même s'il veut être informé de sa maladie. En effectuant un test qui dépiste une affection qui ne se déclarera pas avant l'âge de 18 ans, on impose une information dont la personne n'aurait peut-être pas souhaité disposer. En Allemagne, de tels tests sont formellement interdits. En Suisse, la formulation est plus floue.

« Il est rare qu'un test génétique entraîne un avortement. »

Il existe donc une importante marge de manœuvre pour d'autres tests, et la palette va s'élargir. D'où la crainte de voir les avortements se multiplier...

Cela ne devrait pas arriver. Il est rare qu'un test génétique entraîne un avortement : pour de nombreux embryons, il se produit avant une fausse couche spontanée. Et certains enfants naissent précisément parce que ces tests ont lieu dans des familles à risque, où la décision en faveur de l'interruption de grossesse l'emporte-

rait s'il n'y avait pas la possibilité de tirer au clair la question de la prédisposition. Enfin, le diagnostic prénatal existe depuis quarante ans, et des études ont établi que la tolérance envers les personnes handicapées n'a pas diminué.

Quel rôle joue la qualité de vie des parents ?

Le handicap d'un enfant peut empiéter massivement sur la qualité de vie des parents et de la fratrie. Pour cette raison, le droit de savoir doit être maintenu pour les parents et respecté par le législateur.

Est-ce un droit de savoir ou plutôt un devoir de savoir? Toujours mieux informés, les futurs parents pourraient être pressés de prendre certaines décisions. Internet rendra accessible quantité d'offres relevant d'une zone grise juridique. Comment gérer cela ?

Des interdictions générales sont impraticables. Il est beaucoup plus important d'assurer un accompagnement par le médecin afin que les parents ne se retrouvent pas seuls face à ces tests. Ils doivent pouvoir trouver ensemble les informations qui comptent véritablement pour eux. Malheureusement, il semble de plus en plus difficile de financer une médecine permettant ce type d'échanges et de conseils. C'est là que se situe le principal problème.

Propos recueillis par Roland Fischer ■

Tanja Krones est médecin-chef d'éthique clinique à l'Hôpital universitaire de Zurich. Elle a étudié la médecine, la sociologie, la psychologie et les sciences politiques. Les aspects éthiques du diagnostic prénatal, la médecine reproductive et la médecine fondée sur les preuves constituent son domaine de spécialité.



Pile ou face ?

Quel rôle le hasard joue-t-il dans les découvertes scientifiques ? Certains domaines de la recherche tendent à l'exclure, car il remet en question la notion de prévisibilité. D'autres l'intègrent, histoire de contrecarrer cette prédictibilité. Trois exemples tirés de la biologie, de la physique et de la philosophie. *Illustrations Rahel Nicole Eisenring*





Le hasard recule devant la nécessité

Pourquoi deux cellules génétiquement identiques ne se comportent-elles pas toujours de la même façon ? Il y a dix ans, on a avancé que c'était le fait du hasard. Aujourd'hui, la recherche affirme qu'une grande partie de ces aléas s'expliquent. *Par Ori Schipper*

La multiplicité des processus coordonnés intervenant en même temps au sein d'une cellule tient presque du miracle. Au niveau de la membrane cellulaire, certaines protéines agrègent des sucres ou d'autres molécules énergétiques qui subissent une décomposition biochimique ailleurs dans la cellule. Avec cette énergie, la cellule alimente la construction des composants cellulaires ou la duplication de l'ADN.

Pourtant, ces processus moléculaires présentent un flou étonnamment important, comme l'a montré un article paru voilà dix ans dans la revue *Science*. Ses auteurs, des chercheurs emmenés par Michael Elowitz, de l'Université Rockefeller aux Etats-Unis, avaient introduit dans des bactéries intestinales une protéine luminescente d'une méduse de l'océan Pacifique.

Coloris surprenants

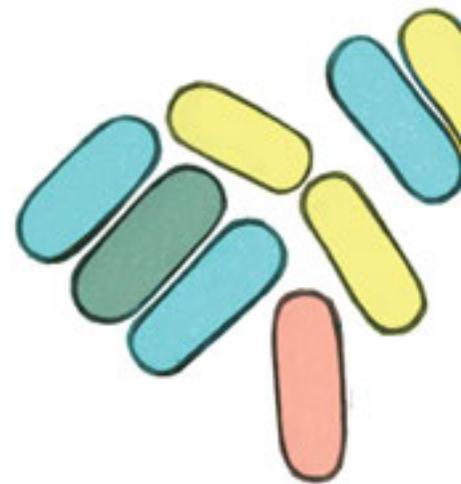
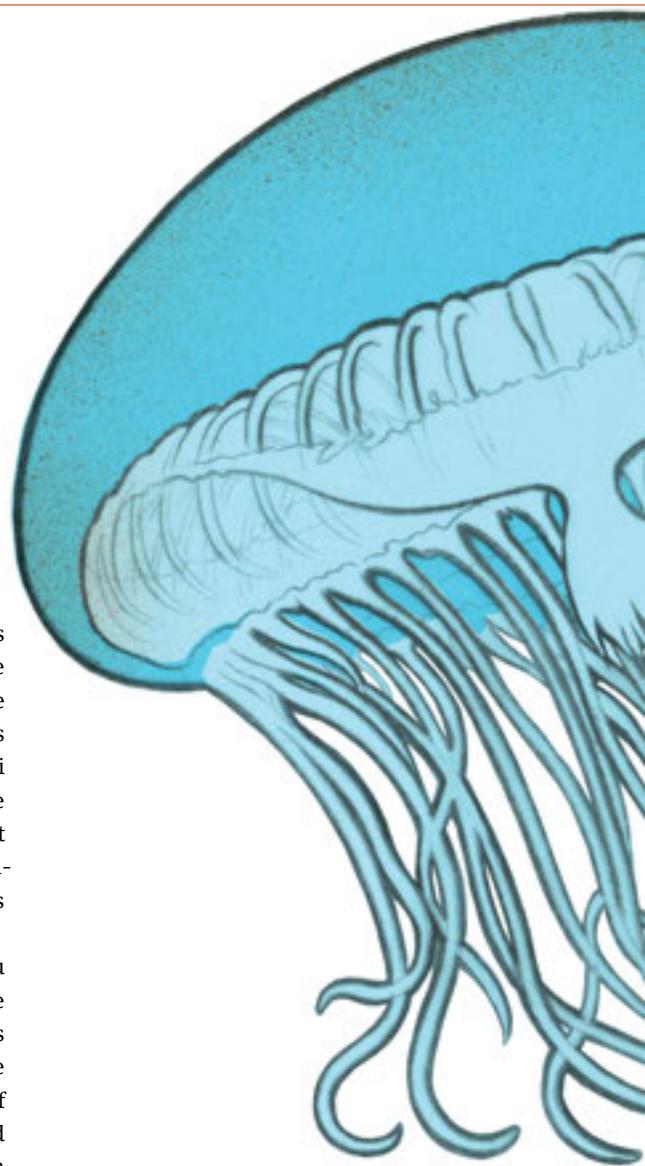
Prises séparément, ces protéines présentent une fluorescence verte ou rouge, laquelle vire au jaune lorsque lesdites protéines sont mises ensemble. Pour leur essai, les chercheurs ont affecté les gènes des deux couleurs (verte et rouge) au contrôle de la même séquence génétique. Leur hypothèse : si la machinerie cellulaire identifie et exécute correctement la séquence de contrôle, les deux gènes devraient présenter la même activité et, par leur action conjointe, doter les bactéries d'une fluorescence jaune. Mais cela ne s'est produit que pour 60% des bactéries. Les 40% restants présentaient une fluorescence verte ou rouge : elles produisaient donc davantage une version de la protéine luminescente, au détriment de

l'autre. Michael Elowitz et ses collègues ont expliqué les coloris inattendus de leurs bactéries par le « noise », c'est-à-dire le bruit des mécanismes moléculaires. Des processus stochastiques ou aléatoires, qui débouchent parfois sur la fabrication de telle protéine, et parfois non. « Le bruit intrinsèque limite de manière fondamentale la précision avec laquelle les gènes sont régulés », écrivaient les chercheurs.

Mais se pourrait-il que ce bruit, issu de mécanismes erronés, remplisse une fonction biologique ? Et que les processus stochastiques ne se déroulent pas de manière absurde, mais servent un objectif supérieur ? Telle est la question de fond qu'examine l'équipe dirigée par Martin Ackermann, de l'EPFZ et de l'Eawag. Ces chercheurs attribuent au hasard un rôle plus complexe que Charles Darwin dans sa théorie de l'évolution (voir encadré). Cette dernière postule une concomitance

Les principes de l'évolution

L'élégance de la théorie de Charles Darwin réside peut-être moins dans son explication concluante de l'origine commune de toutes les formes de vie que dans son unification de deux principes a priori inconciliables : le hasard et la nécessité. Ensemble, ils créent les conditions cadres du développement de la vie avec, d'un côté, les modifications de l'ADN se produisant par hasard et résultant d'imprévisibles erreurs de duplication et, de l'autre, la sélection naturelle, en tant que principe de nécessité. Celle-ci a pour effet qu'au sein de la diversité née du hasard, seules s'imposent les variantes permettant aux individus qui les portent de mieux s'adapter à leur environnement.





de mutations aléatoires et de sélection naturelle : le hasard est le père de la diversité, laquelle s'érode sans cesse en raison de la nécessité que représente la survie à la sélection naturelle. Alors que dans la pensée de Martin Ackermann, ces deux principes dissemblables s'entrelacent et s'interpénètrent : « Nous avons découvert des éléments qui indiquent que la sélection naturelle détermine l'envergure de la diversité », explique-t-il. L'effet du hasard n'est donc pas aussi important dans toutes les situations. Dans certains domaines, la sélection ne laisse que peu d'espace au hasard, alors que dans d'autres, elle exploite la diversité qu'il génère.

Avec un groupe de chercheurs israéliens, l'équipe de Martin Ackermann a analysé la part de bruit autorisée par chaque séquence génétique de contrôle, dans le cas de plus de 1500 gènes différents de la bactérie intestinale *Escherichia coli*. Pour de nombreux gènes, dits essentiels (sans lesquels la bactérie ne peut pas vivre), le bruit était minimal. En revanche, la régulation des gènes, qui entrent en action dans les adaptations aux modifications de l'environnement (stress bactérien), s'est avérée beaucoup plus sujette aux défaillances.

Différence utile

Du point de vue des bactéries, cette différence est utile. Car les bactéries croissent en colonies. Or, ces dernières profitent d'une espèce de répartition du travail : une colonie grandit de manière optimale quand la plupart des cellules investissent leur énergie dans la croissance, tandis que certaines se développent et se multiplient de manière limitée, mais résistent mieux aux périodes défavorables. Sans ces cellules gardiennes, la colonie pourrait croître plus vite pendant les périodes propices, mais risquerait d'être éradiquée d'un seul coup si, par exemple, aucune cellule sœur ne réagissait à temps à une variation de température.

Les colonies de bactéries sont composées de cellules génétiquement identiques, exposées au même environnement et censées se comporter toutes à l'identique.



Mais ce n'est pas le cas. « Cette théorie est dépassée », conclut Martin Ackermann. Pour les bactéries, uniformiser la régulation de leurs gènes du stress ne présente aucun avantage. Au contraire, plus elles s'en remettent au hasard, plus la diversité de la résistance au stress est grande chez les cellules sœurs, et plus ces dernières ont tendance à se partager le travail. Le scientifique connaît de nombreux exemples qui montrent que « les bactéries jouent à pile ou face ». Son groupe de recherche étudie le phénomène s'agissant des bactéries qui fixent l'azote dans les lacs suisses, ainsi que dans le cas des salmonelles, dont une minorité se sacrifie

en attaquant nos cellules intestinales. Ces altruistes provoquent ainsi une réaction de défense, qui profite à leurs sœurs génétiquement identiques.

Cette manière de se concentrer sur l'individualité des cellules autorise à envisager de façon nouvelle certains champs bien connus de la microbiologie de l'environnement, comme l'épuration des eaux. « Nos recherches sur les cellules prises une à une au sein des systèmes complexes nous permettent d'étudier qui fait quoi, et démontrent l'importance de l'individualité », fait valoir Martin Ackermann.

Lucas Pelkmans a aussi beaucoup à dire sur l'individualité des cellules. Avec

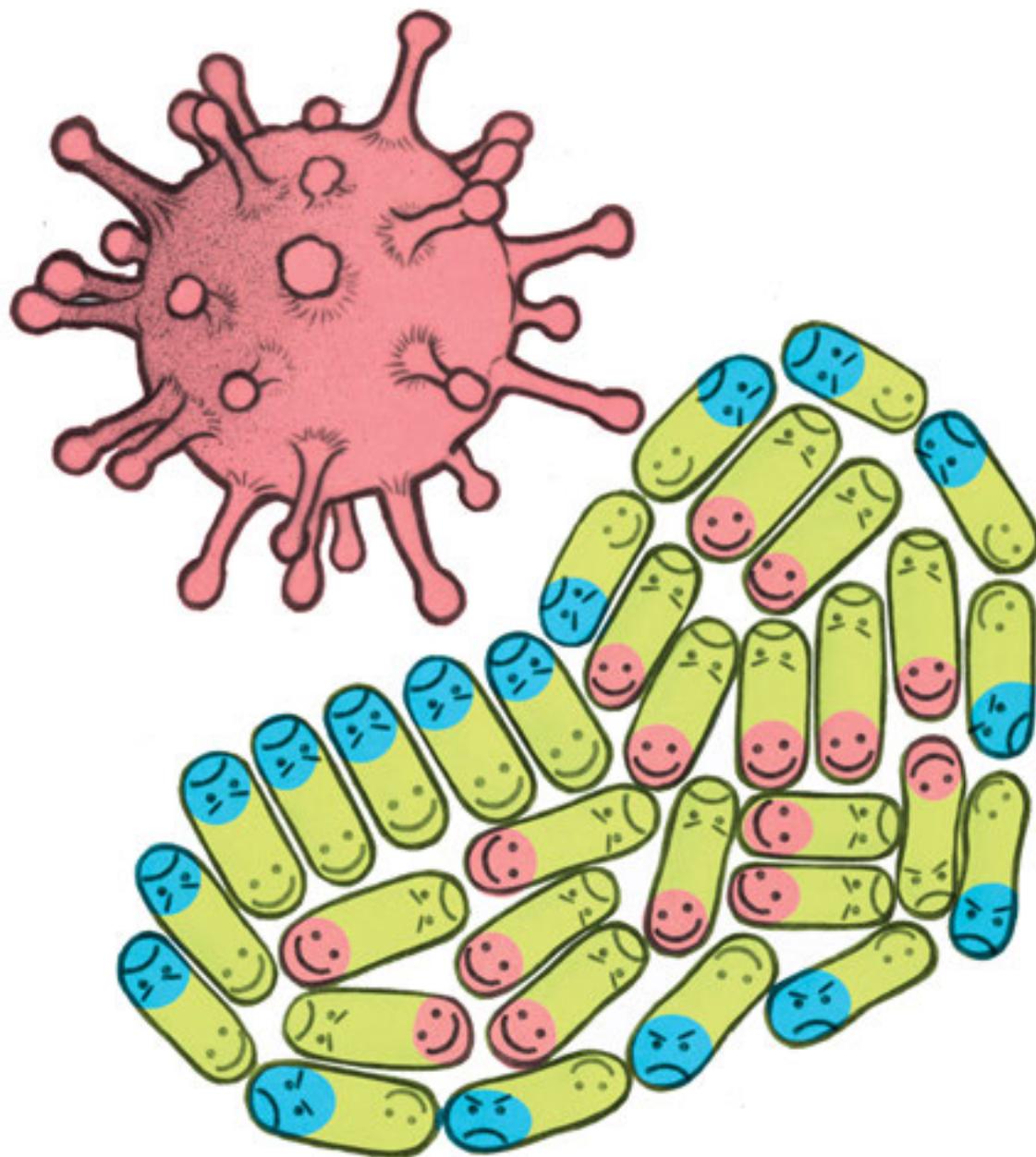
son équipe de l'Université de Zurich, il étudie la biologie systémique des amas cellulaires humains. Leurs cellules sont toutes génétiquement identiques, mais leur comportement diffère. Une cellule est plus sensible ou plus résistante à certains virus suivant qu'elle se trouve au milieu ou vers le bord de l'amas.

« Le fait de connaître le comportement moyen de millions de cellules ne dit pas grand-chose du comportement de la cellule individuelle », explique le chercheur. Il faut comprendre, poursuit-il, que de nouveaux critères de sélection émergent quand un amas, fait de cellules identiques, forme une colonie. L'amas cellulaire profite d'un partage du travail qui s'accompagne d'un degré supplémentaire de régulation de la croissance cellulaire individuelle. Lucas Pelkmans a découvert une variable qui joue un rôle important dans ce cadre : le contexte de la population cellulaire.

Ce dernier permet de prédire, en termes de probabilité, quelles cellules seront infestées par un virus, mais aussi d'expliquer le comportement individuel des cellules cancéreuses. Le fait que certains traitements contre le cancer soient très efficaces contre des cellules données, et à peine contre d'autres, dépend aussi du contexte de la population cellulaire. Pour la science, il s'agit maintenant de découvrir ses mécanismes de régulation, ce qui offrirait peut-être une possibilité de mettre en évidence de nouveaux angles d'attaque dans la lutte contre le cancer.

Schémas explicables

Au-delà de ces aspects d'utilité, le contexte de la population cellulaire contribue également à relativiser l'importance du hasard : le fait que des cellules sœurs, génétiquement identiques, se comportent différemment a peut-être moins à voir avec le bruit aléatoire qu'avec d'autres schémas régulés et explicables. Dans sa quête d'une meilleure compréhension de la complexité, Lucas Pelkmans a réussi à expliquer une part non élucidée jusqu'ici du hasard. En biologie, ce dernier est donc en train de reculer face à la nécessité. ■





Le conditionnement de la connaissance

Comment se fait-il qu'une personne fasse une découverte? Réponse du sens commun: c'est parce qu'elle est particulièrement intelligente, voire un « génie ». La sociologie de la connaissance, sur laquelle se base l'étude actuelle des sciences et l'épistémologie, a déjà démystifié au début du siècle dernier cette représentation idéalisante et individualisante de la création de nouveaux savoirs. Le philosophe Karl Mannheim parlait de « conditionnement existentiel et social de la science ». Sans postuler comme le marxisme que le monde des idées est déterminé par l'économie, il mettait en avant l'influence du social sur l'esprit, tout dépendant de la classe sociale du savant et de ses conditions de travail. Ludwik Fleck, immunologue, a pour sa part évoqué le « moment social de l'émergence de la connaissance »; le savoir émerge de manière supra-individuelle, les scientifiques sont toujours partie intégrante d'un « collectif de pensée » et d'un « style de pensée ». Autrement dit, le scientifique ne fait pas sa découverte tout seul, mais associé à d'autres, qui lui permettent de découvrir ce qu'il a découvert. Un processus dans lequel le hasard ne joue pas un rôle important. **uha** ■

Chocolat fondu

En 1945, un ingénieur passe devant le faisceau d'un radar. Peu après, il constate que la barre de chocolat qu'il conserve dans sa poche a fondu. De cette rencontre fortuite entre cacao et rayonnement électromagnétique naîtra le four à micro-ondes, une des nombreuses inventions couramment attribuées au hasard. Mais celui-ci ne se résume-t-il pas uniquement au passage du chocolat dans un faisceau de micro-ondes? En effet, l'histoire aurait pu en rester là si l'ingénieur, en scientifique curieux de nature, n'avait pas cherché à comprendre le phénomène dont il avait été le témoin, et s'il n'avait pas identifié ensuite une application permettant d'exploiter sa découverte. La science est faite d'observations et de questions, de tentatives de comprendre les premières et de répondre aux deuxièmes, et d'un soupçon de hasard... **pm** ■

L'art de la bonne science

Toutes les découvertes scientifiques sont dues au hasard, du moins pour une partie. Car le propos de la science, c'est de franchir la frontière du non-savoir et d'explorer le territoire qui se trouve au-delà. Certes, lorsqu'ils interviennent dans l'inconnu, les chercheurs avisés ont intérêt à mener leur tentative scientifique de manière à produire des résultats dénués d'ambiguïté. Mais ce qu'ils découvriront au cours de leur entreprise n'est ni planifiable ni prévisible. Souvent, ce sera quelque chose d'attendu, qui étiendra des suppositions et hypothèses formulées en amont. Plus rarement, quelque chose d'inattendu, qui fera vaciller les convictions régnant jusque-là. L'art de la bonne science réside dans une mentalité qui autorise l'inattendu et reste capable de le percevoir. **ori** ■



Au service d'une plus grande certitude

La physique quantique est capable de produire du pur hasard grâce aux particules élémentaires. Cela permet de concevoir des dispositifs de communication ou de casino en ligne plus sûrs. *Par Anton Vos*

Le hasard – le vrai – existe. Mieux: il est possible de l'exploiter afin de concevoir des dispositifs de communication, de casino en ligne ou encore de génération de codes secrets pour les cartes bancaires les moins risqués que l'on puisse imaginer. Ce hasard est quantique. Il concerne donc avant tout des objets très petits, comme les particules élémentaires. Mais il est appelé à accomplir de grandes

choses. C'est en tout cas l'avis de Nicolas Gisin, professeur au Groupe de physique appliquée de l'Université de Genève et auteur d'un récent ouvrage sur la question*.

«Un événement arrive par hasard s'il est imprévu, explique le physicien genevois. Tout dépend de la question: imprévu pour qui? Le vrai hasard est celui qui est intrinsèquement imprévisible. C'est-à-

dire que rien dans le passé de l'événement aléatoire ne permet de le prévoir avant qu'il ne survienne.»

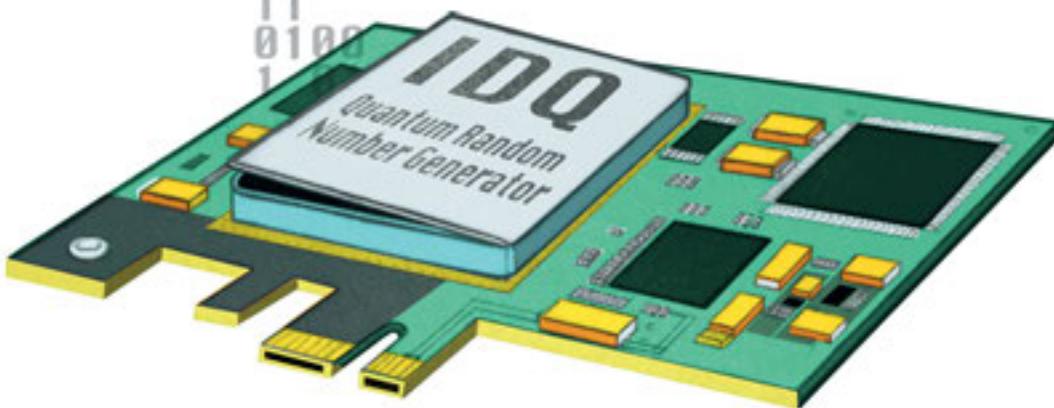
Le secret de ce hasard pas comme les autres réside dans la nature intime de la physique quantique. Il est ainsi impossible de prédire avec précision le résultat de certaines mesures, comme celle de la polarisation d'un photon. Rien dans la production de ce grain de lumière ne permet en effet de prédire si cette polarisation sera horizontale ou verticale. Le formalisme quantique décrit même le photon comme étant dans tous ses états possibles à la fois. C'est-à-dire que sa polarisation est horizontale et verticale en même temps. Ce n'est qu'au moment de la mesure que ce paramètre se fixe dans une direction ou dans l'autre, de manière totalement imprévisible pour l'observateur.

Miroir semi-transparent

Cette propriété permet de concevoir un générateur de nombres aléatoires. Il «suffit» pour cela de placer sur le trajet de ces photons un miroir semi-transparent qui ne laisse passer qu'une partie des particules (celles de polarisation horizontale) et réfléchit les autres. A l'aide d'appareils capables de détecter un photon à la fois, on peut alors attribuer un 0 à ceux qui traversent le miroir et un 1 aux autres. La succession de «bits» ainsi obtenue est alors parfaitement aléatoire.

Mais comment distinguer ce «vrai hasard» d'un hasard du type pile ou face puisque la probabilité d'obtenir un résultat plutôt que l'autre est d'un sur deux, dans les deux cas? «Dans le jeu de pile ou face, la complexité des microphénomènes en jeu est telle qu'il est impossible en pratique de prédire le résultat, admet Nicolas Gisin. Mais cette impossibilité n'est pas intrinsèque, elle n'est que le résultat de nombreuses petites causes qui s'imbriquent pour produire le résultat. Si l'on suivait avec suffisamment d'attention et de moyens de calculs le détail de l'évolution de la pièce, alors on pourrait prédire la face que la pièce exhiberait en fin de course.»

Pour faire la différence entre le jeu de pile ou face et la mesure purement



aléatoire de la polarisation du photon, les chercheurs disposent d'un outil, tiré d'un théorème que le physicien irlandais John Bell a mis au point dans les années 1960. Il s'agit d'une équation (une inégalité en réalité) à laquelle obéissent tous les événements réductibles à un mécanisme déterministe, mais qui est violée lorsque l'on a affaire à du vrai hasard.

Il aura fallu attendre 1983 pour que le physicien français Alain Aspect crée, le premier, un dispositif expérimental permettant de montrer que le vrai hasard est une réalité de ce monde. Le chercheur, qui signe d'ailleurs la préface du livre de Nicolas Gisin, a alors réussi à créer des paires de photons qui violent l'inégalité de Bell. Une prouesse que même Albert Einstein croyait irréalisable, lui qui affirmait que «Dieu ne joue pas aux dés».

Car le problème avec le vrai hasard, c'est qu'il est inséparable, selon la physique quantique, d'une autre notion qui est la non-localité. Ce phénomène contre-intuitif permet à deux photons d'être «intriqués». Cela signifie qu'une action

sur le premier (la mesure de sa polarité, par exemple) est susceptible d'influencer immédiatement l'état du second, quelle que soit la distance qui les sépare, comme si l'information dépassait la vitesse de la lumière. En réalité, aucune information ne transite. Les photons sont considérés, aux yeux de la physique quantique, comme un seul et même objet matérialisé à deux endroits différents de l'espace. C'est cette propriété, inexistante dans le monde classique, qu'Alain Aspect a mise en évidence.

Depuis, de nombreuses expériences ont été menées sur le sujet, notamment par le laboratoire genevois d'où est issue une start-up, ID Quantique. Cette dernière commercialise un système de cryptographie quantique qui exploite les propriétés d'intrication des photons. Il permet une communication électronique inviolable entre deux correspondants grâce à la production de clés de cryptage qui sont non seulement parfaitement aléatoires (donc incassables par un éventuel pirate, même muni du meilleur ordinateur) mais aussi impossibles à intercepter, puisque la



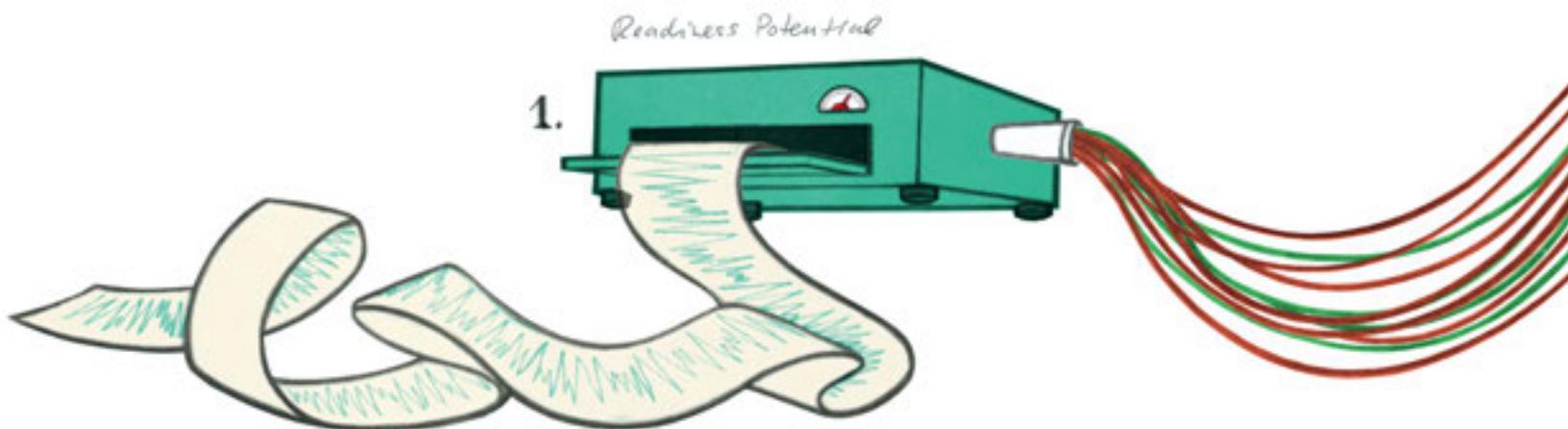
moindre tentative d'espionnage sur les photons circulant sur la ligne les perturbe et sonne l'alerte.

Jeux de casino

Les générateurs de nombres aléatoires mis au point par ID Quantique ont trouvé d'autres applications, notamment dans le domaine des jeux de casino en ligne (le poker, par exemple) et des codes de cartes bancaires. «Ce sont les ordinateurs qui produisent aujourd'hui les nombres «pseudo-aléatoires» indispensables à ces activités, explique Nicolas Gisin. Ils sont créés par des algorithmes. Même s'ils sont très difficiles à deviner, ils ne relèvent pas du vrai hasard, ce qui peut poser des problèmes. Une personne malveillante à l'intérieur de l'entreprise pourrait découvrir le programme informatique et prévoir les nombres qui vont sortir, autrement dit, les prochains codes de carte bancaire ou la main de son adversaire au poker.» La quantique pourrait y mettre bon ordre.

La conception assistée par ordinateur d'engins tels des prototypes d'avion pourrait également profiter du vrai hasard. Les simulations des conditions de vol très changeantes se basent en effet, eux aussi, sur des nombres «pseudo-aléatoires». Le souci, c'est qu'il est arrivé que le prototype, qui se comportait parfaitement bien dans les airs tant qu'il n'existait que sur l'écran, vole en réalité très mal une fois construit. A cause de l'absence de vrai hasard lors de la simulation! ■

*Nicolas Gisin: *L'impensable hasard. Non localité, téléportation et autres merveilles quantiques*. Editions Odile Jacob, Paris, 2012, 161 p.



Sous le charme de l'ADN

Le déterminisme est bien vivant, en biologie et en génétique notamment, mais aussi en sciences sociales. D'où il essaime dans le savoir de tous les jours. *Par Urs Hafner*

Pour la plupart des gens, l'idée selon laquelle notre vie serait surtout déterminée par le hasard a quelque chose d'inquiétant. Le partenaire que nous avons choisi, la guigne professionnelle ou le cancer qui nous frappe: derrière tout cela, n'y aurait-t-il rien de plus qu'un caprice du destin? La religion représente le système le mieux connu pour surmonter les contingences. Sa promesse d'une vie après la mort distrait l'individu de l'idée offensante que sa propre existence serait le fruit du hasard, voire inutile. Quant aux coïncidences heureuses et moins heureuses, elle les attribue à ses actes vertueux, à ses péchés ou à une impénétrable décision divine.

Marx et Weber

Aux questions de savoir pourquoi un chemin de vie prend tel tournant et non tel autre, pourquoi telle personne est libre d'exercer sa domination et telle autre sommée d'obéir, les sciences culturelles ont elles aussi des réponses. Le concept d'*habitus* de Pierre Bourdieu, par exemple, qui s'appuie sur les théories sociales de Max Weber et de Karl Marx, permet de reconstituer de manière convaincante les étapes et les tournants d'une biographie; l'origine sociale y joue

un rôle clé. Ainsi, ce n'est pas un hasard si une assistante d'université, mère de famille, ne devient pas professeure. Ou encore si un enfant de migrant ne fait pas d'études universitaires; et si, malgré les obstacles qu'il rencontre, il choisit quand même d'étudier, ce n'est pas un hasard non plus. Le chercheur en sciences culturelles trouvera les raisons qui ont permis à cet individu de surmonter les obstacles.

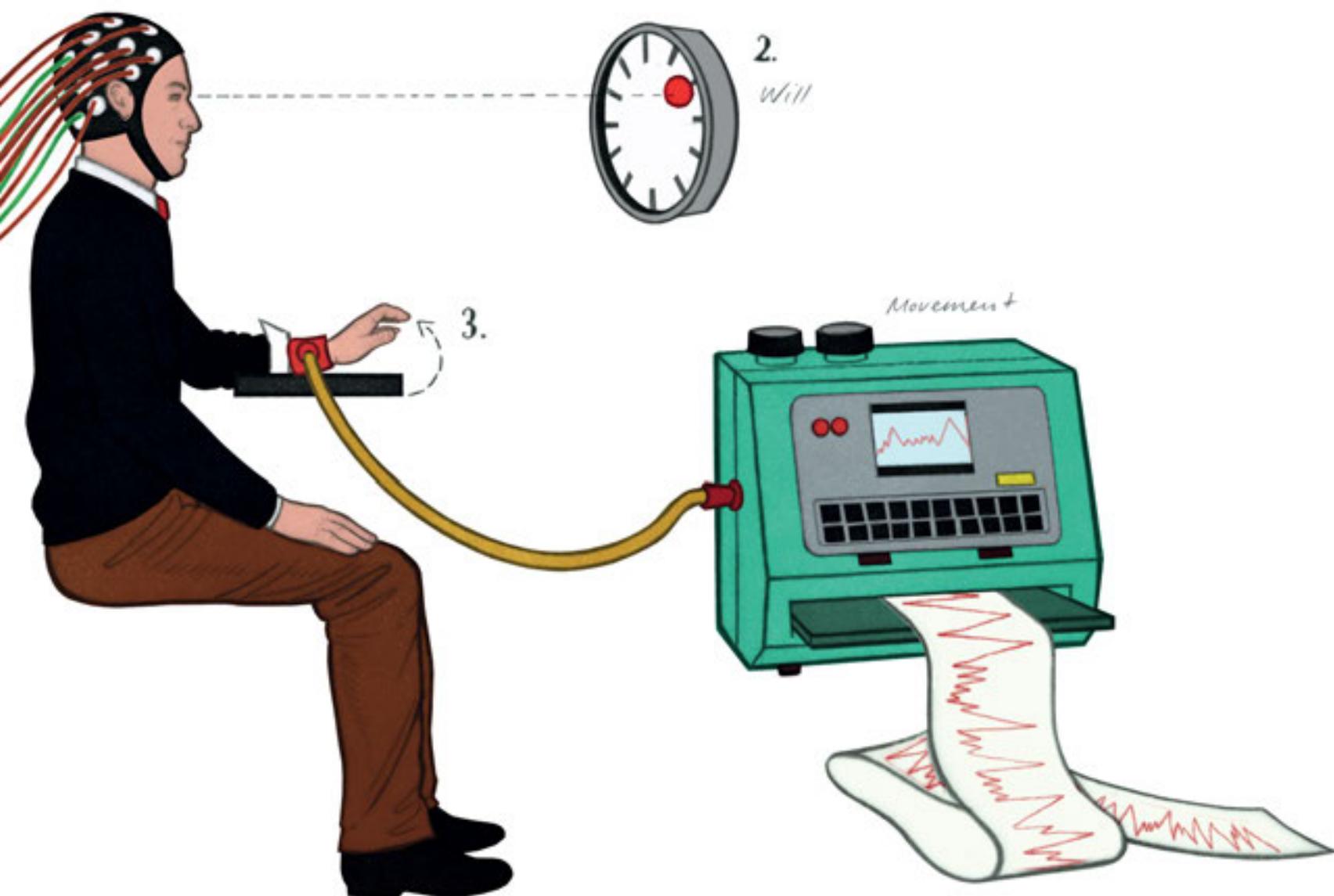
Mais les sciences culturelles n'excluent pas catégoriquement le hasard, contrairement à certaines religions fondamentalistes ou aux sciences déterministes, qui se sont formées dans le vaste champ de la génétique, de la théorie de l'évolution et de la recherche sur le cerveau. De là, elles ont essaimé dans les sciences sociales – dans les neurosciences sociales, dans la neuro-économie, la neuropsychologie, la sociobiologie, une discipline déjà un peu plus ancienne – et dans le savoir de tous les jours. Le discours qui parle de «bons gènes», auxquels nous devrions telle ou telle compétence, ou encore de l'«ADN d'un peuple», dans lequel serait inscrite une tendance à l'oisiveté, est aujourd'hui généralisé.

Le déterminisme génétique exclut le hasard, mais aussi la liberté de l'être humain. Biologiste et philosophe, Alex

Gamma, de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ), le critique en montrant qu'il repose sur une biologie fondée sur des prémisses réductrices et non scientifiques. Son objectif: inciter les gens à reconquérir leur liberté d'action. Afin qu'ils redeviennent les sujets du langage qu'ils utilisent, cessent de se sentir déterminés par la nature et la biologie, arrêtent de penser qu'ils agissent toujours de manière égoïste, comme le suggère la sociobiologie, ou encore que les femmes croient ce que postule la psychologie de l'évolution, à savoir qu'elles sont forcément en quête d'un homme viril et fortuné. «Biologie de la libération», le projet de recherche d'Alex Gamma, entend libérer les êtres humains des chaînes d'une biologie réductionniste.

Déterminisme omniprésent

La pensée et le discours du déterminisme génétique sont omniprésents et trouvent un puissant soutien dans «la métaphore de l'information», estime Alex Gamma. Cette dernière est devenue, depuis 1950, la forme linguistique dominante dans la science et les médias, «et décrit l'effet des gènes qui informent, instruisent, spécifient et programment, alors qu'il n'existe aucune preuve d'un primate causal de ces derniers». Selon le chercheur, la biologie moléculaire a repris avec enthousiasme et les yeux fermés la notion d'information dans son programme et en a fait une composante fondamentale de son «dogme



central», formulé par Francis Crick, lauréat du prix Nobel. En biologie de l'évolution, les gènes ont un statut comparable à celui qui est le leur dans l'ontogénèse. Ils sont généralement les seuls facteurs de causalité considérés comme héréditaires. «L'évolution reste encore largement une évolution génétique», constate Alex Gamma.

Certains représentants de la recherche sur le cerveau dénie tout libre arbitre à l'être humain. La célèbre expérience de Libet, conduite en 1970, aurait démontré que, dans le cerveau humain, présumé initier une action de manière autonome, la décision est déjà chimiquement déclenchée quelques fractions de secondes auparavant. «Les auteurs de cette expérience n'ont pas pris en considération l'éventualité d'un déclenchement

inconscient de la décision», relève Michael Hampe, professeur de philosophie à l'EPFZ, qui dirige le projet «Biologie de la libération», et qui, dans son perspicace essai «Macht des Zufalls» [Pouvoir du hasard] (2006), conclut que plus l'être humain tente de mettre le hasard hors circuit, plus celui-ci gagne en importance.

«Les adversaires du libre arbitre nourrissent une conception beaucoup trop simple de la liberté», analyse le philosophe. Lequel précise que l'on n'est pas libre lorsqu'on fait quelque chose que l'on ne veut pas faire. Mais, note-t-il, être libre ne signifie pas, comme le sous-entendent les spécialistes de la recherche sur le cerveau, l'absence de tout déterminant de l'action. Il n'y a pas de décision qui ne soit pas déterminée, selon lui. Chaque personne est confrontée à des restrictions

biologiques, sociales et juridiques, mais peut les combattre, précisément parce qu'elle sait que ces dernières existent. Seul celui qui les connaît est capable de discerner les brèches et d'agir en conséquence.

Concurrence acharnée

Pour Michael Hampe, l'une des raisons de l'attrait du déterminisme génétique réside dans la concurrence acharnée pour les subsides de recherche. Les scientifiques se voient contraints de faire de plus en plus de publicité pour obtenir des fonds, dit-il, ce qui les pousse à promettre d'emblée des résultats grandioses, tels que le décryptage de l'essence de l'être humain. Toutefois, rappelle le chercheur, «les cerfs qui ont les plus grands bois ne sont pas les plus rapides». ■

Avec l'évaluation par les pairs, les sciences s'autocontrôlent. Des experts examinent de manière anonyme les requêtes de recherche et les articles, puis décident de l'attribution des fonds, respectivement des publications. L'anonymat garantit-il l'indépendance de leur jugement ? Ou annihile-t-il le débat démocratique indispensable aux sciences ?

L'hypothèque de la transparence

Par Martin Reinhart

Ceux qui s'opposent à l'anonymisation de l'expert, dans le processus de l'évaluation par les pairs, réclament davantage de transparence. Comme la qualité et l'efficacité, cette dernière est une valeur communément acceptée, difficile à remettre en question. Mais il vaut la peine de réfléchir aux arguments qu'on peut lui opposer. Pour deux raisons : 1. Des valeurs sont susceptibles de se retrouver en conflit. Ainsi, un haut niveau de qualité scientifique peut péjorer l'efficacité du processus de révision par les pairs. 2. Des valeurs qui cessent d'être critiquables deviennent idéologiques et perdent leur sens. Si aucun désaccord n'est possible, l'exigence de transparence apparaît comme un réflexe vide.

Différents éléments ne plaident pas en faveur d'une désanonymisation : la transparence défavorise les jeunes scientifiques, davantage concernés par les



Le mantelet de l'objectivité

Par Werner Oechslin

La « révision par les pairs » désigne un processus essentiellement utilisé par les revues scientifiques pour assurer la qualité. Il n'y a rien à objecter à l'expertise et encore moins à la volonté d'encourager cette qualité. L'objet du débat, ici, est le suivant : est-il utile de vouloir atteindre un tel but par le biais de l'anonymat, et la critique ne doit-elle pouvoir s'exercer que dans le secret ?

La communauté scientifique est censée accomplir sa mission en étant financée en grande partie par des fonds publics et dans l'intérêt du public. Il existe donc un intérêt légitime à rendre perceptibles ses résultats, mais aussi ses débats et ses évolutions. Ce serait l'occasion de permettre à la société d'aiguiser son regard sur l'activité scientifique.

Pourtant, nous dit-on, le plus important, à savoir la qualité et la sélection qui en résulte, doit être assuré





Derek Li Wan Po (photomontage)

relations personnelles de dépendance, omniprésentes dans le monde scientifique. Lorsque leur travail est expertisé, leur nom n'a pas encore de notoriété. Or, cette dernière influence d'emblée chaque expertise. Et s'ils critiquent, en tant qu'experts, des décideurs du système scientifique autogéré, ils risquent leur propre carrière. La transparence inaugure donc une composante de pouvoir, que l'anonymat désamorce.

La transparence renforce l'exigence de rendre des comptes et, ainsi, prévient le risque d'expertises bâclées ou fallacieuses. Même si les expertises sont souhaitables en soi, la recherche ne fournit pas d'indices selon lesquels le poids des intérêts particuliers serait plus important lorsque le processus n'est pas transparent, et inversement. Par ailleurs, il faut se garder de conclure que davantage de transparence pousse automatiquement les experts à plus de véracité. Les débats concernant l'anonymat sur Internet en témoignent : la transparence y sert surtout à assurer le profit et la sécurité juridique des grandes entreprises, mais pas à garantir un débat libre.

Enfin, davantage de transparence entraîne une augmentation des coûts, cela dans un système scientifique où l'expertise est déjà sous pression, en raison du battage politique autour de l'évaluation. Rédiger des expertises, qui seront contrôlées par la communauté

scientifique comme des publications, prend beaucoup plus de temps que l'expertise informelle de la plupart des processus de révision par les pairs. On ignore si l'investissement supplémentaire améliorerait fondamentalement la qualité de l'expertise ou la rendrait simplement plus présentable.

Ces arguments ne visent pas, sur le principe, les tentatives de rendre le processus de révision par les pairs plus transparent. Mais ils incitent à la prudence dans le remaniement d'un système scientifique, dont l'autocontrôle remonte au XVII^e siècle. Les nouvelles technologies de communication offrent certainement la possibilité d'améliorer l'expertise scientifique, mais les tentatives de réforme sont problématiques si elles ne s'accompagnent pas d'une étude qui tire au clair les conséquences de tels changements. Avant de lancer l'appel légitime pour plus de transparence et moins d'anonymat, il convient d'examiner les conséquences voulues et involontaires qu'induirait des processus d'expertise plus transparents dans l'ensemble du système scientifique. ■

Martin Reinhart est professeur junior à l'Université Humboldt de Berlin. L'évaluation par les pairs est l'un de ses domaines de recherche.



de manière anonyme. On évite un processus ouvert, car on s'en méfie. Encore plus préoccupant : la compétence se présente essentiellement sous la forme de l'autorité, alors qu'elle devrait se développer et s'imposer au public de façon visible, en fonction de l'épanouissement des talents et des chercheurs. Or, il est toujours question d'êtres humains ! Comme le dit si bien Kant : « L'apparence dialectique dans la psychologie rationnelle repose sur la confusion d'une idée de la raison (l'idée d'une intelligence pure) avec le concept indéterminé à tous égards d'un être pensant en général. » Cela signifie que nous devons faire face aux difficultés inhérentes à la capacité de connaissance de l'être humain ainsi qu'à l'« illusion inévitable mais non insoluble » dont s'accompagne « la raison humaine ».

Lors des processus anonymes d'assurance qualité, il est évident que les « standards », et donc certains aspects formels, passent au premier plan, que les formes de savoir déjà connues jouissent d'un avantage et qu'on enveloppe l'ensemble d'un mantelet d'objectivité. A la fin, on retrouve l'idée abstruse d'un univers scientifique avec, d'un côté, des connaissances objectives et, de l'autre, des révélations subjectives. Cela correspondrait d'autant mieux à la soi-disant « bipartition » entre sciences naturelles et sciences

humaines. Mais la recherche montre – dans le domaine des neurosciences précisément – que le monde se présente de manière encore plus complexe et plus différenciée. Ne serait-ce que pour cette raison, il est urgent de se mettre en quête des modèles et des explications qui soient le fait de l'être humain et s'inscrivent dans ses représentations.

Lier ces réflexions aux questions, apparemment insignifiantes, d'un processus comme l'évaluation par les pairs peut sembler surprenant. Mais ce processus est couplé aux « méthodes » quantitatives qui, partout et depuis longtemps, sont sous le feu de la critique. Elles sont censées permettre de saisir la qualité puisque, si l'on en croit un argument irrespectueux, les politiques ne comprennent que le langage des chiffres. La science doit convaincre par les connaissances qu'elle met au jour, et ces dernières sont appelées à être aussi « proches du réel » que possible et pouvoir faire l'objet d'une discussion publique. On sous-estime aussi le « citoyen lambda » lorsqu'on se contente de lui servir les curiosités et les gros titres issus du monde merveilleux de la science. ■

Werner Oechslin est professeur honoraire d'histoire de l'art et de l'architecture de l'EPFZ ainsi que directeur scientifique de la Fondation bibliothèque Werner Oechslin, à Einsiedeln.

Un chercheur qui a les pieds sur terre

Lauréat du Prix Latsis 2012, Jacques Fellay ausculte le génome humain à la recherche de nouvelles armes contre les virus, le VIH responsable du sida notamment. Par Fleur Daugey. Photo Francesca Palazzi

Assis derrière son bureau du bâtiment moderne des Sciences de la Vie de l'EPFL, Jacques Fellay analyse humblement son brillant début de carrière. Le Prix Latsis ? Il ne s'y attendait pas. « On imagine toujours qu'il existe une armée de chercheurs plus méritants que soi », confie-t-il. Ajoutant aussitôt dans un sourire: « Et surtout, on le sait ! »

Modestie et discrétion

Avec ce ton modeste, une voix discrète et une allure de jeune homme, il semble frais émoulu de l'école de médecine. Pourtant, à 38 ans à peine, il est déjà un chercheur accompli et reconnu dans le domaine de la génomique humaine des maladies infectieuses.

La médecine: une vocation? « J'ose à peine le dire, mais quelques jours avant de m'inscrire, j'étais loin de penser que j'allais faire ce choix. J'avais en revanche déjà envie de m'investir dans une discipline qui soit au carrefour entre sciences dures et sciences humaines. » La médecine offre « un challenge scientifique et intellectuel vous forçant à garder les pieds sur terre ».

Le Prix Latsis national

Chaque année, le FNS décerne le Prix Latsis national doté de 100 000 francs. Ce prix, qui n'est remis qu'à des chercheurs de moins de 40 ans, est considéré comme l'une des distinctions scientifiques les plus prestigieuses de Suisse.

En 2000, Jacques Fellay s'engage dans une thèse auprès d'Amalio Telenti, professeur de virologie au CHUV (Centre hospitalier universitaire vaudois) et accomplit sa première recherche en pharmacogénétique du VIH. Au tournant du millénaire, les

« Grâce aux méthodes actuelles, on peut trouver l'aiguille dans la botte de foin ! »

médicaments utilisés pour combattre le virus étaient moins puissants et souvent plus toxiques qu'aujourd'hui. La question posée à l'époque reste d'actualité: pourquoi les patients séropositifs répondent-ils différemment aux médicaments prescrits? Le chercheur et son équipe ont identifié des variations génétiques qui influencent les taux sanguins de certains médicaments antirétroviraux et peuvent donc avoir un impact sur l'efficacité ou la toxicité des traitements.

Après cette première incursion réussie dans la recherche, le médecin retourne auprès des patients et suit une spécialisation en maladies infectieuses. « L'idéal pour moi était de pouvoir combiner une vie qui navigue entre les deux », se souvient-il. Le destin comblera ce souhait. Après son FMH en 2006, le trentenaire cède de nouveau à l'appel du laboratoire. Il s'envole pour les Etats-Unis où il intègre le Centre de génomique humaine de l'Université de Duke. « J'ai eu la chance de m'y trouver à un moment crucial dans la

recherche en génétique, car les outils arrivaient à maturité. » Il devient possible de poser des questions à l'échelle du génome tout entier, plus seulement à celle du gène. « Grâce aux méthodes actuelles, on peut trouver l'aiguille dans la botte de foin ! », déclare le scientifique.

Et les questions posées sont toujours un peu les mêmes: lorsqu'on est exposé à un pathogène, qu'est-ce qui fait que l'on aura tendance à être infecté ou non, à être atteint fortement ou non, à répondre plus ou moins bien au traitement ?

« Certaines réponses se cachent dans le génome dont l'état actuel reflète des centaines de milliers d'années d'évolution. Il est fascinant de pouvoir lire les raisons de nos différences. » L'homme de science tempère cependant son enthousiasme: « Evidemment, tout ne peut être expliqué par les gènes, de nombreux autres facteurs d'origines diverses sont impliqués dans notre façon de réagir à un virus. » Néanmoins, la génomique joue un rôle déterminant dans le combat contre les maladies infectieuses. Pour preuve, plusieurs découvertes faites par Jacques

Jacques Fellay

Jacques Fellay est professeur boursier du FNS depuis 2011 et dirige un groupe de recherche consacré à la génomique humaine des maladies infectieuses à la Faculté des Sciences de la Vie de l'EPFL à Lausanne. Depuis 2010, il travaille aussi comme médecin au sein de l'Institut de microbiologie et du Service des maladies infectieuses du CHUV. Ce chercheur praticien a fait ses études à Fribourg, Lausanne et Vienne. Il s'est expatrié de 2006 à 2010 à l'Université Duke aux Etats-Unis pour rejoindre un institut de génomique humaine. Jacques Fellay vit à Saint-Maurice (VS) avec sa femme et ses trois enfants.



Fellay et son équipe à Duke. L'identification de trois gènes impliqués dans les mécanismes de résistance au virus VIH est considérée comme une avancée majeure sur la voie de la mise au point d'un vaccin. Avec les mêmes techniques, le groupe est parvenu à prédire la réponse des patients aux remèdes prescrits pour soigner l'hépatite C. Le traitement, long et pénible, permet une guérison dans un cas sur deux seulement. La recherche des variations génétiques a permis de présager de la réaction positive ou négative des patients aux médicaments et donc de les aider dans leurs choix thérapeutiques.

Application concrète

Fier? Une fois encore, Jacques Fellay s'estime surtout chanceux d'avoir été parmi les premiers chercheurs au monde à appliquer les nouvelles technologies à des cohortes de patients. « Ces résultats sont gratifiants, car nous avons pu, dans le cas de l'hépatite C, offrir une application concrète de nos recherches. Mais je n'ai pas le sentiment d'avoir joué les bienfaiteurs. »

Aujourd'hui professeur boursier du Fonds national suisse (FNS), Jacques Fellay dirige une équipe de cinq personnes dont la majorité sont issues de la bioinformatique. Ils examinent notamment les interactions entre le génome humain et celui des virus. « Nous cherchons à identifier ce qui, dans notre génome, diminue la capacité du VIH à se répliquer. C'est une arme que nous pourrions utiliser contre lui. »

Le souci de jouer le rôle de passerelle entre le monde du laboratoire et celui du terrain demeure constant chez le médecin. Il se réjouit de « remettre la blouse blanche du docteur » une matinée par semaine à la consultation VIH du CHUV. Une façon de garder à l'esprit la réalité du travail des soignants et le vécu des patients. ■

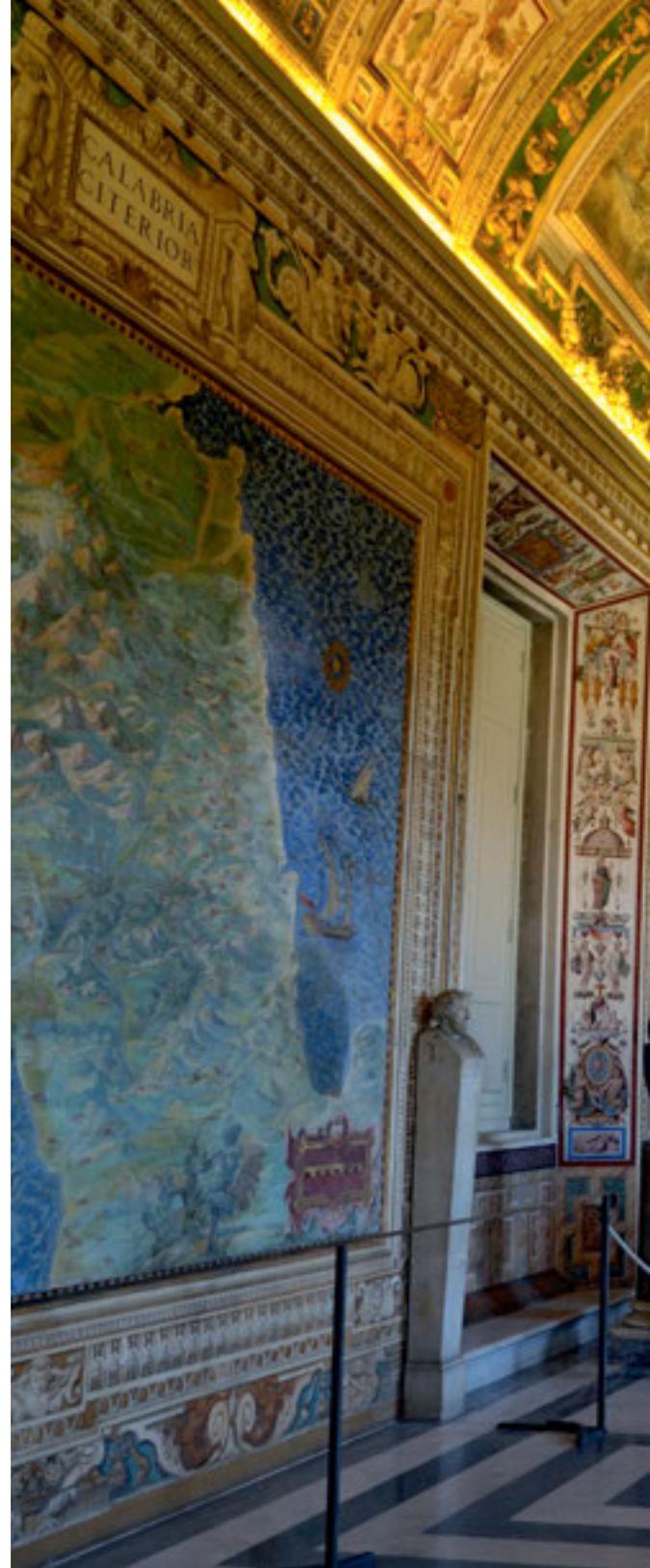
Le moine et l'esthétique

Marcel Henry est historien de l'art et étudie à Rome les écrits et les peintures du moine dominicain Egnazio Danti. Ce savant universel intégrait dans l'art certains enseignements scientifiques.

« **L**a plupart des voyageurs qui se rendent à Rome tiennent absolument à voir le plafond peint de la chapelle Sixtine, au Vatican. Pour s'y rendre, il faut passer par la «Galleria delle carte geografiche», qui abrite un trésor de l'histoire de la science et de l'art : une peinture murale où le regard du visiteur peut parcourir les Apennins du nord au sud, avec l'Adriatique à gauche et la mer Tyrrhénienne à droite. Cette fresque a été réalisée par Egnazio Danti, qui a transcrit les connaissances de son époque dans cette peinture, au travers d'une représentation esthétisante.

Grâce à un subside du FNS, je suis les traces de ce savant (1536 - 1586), à Rome et dans d'autres villes d'Italie. En tant que moine dominicain, Egnazio Danti appartenait à un cercle restreint de personnes qui avaient accès aux connaissances les plus récentes de leur époque. Aujourd'hui, son nom est pareillement associé aux arts et aux sciences. Il s'intéressait aux mouvements des corps célestes de même qu'aux questions de perspective et d'optique. Il a ainsi cherché à comprendre le lien entre l'incidence de la lumière du soleil, la latitude géographique et l'heure de la journée, en recourant aussi bien au calcul qu'à la perspective. Les sources me permettent de montrer de manière exemplaire comment les enseignements issus de son travail scientifique ont été intégrés dans sa peinture et, inversement, quelle fonction il conférait à l'image dans sa compréhension de la science.

Egnazio Danti a marqué aussi Florence et Bologne, mais c'est à Rome qu'il a laissé les traces les plus nettes. La capitale italienne représente donc pour mon travail un site de premier choix. Je peux mener des recherches ciblées dans les bibliothèques du Vatican où se trouvent des documents instructifs. Mon moine dominicain était un savant universel. Il a écrit, par exemple, un manuel de mathématiques,



«Le scienze matematiche», avec des représentations tabulaires qui visaient à faciliter l'accès aux connaissances. C'était un praticien, et sa force résidait dans sa capacité à gagner l'intérêt de commanditaires influents. Ainsi est-il parvenu à esquisser de grandes peintures, telle son œuvre géographique. Des programmes qu'il faisait ensuite réaliser par d'autres artistes, car il n'était ni dessinateur ni peintre.

De cette façon, il jouait les intermédiaires entre la science et l'art. Il était en contact avec



des artistes et des savants à la cour du duc Cosme Ier de Toscane, mais aussi avec des clercs de l'entourage du pape Grégoire XIII. Dans ses écrits, j'ai découvert qu'Egnazio Danti poussait l'élite spirituelle et les commanditaires fortunés à accorder de l'attention à une représentation esthétisante de la science. Cette façon de procéder lui permettait de faire connaître les réalisations scientifiques au public.

J'ai réussi à rendre plus saisissable cette figure qui a contribué de manière déterminante

à l'élaboration des cycles de peintures du Palazzo Vecchio, à Florence, et au Vatican. J'ai également pu montrer que la démarche scientifique, axée sur l'empirie et typique de l'époque de la professionnalisation, était inscrite dans la création picturale d'Egnazio Danti. Le dessin, en particulier, constituait le support par lequel il parvenait à concrétiser ses observations. Il pratiquait donc une forme précoce d'esthétisation de la science.

A côté de mon travail dans les livres et sur les manuscrits, j'ai la possibilité d'élargir mon réseau de relations dans l'environnement international de l'Institut suisse de Rome. J'y ai noué des contacts et des amitiés qui pourraient favoriser mes travaux de recherche, à l'avenir également. Je viens de déposer ma thèse de doctorat à l'Université de Zurich. Mais je continue à m'intéresser à la question de l'interaction entre l'art et la science. Mon séjour dans la Ville éternelle me permet par ailleurs d'intégrer de nouvelles connaissances, par exemple en histoire des sciences, en théorie de l'art ou en philosophie esthétique. Je pourrai les intégrer dans ma future activité de commissaire d'expositions. ■

Propos recueillis par Sabine Bitter

L'alliance de l'art et de la science.

A Rome, entre autres à l'Institut suisse (en haut), Marcel Henry suit les traces d'Egnazio Danti. Au Vatican, ce moine savant a notamment réalisé, à partir des connaissances de l'époque, une fresque qui représente une carte géographique de l'Italie (à gauche). Il est aussi l'auteur de ce dessin de la cité de San Giovanni in Persiceto (tout en haut), datant de 1583.

Illustrations : Michael Nitzsche/maonline.ch (grande photo), Ministero Beni Culturali, Archivio di Stato di Bologna, Assunteria di confini ed acque, *mappe*, vol. 7, n. 1, autor. n. 1029/13.11.2012 (carte en haut), Ela Bialkowska (Institut suisse de Rome), DR (Marcel Henry)



Capricieuse horloge interne

Plus nous vieillissons, plus nous nous réveillons tôt le matin. Cette fuite sénile du lit, nous l'avons littéralement dans le sang. *Par Ori Schipper*

Le fait que nous soyons fatigués le soir et que nous nous réveillons (plus ou moins bien) le matin, le fait que nos sens, notre cœur, nos reins et notre appareil digestif fonctionnent différemment suivant les moments de la journée, tout cela a à voir avec notre horloge interne. Pour être précis, notre organisme n'a pas qu'une, mais d'innombrables horloges internes, une dans chacune de ses milliards et milliards de cellules. Leurs rouages génétiquement définis sont composés d'une série de protéines qui agissent les unes sur les autres en boucles de rétroaction: la protéine A assure une augmentation de la production de la protéine B qui, à son tour, freine la production de la protéine A. Il s'ensuit une raréfaction de la protéine A, laquelle induit une raréfaction de la protéine B, amenant alors la cellule à fabriquer à nouveau davantage de protéine A, ce qui entraîne un nouveau circuit de variation des protéines.

Contrôle hormonal

En réalité, l'horloge interne est génétiquement assemblée de manière beaucoup plus complexe: les recherches de ces dernières années ont révélé qu'elle est composée de nombreuses protéines différentes. Par ailleurs, la génétique ne suffit pas à expliquer ses fonctionnalités, relève Steven Brown, de l'institut de pharmacologie et de toxicologie de l'Université de Zurich. Un groupe de chercheurs a ainsi récemment montré que le contrôle des adaptations de l'horloge n'était pas génétique, mais hormonal.

Afin d'en apprendre davantage sur les fondements moléculaires de la diminution du temps de sommeil nocturne liée à l'âge, l'équipe emmenée par Steven Brown a fait remplir à 18 personnes, jeunes et âgées, un questionnaire sur leur rythme journalier. Les chercheurs ont également prélevé quelques cellules épidermiques dans la face interne de la joue des sujets. En laboratoire, ils ont examiné leur horloge interne: indépendamment de l'âge du sujet, les cellules épidermiques connaissent exactement les mêmes variations quotidiennes de protéines. Les



rouages de l'horloge interne ne se modifient donc pas au fil du temps.

Comment expliquer, alors, que les 20-30 ans se lèvent en moyenne deux heures plus tard que les 60-90 ans (comme il ressort de leurs réponses au questionnaire) lorsqu'ils ont congé ou n'ont pas à se rendre tôt au travail ou à l'université? Cette différence doit avoir d'autres causes. Les chercheurs ont voulu observer si le sang contenait peut-être des facteurs qui agissent sur l'horloge interne. Pour tester leur hypothèse, ils ont ajouté du sérum sanguin aux cultures de cellules épidermiques. Alors que celui des sujets jeunes n'avait pas d'effet, celui des sujets âgés faisait perdre leur rythme aux cellules épidermiques et accélérail les variations quotidiennes des taux de protéines. «Lorsque l'horloge interne mesure des jours qui durent moins de 24 heures, on commence sa journée plus tôt le matin», résume Steven Brown. Quel est ce mystérieux facteur qui circule



Les nuits d'insomnie
sont plus fréquentes avec l'âge.
Photo : Oscar Burriel/SPL/Keystone

un cycle de 24 heures, même s'ils s'endorment et mangent à des heures différentes.

Mais comment l'horloge interne se règle-t-elle sur ce cycle au début de la vie ? Et que se passerait-il si l'on venait au monde sur une autre planète que la Terre, sur Mars par exemple, qui tourne plus lentement autour de son axe, et où les jours sont donc plus longs ? L'équipe de Steven Brown a découvert la réponse à cette question grâce à une simple installation expérimentale.

Expériences sur des souris

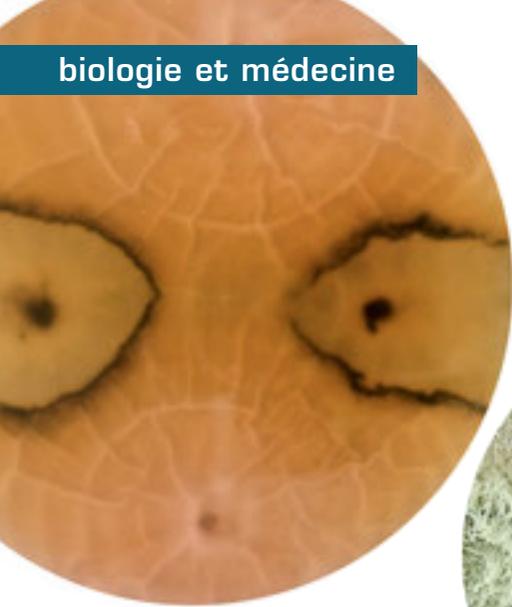
Les chercheurs ont placé pendant quelques semaines des souris jeunes et adultes dans deux cages munies d'un éclairage artificiel. Dans la première cage, la lumière était allumée pendant douze heures et éteinte pendant douze autres heures ; dans la seconde, la lumière simulait les journées et les nuits de 13 heures de la planète Mars. Ensuite, les chercheurs ont éteint les lampes et observé la poursuite du rythme journalier des souris dans l'obscurité ininterrompue, c'est-à-dire les moments où elles dormaient et ceux où elles tournaient dans leur roue.

Le schéma d'activité des adultes reflétait toujours la journée terrestre, même lorsqu'elles avaient été placées dans la cage qui simulait les journées martiennes. Les jeunes, en revanche, avaient adopté le rythme martien, et ce réglage s'est accompagné de modifications épigénétiques dans leur cerveau, avec un impact sur leur comportement, encore plusieurs mois après l'essai. « Apparemment, en début de vie, il existe une fenêtre temporelle pendant laquelle le cerveau des jeunes souris est encore plastique, et leur horloge interne capable de s'adapter aux circonstances extérieures », explique Steven Brown.

S'il devait s'avérer que le cerveau des jeunes humains connaît lui aussi une fenêtre de plasticité, il faudrait que les départements de néonatalogie des hôpitaux modifient leurs pratiques. Le fait que les prématurés soient placés dans des salles éclairées en permanence est certes dans l'intérêt du personnel soignant qui peut ainsi les surveiller à tout moment, admet Steven Brown. Mais cette pratique empêche peut-être l'horloge interne des bébés de s'habituer au rythme de 24 heures de notre planète. La question de savoir si la lumière continue a vraiment un effet négatif n'a pas encore fait l'objet de recherche. Toutefois, les données disponibles permettent de conclure qu'« une horloge interne robuste est profitable à la santé », estime Steven Brown. ■

dans le sang et qui, avec l'âge, nous tire plus tôt du lit ? Les chercheurs n'ont pas encore réussi à l'identifier. Mais s'ils y réussissent, leurs découvertes pourraient offrir de nouvelles possibilités de traitement contre les troubles du sommeil, fréquemment liés à l'âge. Une perspective importante, car si les somnifères aujourd'hui disponibles sont utiles, leur important potentiel de dépendance les rend aussi problématiques.

Le rythme imprimé par l'horloge interne n'est pas seulement décisif à un âge avancé. Les personnes qui le négligent sur une longue durée pour des raisons professionnelles s'exposent à un risque accru de développer des dépressions, d'autres affections psychiques, des troubles digestifs et des cancers. « En termes de santé, le travail par équipe a un prix », rappelle Steven Brown. Et même si l'on peut distinguer différents chronotypes, entre les « lève-tôt » et les « couche-tard », la plupart des gens suivent



Un cocktail toxique

La guerre de tranchées silencieuse entre les champignons pourrait permettre de développer des traitements fongicides efficaces. *Par Anne Burkhardt*

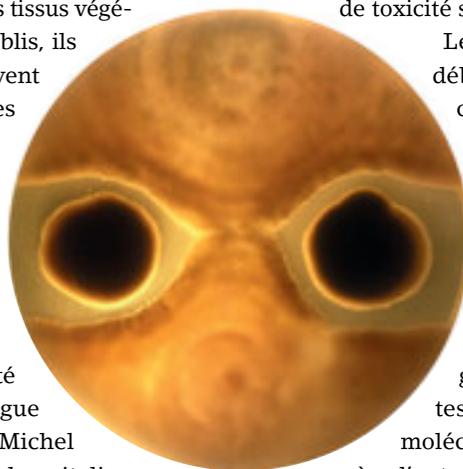
Les ressources liées au territoire sont une cause importante de conflits chez les hommes comme chez les champignons. Ces derniers vivent dans le sol ou se développent pacifiquement sous forme de filaments à l'intérieur des tissus végétaux. Dans le tronc d'arbres affaiblis, ils prolifèrent, et les forestiers observent depuis longtemps des lignes sombres, telles des tranchées séparant les champignons concurrents.

Cette guerre de tranchées silencieuse a attiré l'attention d'une équipe interdisciplinaire de chercheurs. Jean-Luc Wolfender, phytochimiste à l'Université de Genève, Katia Gindro, mycologue à l'Agroscope de Changins, et Michel Monod, biologiste au Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV), ont émis l'hypothèse que les champignons s'affrontent à l'aide d'armes chimiques inconnues. Or, si l'homme possédait de telles armes, elles pourraient lui servir à combattre des champignons indésirables. Plusieurs espèces

de *Fusarium* causent en effet d'importants dommages aux cultures de céréales et sont responsables de quelque 150 cas de mycose des ongles sur les 2000 recensés chaque année au CHUV. Les méthodes habituelles de recherche n'ayant pas permis de découvrir des traitements fongicides efficaces, les chercheurs espèrent y parvenir grâce à la guerre des champignons.

Pour organiser des combats entre champignons dans les arènes du laboratoire, Katia Gindro a fait se rencontrer 580 paires différentes de champignons dans des boîtes. Parmi ces concurrents, elle a eu recours aux *Fusarium* provenant des ongles infectés isolés au CHUV et à ceux prélevés sur les plantes malades. Lors de ces confrontations, des tranchées sombres sont parfois apparues là où deux champignons se touchaient, comme dans les troncs d'arbres des forêts. D'autres fois, l'un des protagonistes a envahi et consommé l'autre. Et la confrontation s'est aussi produite à distance via des messages chimiques empruntant la voie des airs.

Afin de traquer les armes chimiques des champignons, libérées en faible quantité, il faut des instruments de mesure très pointus. C'est là qu'est intervenu le laboratoire de Jean-Luc Wolfender. Pour chaque type de confrontation, il a mis en évidence et extrait des cocktails de molécules, indétectables en temps de paix si l'on cultive les champignons séparément. Les chercheurs ont ensuite cultivé des *Fusarium* sur des substrats enrichis avec ces cocktails. Si ces derniers s'avéraient fongicides, ils en identifiaient la substance active. Ils ont également testé leur effet sur des bactéries et leur absence de toxicité sur des plantes.



Les scientifiques n'en sont qu'au début de l'identification des armes chimiques des champignons. Ils ont déjà réussi à isoler les cocktails produits lors de ces affrontements, ce qui revient en quelque sorte à trouver des aiguilles dans des bottes de foin. Ils ont aussi miniaturisé et optimisé les cultures de champignons, ce qui leur permettra de tester l'efficacité de nombreuses molécules en parallèle. En cas de succès, d'autres études seront nécessaires pour

tester ces substances sur des champs de céréales ou sur les ongles des patients. Mais même si le chemin menant à un traitement risque d'être long, les résultats sont encourageants et porteurs d'espoir. ■

Guerre de tranchées silencieuse. Cultures de champignons dans des boîtes de Petri.
Photos: Katia Gindro, Olivier Schumpp



Une victime de la leishmaniose ? Statue de la culture mochica (Pérou, 200-600 ap. J.-C.).

Des virus alliés des parasites

Trois éléments sont en général nécessaires pour comprendre les maladies transmises par des insectes. Il faut bien connaître la bestiole, l'agent infectieux dont elle est le vecteur, ainsi que la manière dont notre système immunitaire réagit à cet agent. Dans la leishmaniose, une infection parasitaire en recrudescence non seulement dans les zones tropicales mais aussi dans le sud de l'Europe, un quatrième acteur intervient toutefois. C'est ce qu'ont découvert des chercheurs sous la direction du professeur Nicolas Fasel, de l'Université de Lausanne. Des virus sont en effet susceptibles d'être présents dans les leishmanies, les parasites unicellulaires à l'origine de cette affection. Grâce à des travaux sur des souris, les scientifiques ont

réussi à montrer que les parasites porteurs de virus provoquaient une forme aggravée de la maladie. Ils favorisent effectivement une plus grande dissémination de l'infection et la formation de lésions muco-cutanées.

Afin de tenir la leishmaniose en échec, les chercheurs tentent de lutter non contre les parasites, ce qui est de toute façon difficile, mais contre leurs alliés, les virus.

Grâce aux nouvelles connaissances qu'ils ont engrangées, ils sont en train de développer un vaccin inédit. Celui-ci devrait s'attaquer aux virus et empêcher indirectement une infection parasitaire ainsi que sa propagation. Les formes les plus sévères de la maladie pourraient ainsi être évitées.

Fabio Bergamin ■

Coopération forcée

Le travail d'équipe n'est pas seulement à l'ordre du jour dans les entreprises et le sport. Il l'est aussi chez les bactéries. Certains de ces micro-organismes unicellulaires adhèrent entre eux pour former des biofilms, des sortes de tapis qui leur offrent une protection. D'autres libèrent des protéines leur permettant de disposer de fer. Un élément indispensable dont elles font aussi bénéficier leurs voisines. Le biologiste de l'évolution Daniel Rankin, de l'Université de Zurich, a étudié la manière dont les gènes responsables de ces formes de coopération se disséminaient dans des populations de bactéries. Ils ne sont souvent pas situés dans leur chromosome, mais dans des molécules d'ADN circulaires, les plasmides.

Les gènes des plasmides se transmettent de mère à fille, mais aussi par contact de cellule à cellule à des bactéries voisines. Grâce à des tests et à des simulations sur ordinateur, le chercheur et son équipe ont découvert divers avantages de ces gènes contenus dans les plasmides. Des profiteuses parmi les bactéries non dotées de gènes de coopération peuvent par « contamination » être rapidement obligées de collaborer. Cette « infection » accroît aussi la parenté génétique entre bactéries voisines, ce qui rend une collaboration plus probable du point de vue de la biologie de l'évolution. Les plasmides sont donc très importants pour les bactéries et, de ce fait, la cible potentielle de nouveaux médicaments : des antibiotiques qui s'attaqueraient à eux pourraient tenir des agents pathogènes en échec. **Simon Koechlin** ■



Chez les jeunes anorexiques, la sous-alimentation peut provoquer une infertilité.

Différences hormonales entre les sexes

Des régulations hormonales complexes dans lesquelles l'insuline joue un rôle important influencent non seulement le métabolisme, mais aussi l'hypothalamus, d'où est dirigée la production de l'hormone lutéinisante (LH). Celle-ci augmente chez les femmes peu avant l'ovulation et influence le cycle menstruel. Elle joue également un rôle significatif chez l'homme en stimulant la production de testostérone dans les testicules. Lorsque l'alimentation ne suffit pas à couvrir les besoins en énergie du corps, la production de LH s'effondre, en tout cas en ce qui concerne les femmes. Chez elles, une sous-alimentation est susceptible de provoquer une infertilité. Un phénomène qui apparaît souvent chez les adolescentes anorexiques qui n'ont plus de

règles. Des chercheurs placés sous la direction du professeur François Pralong, de l'Université de Lausanne, ont étudié de plus près la façon dont ces régulations hormonales se différencient en fonction des sexes. Lors des études précédentes, les scientifiques étaient parvenus à montrer que l'insuline pouvait augmenter la production de LH dans le cas de femmes normales. Chez les hommes, en revanche, ils viennent de découvrir que la quantité de LH restait étonnamment constante, sa sécrétion n'étant influencée ni par la prise d'insuline ni par une alimentation particulièrement riche en calories. Un constat qui confirme que la régulation métabolique des hormones de la reproduction est fondamentalement différente selon les sexes. **Roland Fischer** ■

La Suisse pionnière de l'école

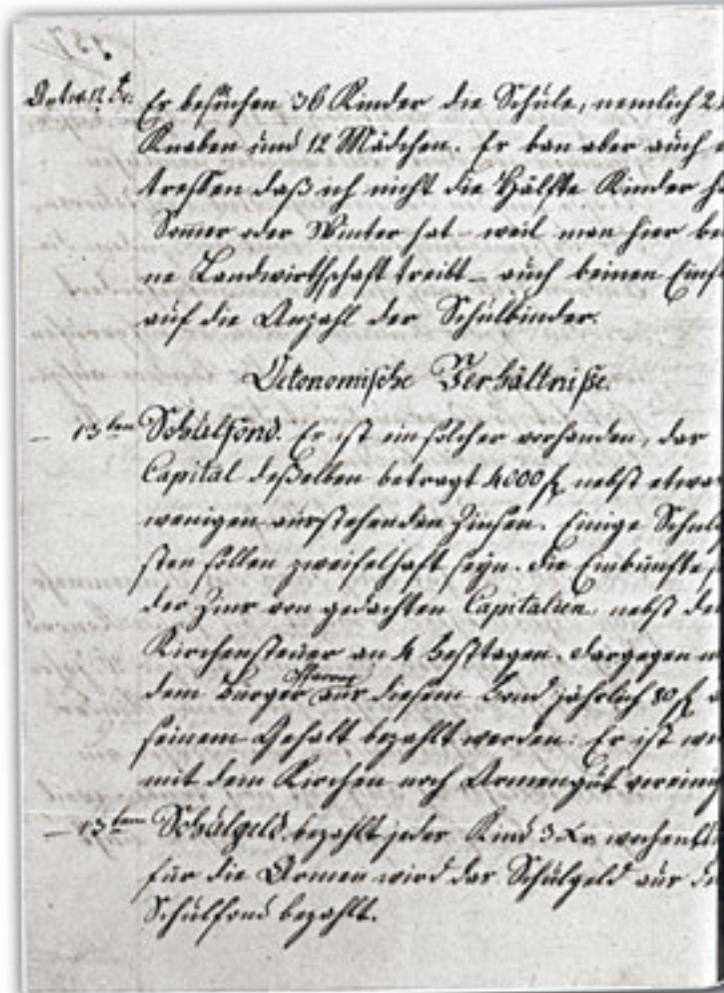
Vers 1800, presque tous les enfants suisses allaient à l'école, révèle l'enquête de Stapfer, un sondage hors du commun mené à l'époque de l'Helvétique. Par Urs Hafner

En simplifiant un peu, disons que la Suisse moderne est le produit de la bourgeoisie libérale et protestante. C'est elle qui a façonné le pays conformément à ses idées dans la deuxième moitié du XIXe siècle, après avoir remporté la guerre civile contre les conservateurs. Dans un souci de légitimation de son action, cette même bourgeoisie, qui s'attribue des mérites tels l'alphabétisation de la population, fait circuler des histoires à succès : l'introduction de l'école obligatoire et l'établissement de l'école primaire auraient arraché le pays à son ignorance moyenâgeuse pour l'amener sur la voie du progrès.

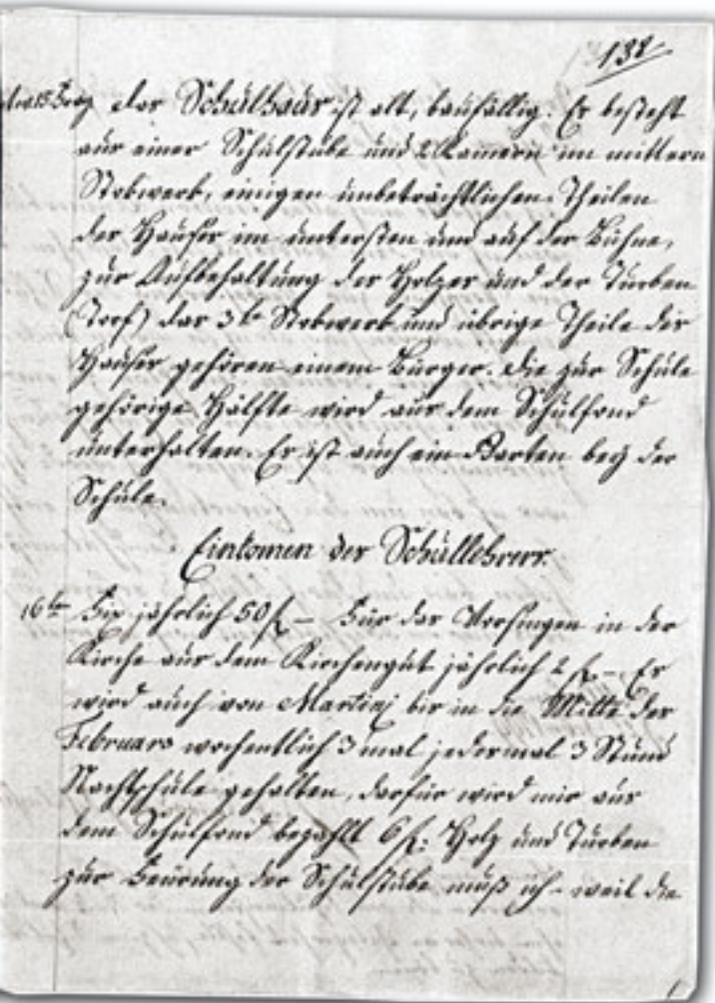
Mais cette histoire, nourrie d'historiographie libérale, n'est plus tenable, affirme Fritz Osterwalder, spécialiste en sciences de l'éducation de l'Université de Berne. La Suisse disposait au XVIIIe siècle déjà, et à grande échelle, d'un solide système d'école élémentaire. Telle est la surprenante conclusion à laquelle sont arrivés le professeur Osterwalder et son équipe de huit chercheurs – dont quatre doctorants – en histoire sociale, en histoire de l'éducation et en étude des folklores. Dans le cadre de leur projet de recherche intitulé « Stapfer-Enquête » (site Internet interactif : www.stapferenquete.ch), ces scientifiques se sont penchés sur le sondage que Philipp Albert Stapfer organisa par questionnaire, en 1799, dans toutes les écoles élémentaires, ou « petites écoles », de Suisse.

Ministre des arts et des sciences

Ce fils de pasteur bernois fut nommé ministre des arts et des sciences de 1798 à 1803, pendant la République helvétique sous domination napoléonienne. Partisan de la nouvelle République, désireux de démocratiser, d'unifier et de centraliser la Confédération, il s'engagea en faveur de l'idée nationale, planifiant, entre autres, un service de la culture nationale, une bibliothèque nationale, une université nationale, des archives nationales, mais aussi un règlement scolaire national. La fin de la République



helvétique et le retour des forces de la restauration enterrèrent ses projets, et les fusions de cantons furent annulées. Ce n'est qu'en 1855 que fut fondée l'École polytechnique fédérale de Zurich, en référence à Stapfer. Pour son époque, l'enquête de Stapfer représentait une entreprise unique en son genre, souligne Heinrich Richard Schmidt, historien à l'Université de Berne. Les études statistiques étaient certes dans l'air du temps, au cours de la deuxième moitié du XVIIIe siècle. La plupart des Etats en menaient afin de pouvoir gouverner plus efficacement leurs sujets, « statistique » signifiant « le savoir de l'Etat ». Mais aucun représentant des autorités n'avait encore effectué un sondage aussi systématique, s'adressant directement aux personnes concernées, et non à leurs supérieurs, en l'occurrence aux enseignants, et non aux magistrats ou aux prêtres. Philipp Albert Stapfer voulait connaître leur opinion sur l'école, poursuit l'historien, afin de pouvoir améliorer l'enseignement dans l'esprit de l'Helvétique. Philipp Albert Stapfer fit



calcul dans les écoles catholiques que dans les établissements protestants. Heinrich Richard Schmidt explique ce surprenant résultat par le contact interconfessionnel permanent, favorisé par l'étroitesse du territoire suisse et poussant les confessions à rivaliser pour pouvoir se targuer d'avoir les meilleures écoles. L'autonomie communale et le volume élevé des échanges commerciaux auraient eux aussi encouragé la propagation de l'école.

Taux d'alphabétisation élevé

Le dépouillement des questionnaires montre aussi que l'école était obligatoire dans de nombreux lieux de Suisse. Cette exigence n'était pas toujours observée: les enfants pauvres, notamment, étaient tenus de travailler dans les exploitations proto-industrielles, et, durant l'été, les petits de paysans devaient prêter main-forte à la ferme. Mais il n'y avait pratiquement pas d'enfant, y compris chez les filles, qui ne soit jamais allé à l'école, relève Fritz Osterwalder. En comparaison européenne, le taux d'alphabétisation en Suisse était donc exceptionnellement élevé. Les élèves n'apprenaient pas seulement le catéchisme, comme c'était encore l'usage au XVIIe siècle, on leur enseignait aussi à lire et à écrire. A la fin du XVIIIe siècle, ces compétences étaient considérées par les autorités comme d'importants acquis culturels. Philipp Albert Stapfer voulait les améliorer de façon systématique dans les nouvelles écoles, chez toutes les filles et tous les garçons, futurs citoyens de la République.

Une autre image doit être révisée: celle d'enseignants pauvres, déprimés et sous-payés, se débattant avec des enfants récalcitrants, subissant la fêrule du prêtre ou du pasteur et végétant dans l'ombre du médecin. La plupart d'entre eux gagnaient un salaire supérieur à la moyenne et occupaient une position enviée dans la vie citadine et villageoise. Les femmes représentaient 6% de ces effectifs, la plupart d'entre elles étaient membres d'un ordre, et celles qui enseignaient en ville gagnaient davantage que leurs collègues masculins à la campagne.

La dernière partie du questionnaire encourageait les sondés à émettre des remarques personnelles. Il en ressort que les enseignants savaient s'exprimer avec éloquence et qu'ils s'engageaient pour ce qu'ils estimaient être un enseignement de qualité. Sur ce point, ils restaient pragmatiques, note Fritz Osterwalder. Ils ne connaissaient pas la pédagogie hautaine des philosophes allemands ou ne l'appréciaient pas.

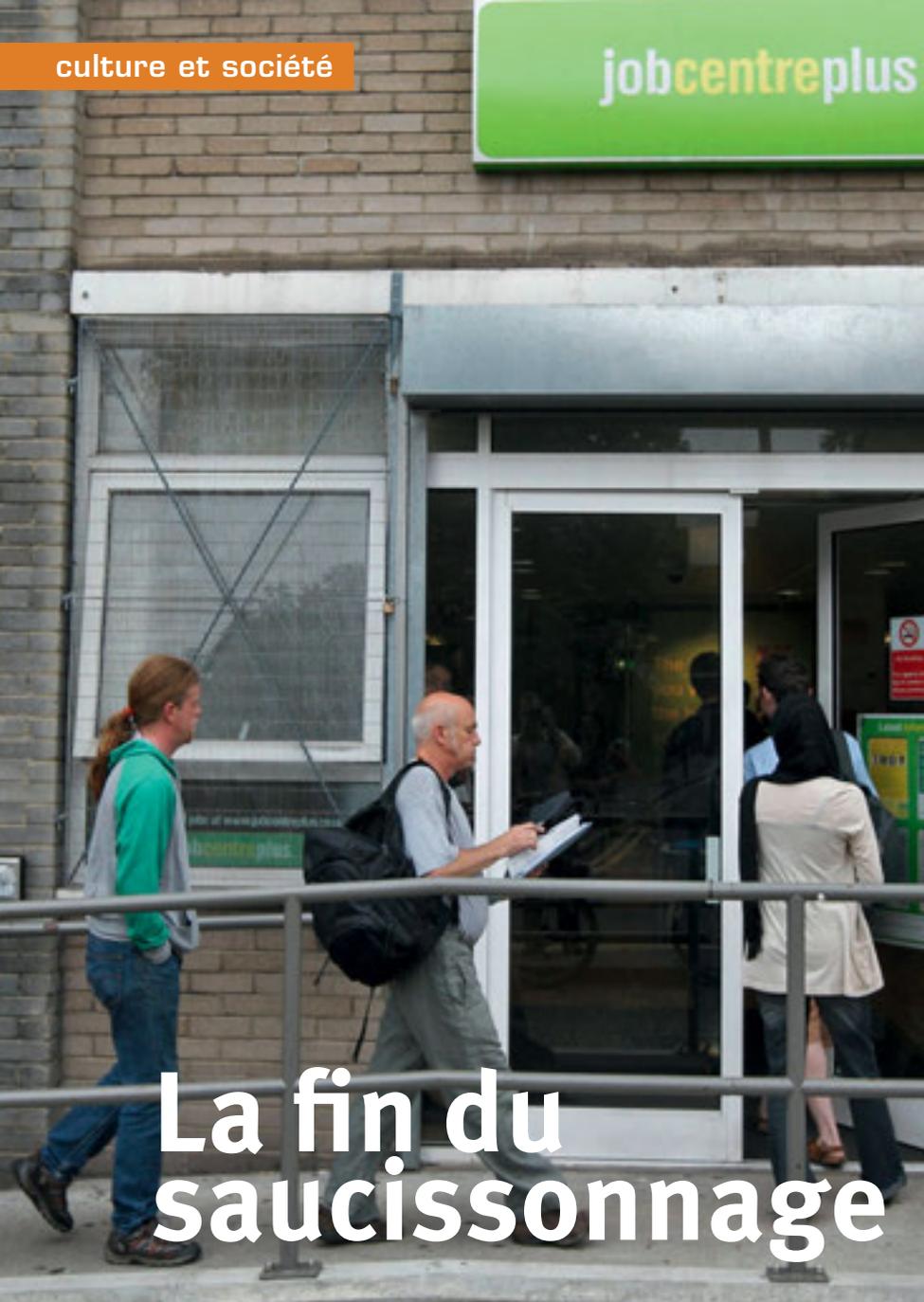
Questionnaire révélateur.

Réponse manuscrite livrée en 1799, dans le cadre de l'enquête de Stapfer, par Johann Konrad Riby, instituteur à Gottlieben (Thurgovie).

Image: Archives fédérales suisses/1054BAR_Bo_10001483_Nr_1463_fol_138

envoyer à 2500 écoles un questionnaire que les chercheurs sont en train de transcrire, d'éditer et d'interpréter. Tous les formulaires ne sont pas réapparus: ceux des cantons du Tessin et des Grisons – baptisés à l'époque cantons de Lugano, de Bellinzone et de Rhétie – manquent. A partir des réponses et de la soixantaine de questions portant sur la circonscription, l'enseignement, les élèves, les enseignants et leur revenu, les chercheurs concluent qu'à la fin de l'Ancien Régime, les écoles primaires étaient répandues partout, pas seulement dans les villes, et surtout pas uniquement dans les cités protestantes.

L'imposition de l'éducation n'est donc pas une conquête protestante, contrairement à ce que l'on imagine encore communément. La première formation d'enseignant institutionnalisée de Suisse fut conduite en terre catholique, d'abord à Lucerne, puis dans l'ensemble du canton de Soleure, où une large majorité des maîtresses et des maîtres furent formés à une méthodologie. Par ailleurs, on faisait plus de



La fin du saucissonnage

Confrontés à une forte hausse du chômage de longue durée, les Etats européens ont dû décloisonner leurs régimes sociaux. La Suisse, elle, est à la traîne. *Par Xavier Pellegrini*

Au Royaume-Uni, David Cameron veut franchir le Rubicon: selon le projet de son gouvernement, les bénéficiaires en âge de travailler bénéficiant de l'aide financière de l'Etat recevront tous la même somme («universal credit»), quel que soit leur statut. Il y aura des perdants, c'est pourquoi le projet est très controversé.

Cette polémique montre, s'il en était besoin, l'actualité du travail dirigé par deux chercheurs de l'Institut de hautes études en administration publique de l'Université de Lausanne (IDHEAP),

Des chômeurs se rendant à Londres dans une agence pour l'emploi (2009).

Photo: Stephen Hird/Reuters

Giuliano Bonoli, professeur, et Cyrielle Champion, assistante doctorante. Ils sont sur le point d'achever leur travail sur le remodelage des frontières internes des régimes sociaux en Europe occidentale. La fragmentation de ces régimes est en effet une caractéristique quasi générale des pays européens. Historiquement, cela s'explique aisément: tout au long du XXe siècle, il a fallu répondre successivement à des risques sociaux distincts pour les personnes en âge de travailler: perte d'emploi de courte ou de longue durée, invalidité, incapacité à s'assurer un revenu ou un revenu suffisant (aide sociale). A chacun de ces régimes correspondent des prestations différentes, et la collaboration entre les différentes institutions qui les gèrent a longtemps été quasi inexistante.

La faute au chômage de longue durée

Cette architecture cloisonnée est rendue obsolète par les évolutions socio-économiques, en premier lieu par la forte hausse du chômage de longue durée. Les personnes sortant du régime – limité dans le temps – de l'assurance-chômage deviennent dépendantes d'autres régimes: l'aide sociale et l'invalidité, dont la vocation première n'est pas la réinsertion professionnelle.

Or, cette réinsertion, même pour les gens restés très longtemps éloignés du marché du travail, a été l'alpha et l'oméga des politiques ces vingt dernières années, période étudiée par Giuliano Bonoli et Cyrielle Champion. Les recettes ont été très diverses, allant de la dotation en compétences de réinsertion des spécialistes de l'aide sociale (maintien du cloisonnement) à la fusion pure et simple de services, en passant par différents modèles de coopération. La Suisse est l'un des pays où cette coopération a été la moins poussée (même si les responsables de l'aide sociale «délèguent» largement la réinsertion aux offices régionaux de placement, sans beaucoup de succès). Comme d'autres, le Danemark et le Royaume-Uni (dès 2002) ont opté en faveur des guichets uniques pour les chômeurs et les bénéficiaires de l'aide sociale.

Mais la seule révolution (en attendant le sort de la réforme du gouvernement Cameron) est venue d'Allemagne, où l'ancien chancelier Gerhard Schröder a fusionné le chômage et l'aide sociale, ce qui, entre autres raisons, l'a contraint à provoquer des élections anticipées. On voit que le sujet peut être à haut risque politique!

La forte baisse du chômage en Allemagne depuis 2005, date de la mise en application de cette loi, semble attester de son efficacité. Toutefois, relèvent les chercheurs, d'autres facteurs ont joué, notamment la dérégulation du marché du travail due au même Schröder. ■



Trois types d'archets de la première moitié du XIXe siècle produisant des sons différents.

Souples « archets de Beethoven »

« Le violon, c'est l'archet », aurait dit le célèbre violoniste Giovanni Battista Viotti. Cette baguette garnie de crins tendus joue effectivement un rôle aussi important que l'instrument lui-même dans la production du son. Quels archets utilisait-on à Vienne à l'époque de Beethoven ? A quoi ressemble le répertoire lorsqu'il est joué avec des « archets de Beethoven » ? C'est à ces questions qu'a tenté de répondre un groupe de chercheurs de la Haute école des arts de Berne sous la direction du musicologue Kai Köpp.

Le projet est axé sur la pratique. On n'a ainsi pas seulement cherché à décrire les caractéristiques extérieures des archets. Des enseignants et des étudiants bernois ont aussi testé leurs propriétés sonores et les ont comparées avec des témoignages de l'époque. Comme les originaux d'il y a deux siècles ne peuvent plus être utilisés, on a eu recours à des copies.

« Ces répliques sont légères et souples. Cela peut être irritant dans un premier temps, mais permet d'appréhender l'articulation des sons d'une manière nouvelle », note Kai Köpp. Avec un exemplaire de 1825, le concert pour violon de Beethoven sonne de façon plus fine que dans les interprétations postérieures. Grâce à « l'archet de Beethoven », une lacune est comblée entre les archets pour la musique ancienne et baroque et les modèles standard modernes. Les amateurs de musique s'en réjouiront et les archetiers également.

Benjamin Herzog ■

Protéines végétales plutôt que lait en poudre

Le lait en poudre est révélateur du colonialisme occidental qui était lié à l'aide au développement au siècle dernier. Après la Deuxième Guerre mondiale, l'Unicef et la FAO en ont livré des milliers de tonnes en Amérique latine afin d'aider la population frappée par la sous-alimentation. Cette politique n'a commencé à être critiquée publiquement que dans les années 70 lorsqu'on s'est rendu compte que des enfants mouraient parce que le lait en poudre était dissous dans une eau sale. L'importation de ce produit industriel a toutefois, dès le début, fait l'objet de controverses, également au sein de l'Onu, révèle l'historienne Corinne A. Pernet, de l'Université de Saint-Gall. L'Institut de nutrition de l'Amérique centrale et du Panama (Incap), sis au Guatemala et soutenu par des organisations interna-

tionales, a ainsi déjà fait valoir à la fin des années 40 que chaque pays avait les moyens de bien se nourrir et pouvait résoudre lui-même ses problèmes alimentaires. L'Incap souhaitait que l'on utilise des plantes riches en protéines plutôt que d'importer du lait en poudre difficilement stockable en raison du climat humide. Des représentants de la FAO ont également mis en garde contre les modifications des habitudes alimentaires ainsi induites et des conséquences que cela pourrait provoquer au cas où les livraisons de lait devaient brutalement s'arrêter.

Ces arguments n'ont toutefois pas été entendus, note la professeure boursière du FNS. Les gouvernements concernés ont opté avec l'Unicef pour une politique à courte vue que l'on jugeait moderne à l'époque. **uha** ■



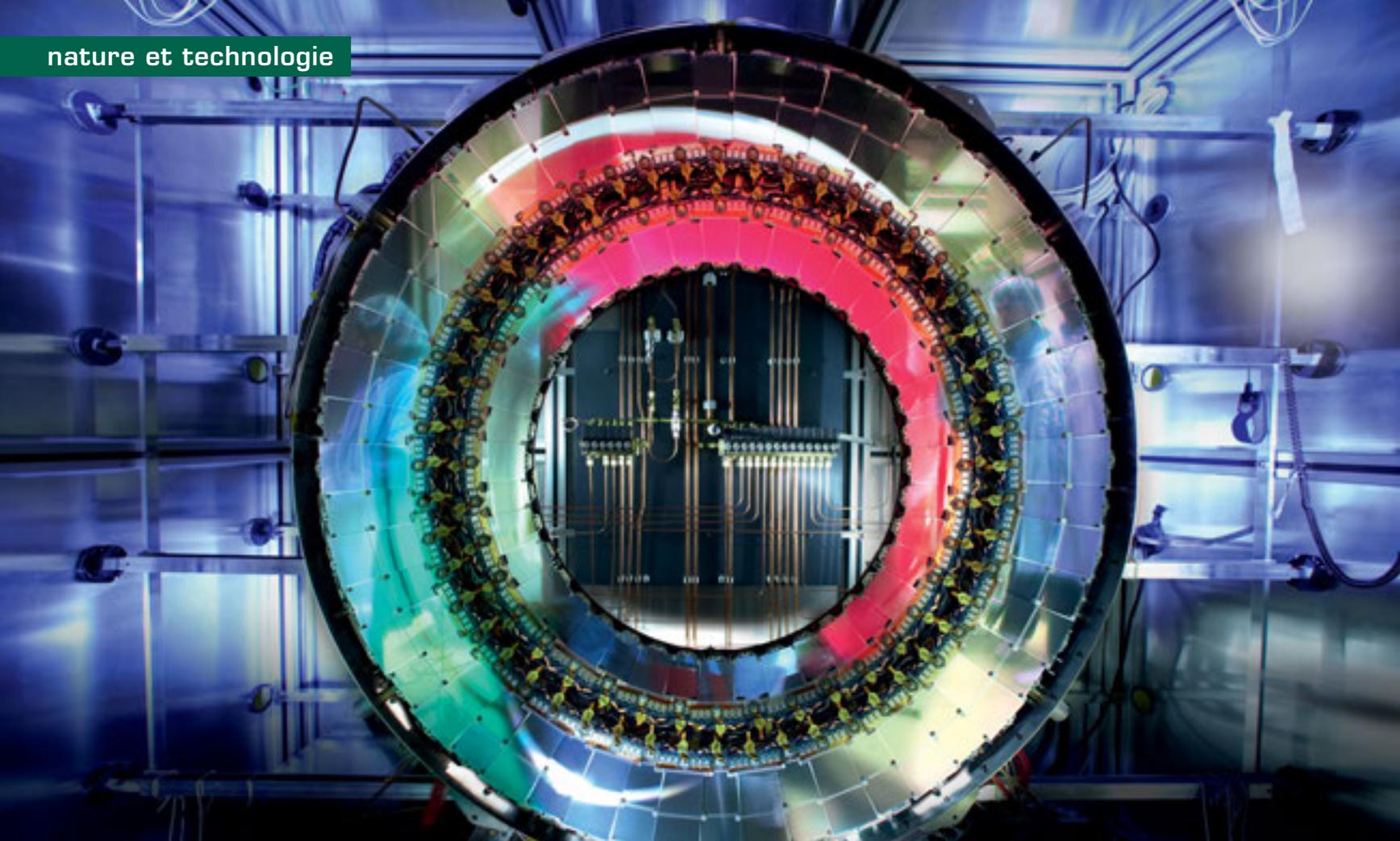
Acteurs et spectateurs mêlés lors d'une représentation dans un centre commercial zurichois (2011).

Théâtre dans la ville

De nombreux théâtres abandonnent leurs scènes habituelles pour se produire dans l'espace public. Ces représentations ont un attrait tout particulier dans la mesure où elles procurent des émotions qui vont au-delà du contenu et de la forme de la « performance ».

Un groupe de recherche de la Haute école des arts de Zurich, dirigé par le dramaturge et spécialiste du théâtre Imanuel Schipper, a étudié des spectacles donnés par des artistes du Schauspielhaus de Zurich. Présentés dans le cadre d'un festival de plusieurs jours, ceux-ci avaient pour décor des lieux publics tels un hôtel, la gare centrale, une bibliothèque et un centre commercial. Les chercheurs ont inter-

rogé des spectateurs, des habitants et des passants avant, pendant et après les représentations. Bien que ceux-ci aient été attentifs aux spectacles, ils se sont souvent mieux souvenus de ce qui se passait autour. « Ils ont tout à coup vu les espaces urbains dans lesquels ces pièces de théâtre étaient jouées avec d'autres yeux. Les places et les halls sont devenus vivants », relève Imanuel Schipper. Ces environnements inhabituels ont enrichi les représentations. Mais pas seulement. Selon lui, cette étude montre qu'artistes et spécialistes du théâtre pourraient bien apporter à l'avenir une contribution dans la planification des villes. **Simon Koechlin** ■



Trois piliers pour la physique des particules

Le boson de Higgs découvert, que faire ? Développer encore les accélérateurs ? Ou miser sur les recherches en plein boom des astroparticules ? *Par Olivier Dessibourg*

En cet été 2012, les physiciens ont célébré la découverte – si elle se confirme – du mythique boson de Higgs, particule traquée depuis des décennies. Les bras chargés de travail par les retombées de cette avancée, ils réfléchissent néanmoins déjà à l'avenir à long terme de leur discipline. De quel accélérateur auront-ils besoin dans trente ans ? Où sera-t-il construit ? Et quelle place donner à un domaine connexe en plein boom : l'étude des astroparticules, ces corpuscules qui sillonnent l'espace intersidéral ? Dans ces discussions, la Suisse, qui peut se targuer d'une excellente tradition en physique des particules, a des cartes à jouer.

« Genève est l'hôte du CERN, devenu avec l'accélérateur LHC l'unique pôle d'attraction mondial du domaine : cela porte l'attention sur notre pays, justifie Klaus Kirch, physicien à l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ), à l'Institut Paul Scherrer (PSI) et président de l'Institut suisse de

physique des particules (CHIPP). Des centaines de chercheurs suisses sont très impliqués dans les expériences qui s'y déroulent. » Dans l'expérience ATLAS, « le personnel helvétique ne représente que 1,5%, mais il a de grandes responsabilités », relève Giuseppe Iacobucci, physicien à l'Université de Genève (Unige). Enfin, c'est un professeur de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Tatsuya Nakada, qui préside le groupe d'orientation stratégique qui doit soumettre au Conseil du CERN, en mai 2013, les grandes lignes à suivre pour le futur de l'organisation.

Mais avant de voir loin, Martin Pohl, physicien à l'Unige, se veut clair : « Notre communauté est d'avis qu'il faut commencer, vu les énormes investissements, notamment suisses, par exploiter complètement le potentiel du LHC. » Et Giuseppe Iacobucci de poursuivre : « Nous sommes en pleine effervescence. La première découverte importante

a eu lieu. Et d'autres vont suivre. Avec les améliorations du LHC prévues jusqu'en 2018, nous avons du travail au moins jusqu'en 2023!»

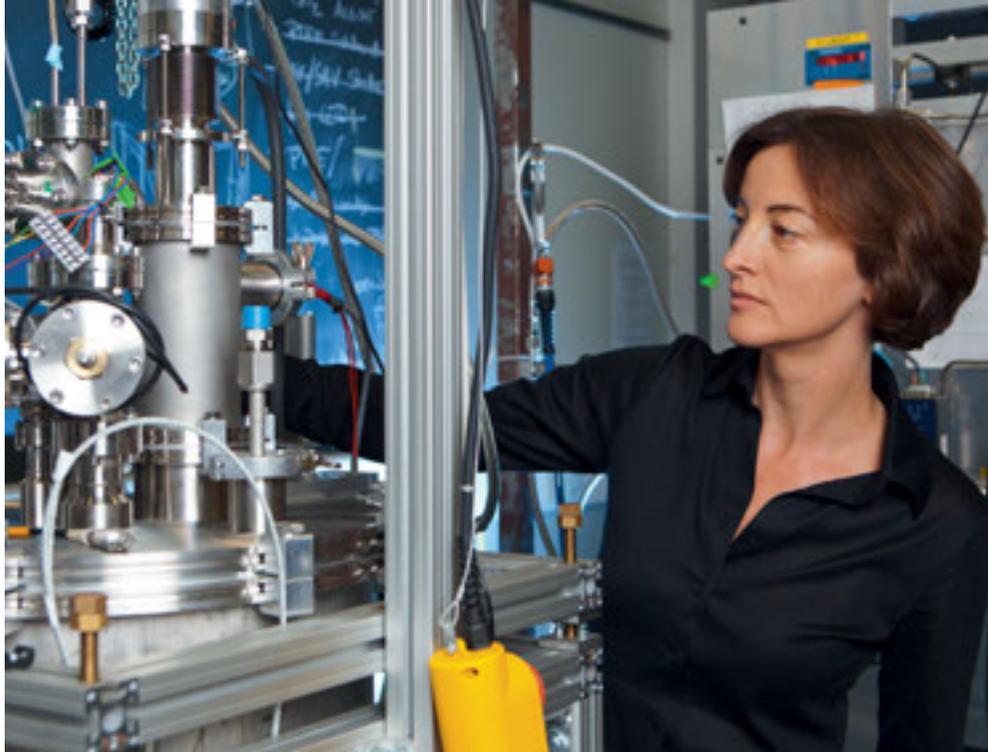
Lors d'un récent symposium international à Cracovie, des débats ont eu lieu autour de l'opportunité de développer encore davantage, d'ici 2035, la fabuleuse machine à science du CERN. «Rien n'est décidé pour l'heure», résume Klaus Kirch. Ce qui est certain, «c'est que nous souhaitons asseoir nos activités de recherche et développement sur les matériaux utilisés sur les accélérateurs et les détecteurs d'astroparticules», domaine dans lequel la Suisse brille, en particulier à travers le PSI. «Ce centre est un endroit unique au monde pour mener des expériences de haute précision en physique des particules», une nécessité aussi soulevée à Cracovie.

Ce n'est donc pas une surprise si l'essor de la physique des hautes énergies figure en première place des priorités dans la «feuille de route suisse» pour la physique des particules établie par le CHIPP. Or, ce plan en compte deux autres. Martin Pohl: «L'une vise les neutrinos», ces particules «fantômes» qui n'interagissent quasiment pas avec la matière. «La découverte récente qu'ils ont une masse a été une douche froide, dit-il. Il y a beaucoup à faire, et nous sommes bons en Suisse dans ce domaine.» C'est depuis le CERN qu'est menée l'expérience OPERA, dans laquelle des neutrinos sont propulsés à travers la croûte terrestre vers le laboratoire du Gran Sasso (Italie), à 732 kilomètres de distance, afin d'étudier leurs propriétés. «Un projet qui ciblerait cette fois la Finlande, à 2300 kilomètres d'ici, est sur la table, souligne Klaus Kirch, et le leadership se trouve à l'EPFZ!»

Réponse à des questions fondamentales

La troisième priorité veut mettre en avant les expériences liées à l'astrophysique, dans le dessein de répondre à des questions fondamentales. Un exemple? «De quoi est faite la mystérieuse matière sombre, qui emplit un quart de l'Univers?», indique Laura Baudis. Cette physicienne de l'Université de Zurich a fait de la quête des astroparticules sa spécialité. «Certains de ces corpuscules ont une énergie plusieurs milliards de fois plus grande que ceux qu'on peut générer sur Terre, dans nos accélérateurs, précise Martin Pohl. Les étudier est crucial pour comprendre les origines de l'Univers.» A nouveau, notre pays compte des groupes de niveau mondial.

Lors du colloque de Cracovie, les physiciens ont aussi évoqué la construction d'ici 2025 d'un nouvel accélérateur, linéaire celui-là, et non plus circulaire comme le LHC. «Le Japon veut l'obtenir, remarque Klaus Kirch. Je pense que l'Europe devrait appuyer cette initiative.» Au risque de voir le centre de gravité de la physique des particules se déplacer en Asie?



Mais avec, alors, la possibilité que s'ouvre un boulevard pour la recherche sur les astroparticules sur le Vieux Continent? Klaus Kirch réfute cette vision: «Un tel accélérateur n'est pas tout... Les impacts sur le CERN et les chercheurs suisses seraient limités.»

Laura Baudis ne dit pas le contraire, et soutient la prééminence actuelle de la physique des accélérateurs. Elle avance aussi d'autres arguments: «Avec les astroparticules, nous n'avons pas d'accélérateurs complexes à construire, mais seulement des détecteurs. Les avancées peuvent être aussi importantes qu'au LHC, mais les coûts bien moindres.» Le LHC et ses expériences ont coûté 10 milliards de francs, tandis que le budget d'un détecteur de matière sombre est de l'ordre de la dizaine de millions. Elle-même dirige un tel projet, DARWIN, estimé à 50 millions. «Nous souhaitons en garder la conduite mais nous devons nous battre. Avec, on l'espère, un soutien suisse important.»

Car si la feuille de route peut afficher des ambitions sans limites, les moyens financiers, eux, en ont. En Suisse, le développement d'instruments pour des projets de grande ampleur en physique des particules ou en astrophysique est régi par la nouvelle initiative FLARE du FNS, dotée de 26,5 millions pour la période 2013-2016. Or, «rien que pour l'année 2012, nous avons estimé les besoins financiers à 10,4 millions de francs (8,2 pour la physique des particules et 2,2 pour la physique des astroparticules)...», note Martin Pohl.

Afin de garder un certain leadership, tous appellent à une augmentation des fonds pour soutenir l'ensemble des piliers de cette stratégie, «qui sont complémentaires», insiste Laura Baudis. Sans quoi, des choix devront être faits. «Mais c'est trop tôt aujourd'hui», affirme Klaus Kirch. Sa collègue, elle, reste optimiste: «En Suisse, on trouve toujours des solutions.» ■

Des machines pour mieux comprendre l'Univers.

Le détecteur ATLAS du LHC, au CERN à Genève (à gauche). A l'Université de Zurich, Laura Baudis étudie les astroparticules (en haut).

Photos: Peter Ginter/Nikhef/Cern (à gauche), Hans-Christian Wepfer/Lab25



Points lumineux pour s'orienter

Aujourd'hui, les systèmes GPS sont surtout utilisés à l'extérieur. Il n'existe pas encore d'équivalent pour l'intérieur des bâtiments, mais des travaux préparatoires sont prometteurs. *Par Felix Würsten*

Aujourd'hui, grâce au GPS, déterminer sa position de manière presque exacte n'est plus un problème, du moins à l'extérieur. A l'intérieur des bâtiments, en revanche, c'est une autre histoire: impossible de réceptionner sans encombre les signaux des satellites GPS dans les caves, les halles des grandes usines ou les tunnels, où les appareils GPS sont donc inutilisables.

Ces rayons lasers colorés devraient bientôt diriger des robots industriels.
Photo: Hans-Christian Wepfer/Lab25

Si le GPS s'est imposé et est devenu incontournable pour les applications extérieures, la demande pour un système fonctionnant à l'intérieur des bâtiments se révèle importante, elle aussi. «C'est un sujet d'actualité, confirme Rainer Mautz, collaborateur scientifique à l'Institut de géodésie et de photogrammétrie de l'EPFZ. Lorsque nous avons organisé notre première conférence, voilà deux mois, nous avons recueilli 400 inscriptions d'un coup.»

Les idées sur la façon dont un tel système pourrait fonctionner sont nombreuses. Mais aucune ne s'est imposée jusqu'ici. «Il y a des tendances, mais pas encore de direction claire», constate le chercheur. Notamment parce qu'un système de positionnement doit satisfaire à de nombreuses exigences: être précis, fiable et capable, si possible, de ne pas indiquer seulement la position, mais aussi d'orienter; il doit également envoyer ses signaux de sorte que son utilisation reste légale, et ne pas nécessiter d'installations perturbantes. Enfin, il garantira la sécurité des données et la protection de la sphère privée.

Rainer Mautz a développé pour le projet CLIPS un système de positionnement qui répond à ces impératifs, du moins partiellement. La station de base de son système envoie plusieurs rayons laser qui génèrent des points lumineux sur les parois et le plafond. Dès l'instant où la caméra identifie ces points lumineux, il est possible de calculer la position et l'orientation de cette dernière, sur la base de l'image qu'elle restitue.

Du laboratoire au chantier

«Notre système présente différents avantages, détaille le scientifique. Il est simple, économique, précis et capable de déterminer la position de la caméra à quelques millimètres près. Enfin, il ne nécessite pas d'installations compliquées. Ce qui le rend aussi intéressant pour des utilisations de courte durée.» Rainer Mautz souhaiterait ultérieurement développer un système pouvant être appliqué dans la pratique. «Nous sommes actuellement en discussion avec un fabricant de machines de construction. L'objectif serait de concevoir un système mobile, utilisable sur les chantiers.»

Mais le spectre des applications imaginables va bien au-delà des chantiers. Un système de positionnement pour l'intérieur des bâtiments permettrait, par exemple, de diriger des robots industriels ou des installations de transport avec une plus grande précision; dans les bâtiments publics, les visiteurs parviendraient à retrouver plus facilement leur chemin, et même dans l'assistance aux personnes âgées, un dispositif de ce genre serait susceptible de rendre de précieux services. ■

Une imprimante pour nanostructures

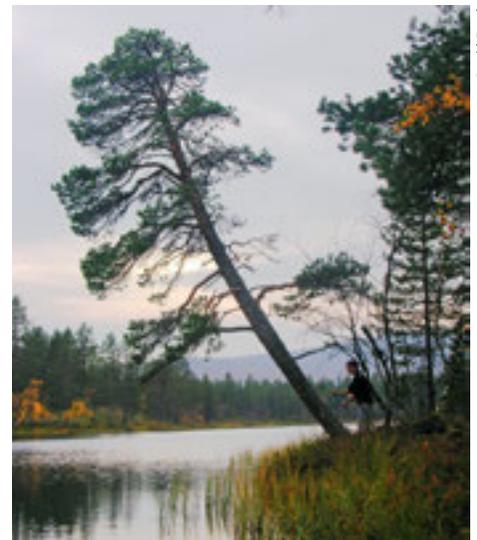
Fabriquer des nanostructures n'est pas chose aisée, et les outils pour réaliser des éléments de l'ordre du milliardième de mètre sont loin d'être conventionnels. Comme il serait pourtant pratique de simplement pouvoir les imprimer! Un groupe de recherche formé autour de Dimos Poulikakos, de l'EPFZ, a récemment pu se targuer d'un succès étonnant. Grâce à une imprimante à jet d'encre, il est parvenu à imprimer des structures de l'ordre du nanomètre, comme des points ou des lignes.

Le procédé utilise de fins capillaires d'où sont éjectées, au moyen d'un champ électrique, des gouttes ayant un diamètre de 50 nanomètres. Celles-ci sont constituées d'un solvant contenant des nanoparticules qui for-

ment rapidement des structures solides lorsque ce dernier s'évapore. Cela fonctionne avec les matériaux les plus divers. Les chercheurs ont eu recours à des particules d'or, mais des composants non métalliques entrent aussi en ligne de compte.

Les applications possibles sont également nombreuses, notamment dans le traitement des surfaces, par exemple pour des matériaux ayant des propriétés optiques particulières. Au cours des prochaines années, les scientifiques projettent de mettre au point une imprimante dotée de plusieurs capillaires afin de pouvoir développer des applications sur de larges surfaces.

Roland Fischer ■



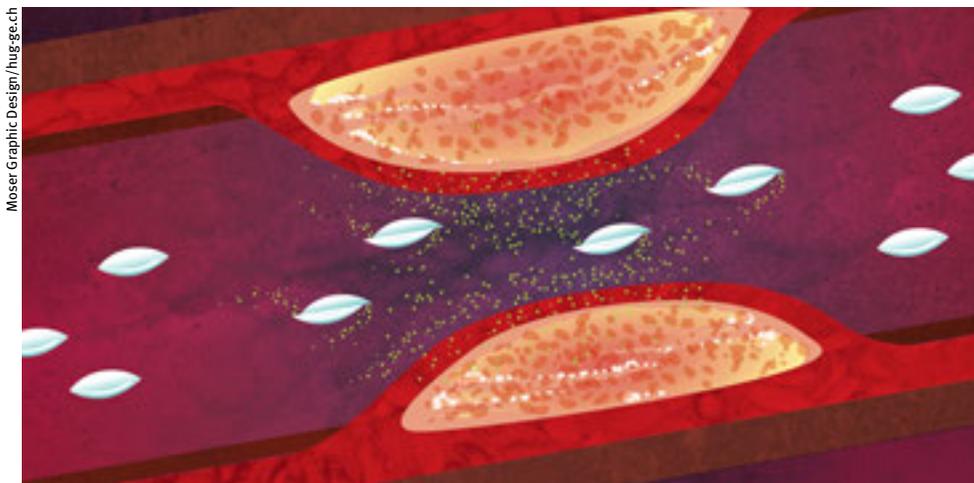
David Frank

Les pins de Laponie sont de bons indicateurs de l'évolution climatique.

Lent refroidissement

Au cours des deux derniers millénaires, le climat s'est modifié plus fortement que ce que l'on pensait jusqu'ici, notamment tout au nord de la Scandinavie. C'est ce qu'a découvert une équipe de recherche internationale à laquelle participent des scientifiques de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage. Les scientifiques ont étudié des échantillons d'arbres vivants et subfossiles récoltés dans la partie finlandaise de la Laponie et réussi, grâce à l'examen de leurs cernes, à reconstruire le climat estival du nord de l'Europe avec une précision inégalée jusqu'ici. Pour ce faire, ils sont parvenus à tirer profit des conditions environnementales idéales de la Finlande dont les lacs abritent souvent des pins subfossiles qui ont été conservés pendant une longue période.

Les données recueillies révèlent que le climat a été soumis, à ces latitudes élevées, à des variations au cours des siècles. Durant l'Antiquité romaine et au Moyen Âge, il était relativement doux, mais nettement plus froid à l'époque des invasions barbares et pendant le petit âge glaciaire, notamment aux XVe et XVIe siècles. Les chercheurs ont également constaté un refroidissement sur le long terme. Jusqu'au début de l'industrialisation, les températures ont perdu environ 0,3 degré par millénaire, un phénomène qui s'explique par la modification de la distance entre la Terre et le Soleil. Cette nouvelle étude permet de mieux comparer le changement climatique actuel avec d'autres phases de réchauffement dans le passé. **Felix Würsten** ■



Moser Graphic Design/hug-ge.ch

Nanoconteneurs intelligents capables de larguer la substance active à l'endroit où le vaisseau se rétrécit.

Arme ciblée contre l'athérosclérose

Affectant chaque année plus de 20 000 personnes en Suisse, l'athérosclérose est la première cause de mortalité dans le monde. Elle se traduit par un rétrécissement des artères (sténose). Les divers médicaments existants sont efficaces, mais ils ne sont pas spécifiques. C'est notamment le cas des vasodilatateurs: ils ouvrent à la fois les artères malades et saines, ce qui provoque souvent des effets secondaires.

Pour pallier ces inconvénients, des chercheurs de l'Université de Fribourg, des Hôpitaux universitaires de Genève (HUG) et de l'Université de Bâle ont trouvé une manière de cibler uniquement les zones malades. Ils ont développé de nouveaux nanoconteneurs en forme de lentilles qui contiennent la substance active et « sont capables de la larguer à

l'endroit où le vaisseau se rétrécit », précise Till Saxer, médecin-consultant au Service de cardiologie et de médecine interne générale aux HUG.

Les scientifiques ont tiré parti d'un phénomène physique: la force de cisaillement. Conséquence des différences de vitesse au sein d'un fluide en mouvement, cette force se manifeste dans tout liquide circulant dans un tuyau. Elle est plus forte lorsque le diamètre de ce dernier diminue, donc au niveau de la sténose. Sous sa pression, les nanoconteneurs libèrent leur contenu à l'endroit désiré. Ces nanoconteneurs intelligents ont été testés in vitro, « ce qui a permis de prouver que le procédé fonctionne », note Till Saxer. Les essais sur les animaux devraient être lancés dans un an. **Elisabeth Gordon** ■

An illustration by David Cutler showing a person in a red coat on the left, pulling a thick black rope that arches across a light blue, wavy sea. The rope is attached to a group of people in various colored coats and hats standing on a golden-yellow hill on the right. The background is a soft, cloudy sky. The overall style is painterly and conceptual.

Mille nouveaux professeurs assistants

Si la Suisse ne réforme pas profondément ses hiérarchies universitaires, elle devra importer ses élites de l'étranger. Telle est la crainte de certains jeunes chercheurs. *Par Valentin Amrhein. Illustration David Cutler*

L'analyse « Vision 2020 », signée par six chercheurs issus de différentes disciplines, relève que la Suisse a de plus en plus de difficulté à encourager les jeunes talents à embrasser une carrière académique. Ce manque d'attrait serait dû, selon eux, aux hiérarchies très verticales des universités helvétiques. Par comparaison avec les pays anglo-saxons, une telle carrière y est particulièrement incertaine.

« Vision 2020 » présente une comparaison entre les systèmes des hautes écoles de Suisse, de Suède et des Etats-Unis. Il en ressort que notre pays compte davantage de postes de postdoc à durée déterminée que de postes de professeur. Aux Etats-Unis et en Suède, le nombre de scientifiques bénéficiant d'un poste fixe est en revanche supérieur, et de loin, à celui de postdocs à durée déterminée. Les jeunes chercheurs ont donc plus de chances d'être engagé à long terme dans une université.

« Il est vrai qu'en Suisse, pour un professeur, nous avons beaucoup de postdocs », explique Ulrich Suter, professeur émérite de l'EPFZ et président de l'Académie suisse des sciences techniques. Ce dernier note cepen-

dant que, fondamentalement, les Etats-Unis et la Suisse ne sont pas comparables. Outre-Atlantique, de nombreux postes de professeur se trouvent dans des hautes écoles où les exigences de qualité sont moins élevées que chez nous. Qui ne réussit pas à entrer dans une université de pointe a encore de bonnes chances d'obtenir un emploi dans un institut moins renommé.

En Suisse, les chercheurs très qualifiés sont contraints de s'expatrier ou de tenter leur chance hors des universités, s'il n'est pas déjà trop tard. «Qui essaie à 45 ans d'intégrer le marché du travail fait, dans la plupart des cas, un rude atterrissage et n'est souvent plus bon à rien. Heureux le pays susceptible de se permettre de gâcher ainsi ses ressources», écrivent les auteurs de l'étude. Ces derniers proposent de réduire le nombre de postdocs par le biais d'une sélection plus sévère lors de l'attribution de postes à durée déterminée après le doctorat et en réduisant l'ampleur de certaines chaires qui sont surdotées dans ce domaine. Mais la mesure la plus importante consisterait en la création de nouveaux postes: les jeunes chercheurs proposent un financement spécial de la Confédération jouant le rôle d'incitation pour les universités. Objectif: voir ces dernières créer jusqu'à mille postes de professeur assistant en «tenure track» ou prétitularisation conditionnelle, c'est-à-dire avec la possibilité d'un engagement à durée indéterminée en cas d'excellentes performances.

Cette idée est en partie perçue comme une ingérence dans l'autonomie des universités. «Leur liberté serait maintenue puisqu'elles pourraient accepter ou refuser l'offre de la Confédération», réplique Uta Paszkowski, biologiste, co-auteure de «Vision 2020» et victime, elle-même, du système. Lorsque son statut de professeure boursière du FNS est arrivé à terme, elle n'a pas trouvé de poste fixe en Suisse. Entre-temps, elle a été embauchée comme Senior Lecturer à l'Université de Cambridge. Alors que les pouvoirs publics suisses ont investi des millions dans sa formation, elle est aujourd'hui obligée de mettre son talent à disposition d'un autre pays. Au moins, elle peut le faire dans l'une des meilleures universités du monde. ■

« Une image totalement dépassée »

Antonio Loprieno, recteur de l'Université de Bâle et président de la Conférence des recteurs des universités suisses (CRUS), s'oppose à la création de nouveaux postes de professeur assistant.

Antonio Loprieno, que pensez-vous de «Vision 2020»?

La demande qu'expriment les jeunes chercheurs dans leur initiative est justifiée. Mais ils relaient une vision totalement dépassée du paysage universitaire suisse. L'ancienne hiérarchie, avec des professeurs qui résidaient dans leur royaume, n'existe plus. Les universités suisses se sont adaptées aux besoins des forces du corps intermédiaire académique, par exemple avec la création de postes de professeur assistant en prétitularisation conditionnelle.

Mais les initiants arguent qu'il faudrait plus de postes fixes de professeur assistant...

Les changements radicaux ne constituent pas le bon traitement. De nouveaux postes fixes et la «fonctionnarisation» d'une partie du corps intermédiaire académique bloqueraient le système pour des décennies. C'est ce qui s'est passé en France et en Italie. En Allemagne, il existait un corps intermédiaire avec des postes fixes de conseiller académique. Le système a été flexibilisé grâce à des postes de professeur junior à durée déterminée. Maintenir l'argent en circulation, grâce à des emplois temporaires, nous permet d'offrir constamment une opportunité de qualification aux forces de la relève. Nous avons surtout besoin de davantage de postes, mais à durée déterminée. Le pool de candidats pour les postes fixes de professeur serait ainsi élargi.

Et que deviennent les nombreux candidats non choisis, une fois que leur engagement temporaire arrive à terme?

J'espère que nos scientifiques les plus qualifiés sont aussi à même d'occuper de bonnes positions dans l'administration et l'industrie. Plus l'air se raréfie et plus on grimpe, c'est ma foi l'une des caractéristiques du monde universitaire. Pour le moment, nous ne rencontrons pas de problème académique réel, car la recherche



Andreas Zimmermann/unibas.ch

suisse est mondialement à la pointe. Mais nous avons une demande de la part de la société, vu que de nombreuses chaires sont occupées par des professeurs étrangers. Notre idée est donc d'élargir le corps intermédiaire, avec des postes à durée déterminée, pour pouvoir choisir davantage d'experts indigènes!

Que se passerait-il si les universités réduisaient ces chaires, que les initiants jugent «trop lourdes», pour financer un nouveau corps intermédiaire?

Nous aurions moins d'argent pour engager des «sommités». C'est le prix que nous devons peut-être payer, mais nous devons être conscients que nous ne pourrions alors plus embaucher autant de personnes, capables d'offrir comme phares de la recherche suisse au niveau international. Lors du repourvoiement des postes, aujourd'hui déjà, on réduit partiellement les structures et on crée de nouveaux postes. A l'Université de Bâle, par exemple, il n'y a plus de «professeurs ordinaires», mais des professeurs assistants, des professeurs associés et des professeurs. Un objectif est aussi de ne plus attribuer les fonds directement aux chaires, mais aux facultés qui les octroient en fonction des performances. Le système évolue donc déjà dans la direction proposée par les initiants. Nous n'avons pas besoin d'un changement imposé d'en haut.

Propos recueillis par Valentin Amrhein ■



Contre le mildiou

En Suisse aussi, les plantes génétiquement modifiées pourraient présenter des avantages. Il s'agit de rediscuter ce que l'on entend par agriculture durable.

Par Stefan Stöcklin

A l'avenir, cultivera-t-on des plantes génétiquement modifiées (PGM) dans les champs suisses? Dans le cadre d'un rapport, les Académies des sciences se sont projetées au-delà du moratoire sur les OGM. Les auteurs, emmenés par Patrick Matthias, du Forum Recherche génétique, décrivent les avantages et les inconvénients de pommes résistantes aux ravageurs, de betteraves sucrières résistantes aux herbicides ou de pommes de terre résistantes au mildiou. Leur conclusion: «La Suisse mise sur une agriculture productiviste et durable. Ses produits sont de haute qualité et améliorent le revenu des paysans. En termes de culture, cette stratégie s'appuie sur des méthodes établies et nouvelles, recourant au génie génétique.»

Des pommes de terre résistantes aux champignons? C'est possible grâce à la cisgénèse.
Photo prétexte: Gaetan Bally/Keystone

Wilhelm Gruissem, de l'EPFZ, a contribué à l'élaboration de ce rapport et estime que des pommes de terre résistantes aux champignons auraient leur place dans notre pays. Les paysans combattent aujourd'hui le mildiou au moyen de fongicides synthétiques ou de préparation à base de cuivre. «Le génie génétique peut réduire cette utilisation de produits chimiques et contribuerait à ménager l'environnement», explique ce spécialiste des biotechnologies végétales. Il permettrait d'implanter directement dans les espèces commerciales certains gènes résistants des espèces sauvages, et ce plus rapidement que les méthodes de culture conventionnelles.

Transfert de gènes

Les pommes de terre résistantes aux champignons représentent un exemple de plantes issues de la cisgénèse, un processus de génie génétique qui consiste à transférer des gènes entre espèces apparentées. Cette méthode est considérée comme la «variante légère» du génie génétique vert. Cesare Gessler, de l'EPFZ, a travaillé sur un projet de ce type avec les pommes Gala, dans le cadre du Programme national de recherche «Utilité et risques de la dissémination de plantes génétiquement modifiées» (PNR 59). Il a créé des pommiers cisgènes, en leur transférant des gènes de résistance à la tavelure de la pomme, issus de pommiers sauvages.

Mais les voix critiques restent sceptiques: «On nous promet depuis des années des applications utiles, rappelle Maya Graf, agricultrice bio et conseillère nationale écologiste. Or, jusqu'ici, je n'ai rien vu de convaincant.» Elle estime qu'il serait plus avisé d'investir dans la sélection écologique de semences. Pour les auteurs du rapport, cette opposition n'existe pas: ils considèrent les méthodes du génie génétique comme faisant partie de cette sélection et exigent un renforcement de la recherche agronomique publique pour réduire la dépendance vis-à-vis des grandes entreprises grainières.

Markus Ritter, conseiller national PDC, agriculteur et membre du comité de l'Union suisse des paysans, s'exprime avec retenue, mais n'entend pas exclure à l'avenir la culture de plantes génétiquement modifiées. «Dans le cas des pommes de terre résistantes aux champignons, il faudrait que leur innocuité pour les consommateurs et l'environnement soit irréfutablement démontrée», insiste-t-il. Autre élément important: la rentabilité et une coexistence non problématique avec les cultures conventionnelles. Le PNR 59 n'a donc pas mis fin à la controverse sur le génie génétique, mais il a contribué à dépassionner la discussion. ■

Des panneaux solaires dans le pré ?

Le virage énergétique modifiera profondément le paysage suisse.

Mais il faut éviter qu'il ne le mite. *Par Marcel Falk*

Le plat pays du nord de l'Allemagne est dominé par des turbines éoliennes hautes de 100 mètres et rassemblées sur des sites distants d'à peine quelques kilomètres les uns des autres. Sont-elles élégantes ? Ou dénaturent-elles le paysage ? Quoi qu'il en soit, l'éolien produit aujourd'hui, en Allemagne, environ 8% du courant électrique. A quoi ressemblerait une Suisse couvrant 50% de sa consommation énergétique actuelle en énergies renouvelables ? Selon un scénario, tel pourrait être le cas dans moins de quarante ans. Et impliquerait de coiffer 40% des toits de panneaux solaires, de construire 1700 nouvelles petites centrales hydroélectriques et de disposer de 600 installations éoliennes au lieu de 28. Sans compter la géothermie et une exploitation accrue de la biomasse.

«La Suisse doit massivement augmenter sa production d'énergie renouvelable et éviter, ce faisant, de répéter les erreurs qui ont entraîné le mitage du territoire», note Urs Neu. Ce chercheur a dirigé une étude des Académies des sciences et exploré avec 50 experts les conflits potentiels d'un tel scénario, mais aussi les solutions envisageables. Résultat: une sorte de fil conducteur de la conciliation, intitulé « Solutions possibles pour la Suisse dans les conflits entre les énergies renouvelables et l'utilisation du territoire » (www.akademien-schweiz.ch/fr).

Urs Neu admet que les désaccords n'ont pas épargné les groupes d'experts: « Certains refusaient même que l'on évoque dans le rapport l'éventualité de construire des installations solaires dans les zones non bâties. » Alors que semblables projets font déjà l'objet de débats publics, comme au bord du lac de Walenstadt. Mais tout le monde était d'accord sur un point: planification énergétique et aménagement du territoire doivent aller de pair, et la coordination mérite d'être renforcée. « Le soleil et le vent ne sont pas disponibles dans les mêmes proportions dans tous les cantons, rappelle le chercheur. Si nous voulons des installations aussi efficaces que possible, nous aurons à nous concerter au niveau national. »

En termes d'aménagement du territoire, des zones dites prioritaires, réservées et interdites d'exploitation devraient être définies. Le rapport prévoit de déclarer zones prioritaires les paysages déjà marqués par la technologie, convenant à la production d'énergie renouvelable. Dans les zones les plus protégées, en revanche, on renoncerait à toute installation. Le Conseil fédéral va dans la même direction. Son paquet de mesures, en consultation jusqu'en janvier 2013, prend en compte les points cruciaux de l'utilisation du territoire.

« L'objectif est d'agir autant que possible dans le sens de la protection de la nature et du patrimoine, mais aussi de l'agriculture et du tourisme, tout en produisant suffisamment d'énergie renouvelable, résume Urs Neu, pour qui les conflits – et donc les compromis – sont inévitables. On finira probablement par s'habituer à ces installations. En Allemagne, les panneaux solaires sur les toits sont désormais considérés comme une caractéristique visuelle banale des lotissements. »

Intégration dans le paysage.

La centrale solaire des Forces motrices bernoises de Mont-Soleil.

Photo: Heinz Leuenberger/Desair/Keystone





Clap de fin pour le PRN « MICS »

Le Pôle de recherche national «Systèmes mobiles d'information et de communication» (PRN «MICS») est arrivé cet automne au terme de ses douze années d'existence. Depuis 2001, le PRN a jeté des ponts entre différentes disciplines. Il a fait se réunir l'informatique, les sciences de la communication et de l'environnement. La dynamique ainsi initiée a permis la création de 15 postes de professeur à l'EPFL. Le PRN a collaboré étroitement avec des entreprises telles que Microsoft, Nokia ou Siemens et contribué au lancement de 10 start-up. Le PRN a également pris sous son aile 280 doctorants. La clôture du PRN «MICS» marque l'achèvement de la première série de douze PRN. Ces derniers cesseront leurs activités d'ici au début de l'année 2014.

Excellents transmetteurs de savoir

Afin d'encourager le débat sur la science de même que la transmission des informations scientifiques, les Académies suisses des sciences décernent chaque année des distinctions. Le Prix Média, qui récompense des travaux journalistiques de grande qualité, a ainsi été attribué en 2012 à Fleur Daugey (La Salamandre), Sabine Bitter, An Lac Truong Dinh, Odette Frey et This Wachter (Radio DRS), Cécile Guérin (RTS) et Olivier Dessibourg (Le Temps). Le Prix Expo est revenu à l'exposition «Knochenarbeit. Wenn Skelette erzählen» (lorsque les squelettes se racontent) du Musée d'histoire naturelle de Bâle. Quant au Musée d'histoire naturelle de La Chaux-de-Fonds, il a remporté le «Prix engagement long terme».

Deux PNR sur l'énergie

Alessandro Della Bella/Keystone



Le Conseil fédéral a lancé les programmes nationaux de recherche (PNR) «Moyens d'influer sur la consommation d'énergie finale» et «Virage énergétique», et chargé le FNS de leur réalisation. Dotés d'une enveloppe globale de 45 millions de francs, ces deux PNR s'étendront sur une durée de cinq ans. La Confédération entend ainsi aborder la thématique de l'énergie sous les angles tant technologique que socio-économique. Le PNR «Virage énergétique» (37 millions de francs) se concentrera avant tout sur l'innovation technologique, alors que le PNR «Moyens d'influer sur la consommation d'énergie finale» (8 millions de francs) visera à préparer la société au virage énergétique.

Contrat social pour le virage énergétique

Les Académies suisses des sciences ne réclament rien moins qu'un contrat social pour réorienter la politique énergétique de la Suisse. Quelque 50 scientifiques se sont penchés sur la question. Dans leur rapport «Quel avenir pour l'approvisionnement en électricité de la Suisse?», ils soulignent qu'il s'agit là d'un «immense défi économique et socio-politique» et qu'il est important que la Confédération fixe un cadre clair pour négocier le virage énergétique. Un résumé du rapport est disponible sous www.akademien-schweiz.ch/fr.

Coopération avec la Roumanie et la Bulgarie

Les nouveaux programmes de coopération scientifique avec la Roumanie et la Bulgarie ont débuté en automne 2012. Les 39 projets retenus se penchent notamment sur les maladies de civilisation (cancer, affections cardiovasculaires, diabète, surpoids), les effets des déchets et des substances nocives sur le climat et l'environnement, l'énergie durable, la croissance économique et les inégalités sociales ainsi que la sylviculture et l'agriculture écologiques. Dans le cadre de ces deux programmes destinés à réduire les inégalités économiques et sociales au sein des nouveaux pays membres de l'UE, le FNS collabore avec la Direction du développement et de la coopération (DDC) ainsi que des institutions roumaines et bulgares. Le budget de près de 15 millions de francs est pris en charge à raison de 85% par la Suisse, le reste étant financé par les deux pays partenaires.

horizons

Magazine suisse de la recherche scientifique

Horizons paraît quatre fois par an en français et en allemand (*Horizonte*).
24e année, n° 95, décembre 2012.

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
Lab25, Laboratory of Design
Zurich, www.lab25.ch
Isabelle Gargiulo
Hans-Christian Wepfer

Correction
Jean-Pierre Grenon

Traduction
Catherine Riva

Impression et lithographie
Stämpfli SA, Berne et Zurich

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

ISSN 1663 2710

L'abonnement est gratuit.
La version papier n'est distribuée qu'en Suisse. Les projets de recherche présentés sont soutenus en règle générale par le FNS.

 www.snf.ch/horizons
> www.facebook.com/MagazinedelarechercheHorizons

Tirage
34 000 exemplaires en allemand,
14 300 exemplaires en français



Photo de couverture en haut: préparation du tirage de la Loterie suisse à numéros (2007).
Martin Rüttschi/Keystone

Image de couverture en bas: bactéries intestinales visibles au microscope électronique à balayage.
Marcel Düggelin/Centre de microscopie de l'Université de Bâle

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 un budget de quelque 700 millions de francs, près de 3 500 projets auxquels participent environ 8 000 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.



« Nous devons mieux comprendre la fragilité »

mieux la comprendre. Nous sommes toutefois d'accord sur deux aspects: une personne fragile a un risque plus important de voir son état de santé se dégrader au cours des années suivantes. Et la fragilité est de nature multidimensionnelle, organique, psychique ou sociale. Nous considérons la fragilité liée à l'âge comme une troisième dimension de la santé dans la vieillesse, à côté des maladies chroniques et de la dépendance fonctionnelle. Elle leur est souvent associée, mais est indépendante.

Dans le cadre de votre étude, vous étudiez le vieillissement chez des personnes entre 65 et 70 ans. Comment se portent-elles ?

Nous avons collecté des données sur l'état de santé de 1283 personnes. Deux tiers d'entre elles affirment être en bonne santé, alors qu'un quart seulement ne souffre pas d'une affection chronique. Les pathologies les plus fréquentes sont l'hypertension artérielle, l'excès de cholestérol dans le sang, l'arthrose et la dépression. Cette dernière touche une personne sur sept. Les personnes fragiles sont les plus affectées par ces maladies, suivies des pré-fragiles et des non-fragiles.

Comment opérez-vous la distinction entre pré-fragilité et fragilité ?

Nous nous appuyons sur une définition de la fragilité qui prend cinq critères en considération: faiblesse musculaire, lenteur, activité physique réduite, perte de poids et asthénie. Pour chaque critère, il existe une valeur limite. Une personne chez qui une ou deux valeurs limites sont dépassées est pré-fragile, selon cette défini-

La société de demain sera marquée par la dépendance fonctionnelle liée à l'âge. Mais cet affaiblissement est peut-être réversible, estime Brigitte Santos-Eggimann, spécialiste en prévention et santé publique. *Par Ori Schipper. Photo Francesca Palazzi*

Brigitte Santos-Eggimann, est-ce que l'âge vous fait peur ?

L'âge, non. La fragilité qui lui est liée, oui. Certes, je m'occupe l'esprit sur le plan intellectuel. En revanche, mon entraînement physique laisse malheureusement à désirer.

La fragilité fait-elle partie de notre vie ?

Vous trouverez difficilement des centenaires qui ne soient pas fragiles. Mais certaines personnes restent vigoureuses

jusqu'à un âge avancé et meurent soudainement, d'une attaque cérébrale par exemple. La fragilité n'est pas un concept de type « tout ou rien », mais plutôt de type « tôt ou tard » ou « plus ou moins ».

Comment définissez-vous cette fragilité ?

C'est une question difficile. Même si chacun peut se faire une idée claire de la fragilité liée à l'âge, il n'y a pas de définition univoque. C'est l'une des raisons pour lesquelles nous l'étudions et souhaiterions

dition. Et celle chez qui trois ou davantage de ces valeurs limites sont dépassées est fragile.

Quels sont les premiers signes de la dégradation physique liée à l'âge ?

Le premier critère de la fragilité, et aussi le plus fréquent, est la faiblesse musculaire. Nous ne mesurons pas la force de tous les muscles, mais seulement celle de la poignée de main. Une personne qui sert moins fort la main le fait soit parce qu'une fragilité s'amorce soit parce qu'elle a de l'arthrose. Or, cette dernière n'est pas nécessairement un signe de fragilité. La catégorie des pré-fragiles est donc hétérogène. Néanmoins, d'un point de vue statistique, ces personnes ont des perspectives de santé moins bonnes que les non-fragiles.

La plupart des critères de fragilité que vous utilisez ciblent des changements physiques.

Quel rôle jouent les facteurs psychiques dans la fragilisation ?

Probablement un rôle important, mais nous ignorons encore lequel. Certains facteurs psychosociaux – comme le décès du partenaire – peuvent provoquer ou accélérer la fragilisation. A l'inverse, la fragilité est de nature à altérer l'environnement psychosocial d'une personne, en particulier lorsque cette dernière perd le contact avec ses semblables en raison de la dégradation de son état de santé.

Une personne fragile est-elle susceptible de redevenir pré-fragile ?

Oui, le caractère réversible de la fragilité liée à l'âge est l'une des principales raisons

de notre intérêt. A un stade précoce, notamment, on observe souvent un rétablissement spontané des pré-fragiles. Je pourrais imaginer des interventions qui favorisent ce rétablissement. Cela protégerait ces personnes de la fragilité, tout en améliorant leurs pronostics en matière de santé.

Quelles interventions imaginez-vous ?

D'un côté, un traitement optimal des affections chroniques, de l'autre, une stimulation des fonctions où un déficit se manifeste. En cas de manque d'activité physique et de faiblesse musculaire, une physiothérapie ou un programme d'exercices serait envisageable; en cas

«Deux tiers disent être en bonne santé, alors qu'un quart seulement ne souffre pas d'une affection chronique.»

de perte de poids, une éventuelle adaptation du régime alimentaire. Néanmoins, la recherche sur la fragilité n'en est qu'à ses débuts, et les études sur l'efficacité des mesures de prévention sont peu nombreuses.

L'espérance de vie moyenne des femmes est plus élevée que celle des hommes. Pourquoi sont-elles, malgré tout, davantage concernées par la fragilité liée à l'âge ?

Il y a de nombreuses raisons qui expliquent que les femmes, à un âge avancé, présentent davantage de problèmes de santé que les hommes. Des problèmes dont d'ailleurs, à l'inverse des hommes, elles ne meurent pas, ou plus tard. Dans le cas du critère d'asthénie, nous nous appuyons sur une auto-évaluation, et là, il est possible que les femmes aient davantage tendance à mentionner leurs problèmes que les hommes.

Vous avez développé un indicateur de vulnérabilité, qui permet d'estimer la fragilité d'une personne. A qui peut-il être utile ?

Etude Lausanne cohorte 65+

Depuis 2004, l'étude Lausanne cohorte 65+ (Lc65+) étudie le vieillissement, sur un échantillon représentatif de personnes nées entre 1934 et 1948. Les connaissances issues de cette recherche devraient permettre d'éviter ou de ralentir la fragilisation liée à l'âge, et d'améliorer la qualité de vie à un âge avancé.

C'est une question à laquelle je suis encore incapable de répondre, car nous devons d'abord valider cet indicateur, notamment avec les données de notre étude. Il est susceptible d'être utile à un double titre: d'un côté, il pourrait faciliter la recherche, en réduisant le temps nécessaire pour mesurer la fragilité, vu qu'il se fonde sur les réponses que les personnes interrogées inscrivent sur des questionnaires. Aujourd'hui, nous devons rencontrer chaque personne en face à face pour définir sa vitesse de marche, par exemple. Avec plus de mille personnes, cela représente beaucoup de travail. D'un autre côté, l'indicateur est de nature à aider les personnes concernées. Leurs réponses aux questionnaires montreraient clairement qui serait le plus à même de profiter de mesures préventives. Il ne s'agit pas, pour nous, que les gens concernés s'autocataloguent comme fragiles, mais qu'ils discutent de leurs risques en termes de santé avec leur médecin.

En raison de l'élévation de l'espérance de vie, la Suisse compte toujours plus de personnes âgées. Comment se préparer à cette situation ?

Nous devons mieux comprendre la fragilité. Cela est d'autant plus important que les baby-boomers arrivent en grand nombre à l'âge de la retraite. Dans vingt ans, les plus âgés d'entre eux auront 85 ans. Cette brève période, nous devons impérativement l'utiliser pour en apprendre davantage sur la fragilité, afin de pouvoir éviter sa progression vers une dépendance fonctionnelle. ■

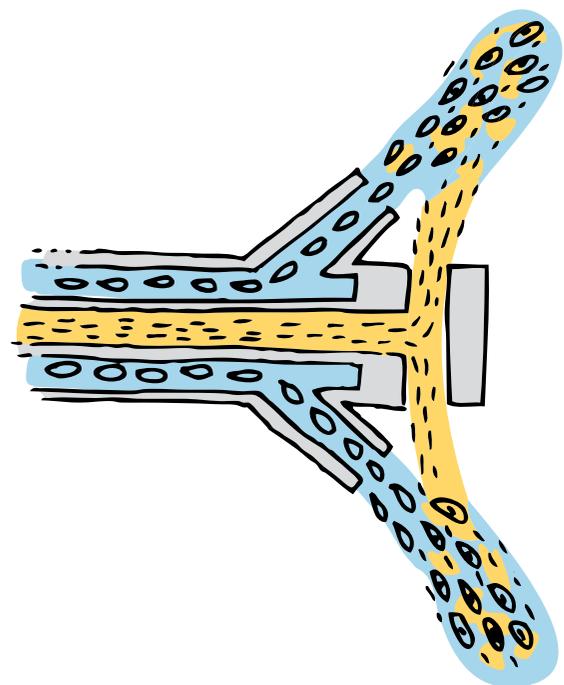
Brigitte Santos-Eggimann

Brigitte Santos-Eggimann dirige depuis 1990 l'Unité des services de santé de l'Institut universitaire de médecine sociale et préventive de l'Université de Lausanne. Elle a fait ses études de médecine à l'Université de Genève et étudié la santé publique à l'Université John Hopkins, aux Etats-Unis.

Trop canon, la neige !

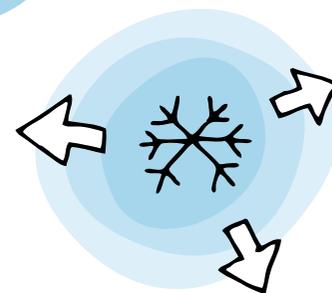
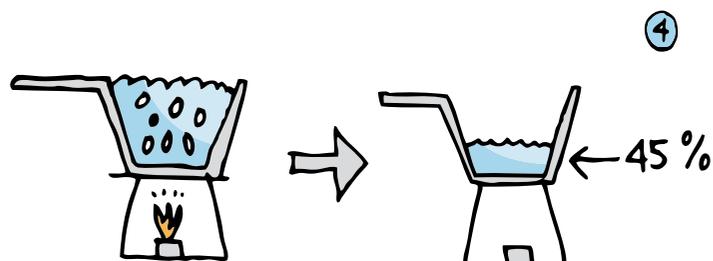
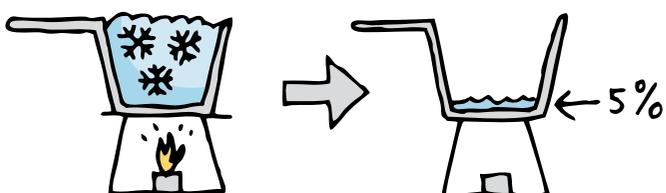
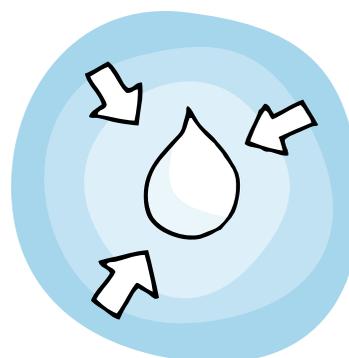
Par Philippe Morel. Illustrations Studio KO

Pour qu'il neige, il faut de l'air froid, de l'eau, une pincée de particules fines et du temps. Les particules fines en suspension dans l'air permettent aux minuscules gouttelettes d'eau formant les nuages de geler. C'est sur ces germes que les cristaux de glace croissent durant leur chute, en se nourrissant de la vapeur d'eau contenue dans l'air. Les variations de température et d'hygrométrie lors de leur descente expliquent l'infinie variété de formes qu'ils adoptent, toutes basées sur une symétrie hexagonale.



Bien que se basant sur les mêmes ingrédients, la recette de la neige de culture diffère quelque peu. La technique la plus courante à l'heure actuelle a recours à de l'eau et de l'air sous pression, mélangés à la sortie de buses. Comme pour un frigo, l'air se refroidit brutalement en passant d'une pression d'une dizaine de bars à moins d'un bar (pression atmosphérique), ce qui initie la formation de germes de glace. En parallèle, l'eau est pulvérisée en une myriade de gouttelettes qui viennent geler sur les germes.

Les gouttelettes gèlent grâce au froid de l'air ambiant. Leur solidification se fait donc de l'extérieur vers l'intérieur, ce qui leur donne un aspect sphérique, très différent de la neige naturelle. Afin de leur laisser le temps de geler complètement, les buses sont, par exemple, placées au sommet de perches d'une dizaine de mètres de hauteur. La taille des cristaux de neige de culture dépend uniquement de la taille des gouttelettes pulvérisées.



Qu'elle soit d'origine naturelle ou artificielle, une couche de neige est un mélange, en proportions variables, de cristaux de glace et d'air. Sa texture dépend de la taille et de la forme des cristaux qui la composent ainsi que du volume d'air qu'elle renferme. Alors qu'une neige poudreuse fraîchement tombée peut contenir jusqu'à 95% d'air, la neige artificielle n'en contient que 55%. Du coup, elle se tasse très peu, ce qui facilite la confection de pistes de ski stables résistant mieux aux passages des skieurs.

De décembre 2012 à mars 2013

Cafés scientifiques

Neuchâtel: « Gestion des déchets : un nouveau business ? » (16 janvier) ; « Loup y es-tu ? Et... qui mangeras-tu ? » (13 février) ; « Humains ou singes : à qui l'AOC du langage ? » (20 mars)

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

Genève: « Le jour où... les poules auront des dents » (17 décembre) ; « Le jour où... les robots prendront soin de nous » (28 janvier) ; « Le jour où... on sera tous dopés » (25 février) ; « Le jour où... les FIV seront condamnées » (25 mars)

Musée d'histoire des sciences, Parc de la Perle du Lac, rue de Lausanne 128, 1202 Genève, à 18h30 www.bancpublics.ch

Fribourg: « Google, Facebook : face visible, face cachée » (13 décembre) ; « La contrefaçon » (10 janvier) ; « La dépression » (7 février) ; « Faut-il encore apprendre à mémoriser ? » (14 mars)

Café-restaurant Le Souffleur, Espace Nuithonie, rue du Centre 7, 1752 Villars-sur-Glâne, de 18h00 à 19h30 www.unifr.ch/cafes-scientifiques/fr

Jusqu'au 31 décembre 2012

« Le jardin dévoilé – Anciennes variétés, enjeux actuels »

Musée national suisse
Château de Prangins, 1197 Prangins
www.museenational.ch/f/prangins

Jusqu'au 6 janvier 2013

« Des sangliers et des hommes »

Musée d'histoire naturelle
Avenue Léopold-Robert 63, 2300 La Chaux-de-Fonds
www.mhnc.ch

Jusqu'au 24 mars 2013

« Stations de soins intensifs »

Musée alpin suisse
Helvetiaplatz 4, 3005 Berne
www.alpinesmuseum.ch

Du 9 février 2013 au 5 janvier 2014

« Vipères »

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

Jusqu'au 5 janvier 2014

« Génie des artisans. De l'atelier au laboratoire »

Musée d'histoire des sciences
Parc de la Perle du Lac, rue de Lausanne 128, 1202 Genève
www.ville-ge.ch/mhs

La science est l'amour de la vérité

Son travail a beau rapporter gros, il n'en peut plus. Car si son salaire lui permet de rembourser l'hypothèque sur sa luxueuse propriété et de payer les primes d'assurance-maladie de ses filles (l'aînée est asthmatique), le Dr Jeffrey Wigand ne supporte plus les mensonges de son employeur.

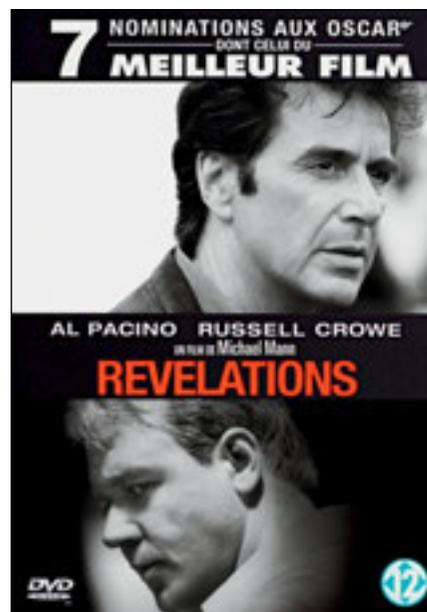
Directeur du département de recherche chez le fabricant de cigarettes Brown & Williamson, il a signalé à son chef le caractère cancérigène de l'un des additifs qui est ajouté au tabac. Mais comme cette substance assure aux fumeurs un « kick » supplémentaire de nicotine et augmente leur dépendance, elle améliore aussi le chiffre d'affaires. Le chef tient donc à ce qu'on la maintienne.

Wigand se fait virer. Son contrat lui impose une clause de confidentialité, à laquelle il se tient. Jusqu'à ce que les menaces et les tentatives d'intimidation de son ancien employeur le poussent à rompre le silence.

Le film « The Insider » (« Révélations ») renonce au cliché de la science comme un « freak show », peuplé de gens bizarres qui réalisent des choses inouïes. Il la montre sous un jour très humain, en s'appuyant sur le grandiose jeu d'acteurs de Russel Crowe, dans le rôle de Jeffrey Wigand,

et d'Al Pacino, dans celui d'un journaliste TV inflexible, qui se fait lui-même dénonciateur pour pouvoir sortir son sujet consacré à un « whistleblower », un lanceur d'alerte. Jeffrey Wigand se définit comme un « man of science », un scientifique. Brillant dans l'analyse, mais un peu perdu quand son horizon s'élargit trop, obstiné et attachant, naïf et doté d'une énorme force intérieure, c'est un homme qui ne se laisse pas abattre.

Lorsqu'il énonce sa première phrase à la télévision, il bredouille, mais finit par l'achever avec élégance et concision. L'interview télévisée se termine sur cet échange : « Regrettez-vous d'avoir dénoncé ces mensonges ? » Et Wigand de répondre : « Parfois, oui. Et à d'autres moments, je sens bien que c'était mon devoir. Si votre question était « Est-ce que ça en valait la peine ? », je répondrais « Oui ». » **ori ■**



The Insider (Révélations). Touchstone Pictures. 1999.

