

horizons

La chimie sur tous les fronts 6

Le palmier du Tessin qui venait de Chine 18

Médicaments à base de chair humaine 22

Le coup de foudre : un mystère céleste 26

Année de la chimie : faut-il donner l'alerte ?

Les lettres de lecteurs sont un signe d'attention, et tout rédacteur s'en réjouit. Mais le présent numéro, dont le point fort est dédié à l'Année de la chimie, bat tous les records, car les premières d'entre elles nous sont parvenues bien avant la clôture des délais rédactionnels. Elles portaient sur un brouillon de l'article consacré à l'image de la chimie (p. 10). Par des voies mystérieuses, ledit brouillon s'est retrouvé sur certains pupitres, où il a suscité de virulentes réactions.



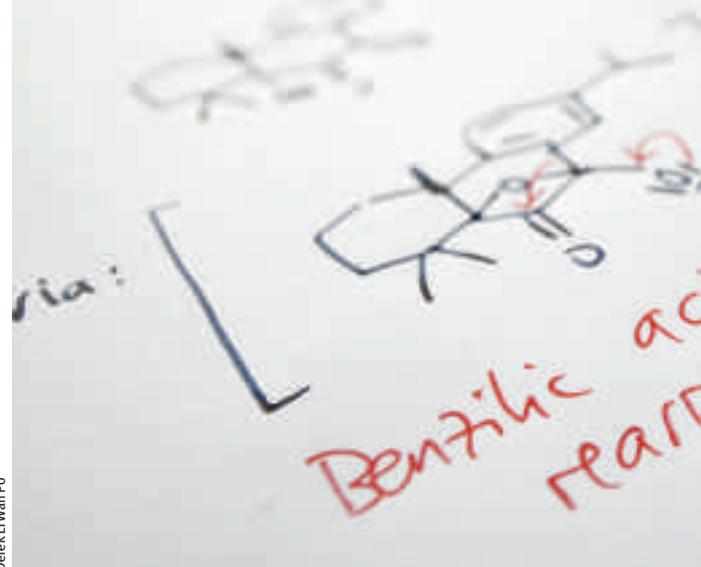
Cette propension à donner l'alerte lorsqu'on touche à la chimie m'a ramené vingt-cinq ans en arrière : avec quelques alliés, je cherchais alors à mettre sur pied une filière d'études « sciences de l'environnement ».

A l'époque, au département de chimie, on ne trouvait rien de positif à cette idée, on la rendait même responsable du recul dramatique du nombre d'étudiants en chimie.

Et lorsque notre projet a tout de même fini par obtenir l'aval du Conseil des EPF, l'organisation faîtière du secteur de la chimie a financé, en guise de contre-mesure, une nouvelle chaire de « technologie de sécurité et protection de l'environnement en chimie », et exigé que ses cours soient obligatoires pour le nouveau cycle d'études. Quelques années plus tard, l'agitation avait cédé la place à une collaboration constructive, notamment grâce à cette nouvelle chaire. Et aujourd'hui encore, les sciences de l'environnement fournissent à la chimie des diplômés enthousiastes et engagés.

Conclusion : la science vit du discours critique entre les disciplines. Et la chimie ne devrait pas se scandaliser de ce que les sciences humaines disent d'elle, mais y voir une piste de réflexion et des défis – comme lorsque les sciences de l'environnement ont été introduites.

Dieter Imboden
Président du Conseil national de la recherche du FNS



Derek Li Wan Po



Iris Altenburger/EPFZ

18

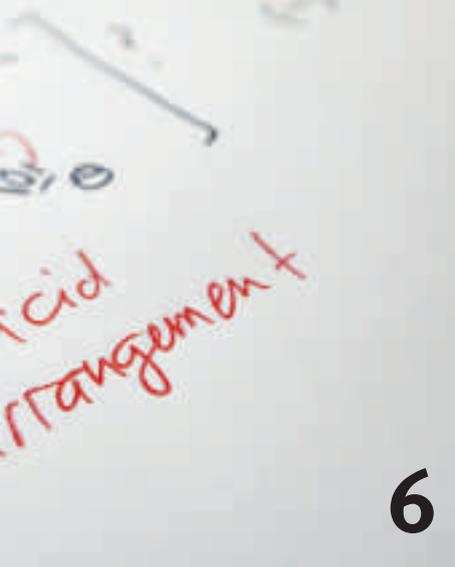


Jaume Huguet



Herbert Halmmeier/prismaonline.ch

26



point fort chimie

6 La chimie est sur tous les fronts

Les chimistes s'engagent pour que notre avenir énergétique soit propre et sûr. Ils découvrent de nouveaux médicaments en imitant la nature et se considèrent comme des créateurs qui réalisent le rêve de l'alchimiste.

biologie et médecine

18 Invasions végétales

De nombreuses plantes exotiques élisent domicile en Suisse. Mais comment font-elles ?

20 Un virus de souris pour des vaccins

Un virus de souris génétiquement modifié pourrait permettre la mise au point de différents vaccins.

21 Mécanisme d'infection des parasites décrypté

Drôle de vie amoureuse au bord de l'Adriatique
Le cerveau ne dort jamais

culture et société

22 Des corps à vendre

Graisse de cadavre, trafic d'organes, mercenaires : le corps humain dégradé au rang de marchandise.

24 Crépir comme au temps des Romains

Des chercheurs ont redécouvert un matériau exceptionnel : le crépi à la chaux.

25 Sacrées, les montagnes ?

Minorités prétéritées
Un précurseur du libéralisme

nature et technologie

26 Coups de foudre au Säntis

La foudre reste un phénomène mystérieux. Un équipement installé sur le Säntis vise à l'élucider.

28 5000 détecteurs sous la glace

Au pôle Sud, une expérience traque les neutrinos, des particules fugaces qui renseignent sur la matière sombre.

29 Des matériaux modulables à souhait

L'homme influence le climat depuis 8000 ans
L'histoire de la mer Noire en accéléré

4 en direct du fns

Le Prix MHV décerné à Rebecca Lämmle

5 questions-réponses

Les chercheurs étaient-ils plus honnêtes par le passé, M. Imboden ?

13 en image

Un poisson préhistorique dans la souris ?

14 portrait

Maximilian Emmert, futur chirurgien cardiaque et chercheur en cellules souches

16 lieu de recherche

Beda Hofmann fouille le désert d'Oman en quête de météorites.

30 entretien

Nicole Probst-Hensch :
« Même minime, la pollution de l'air est problématique. »

32 cartoon

Ruedi Widmer

33 perspective

Jon Mathieu se penche sur la dynamique de la distinction.

34 comment ça marche ?

Les yeux dans le cerveau

35 coup de cœur

« Naked Scientist », la science comme un feu d'artifices interactif

Le rayonnement des portables : dangereux ?



Pendant quatre ans, le Programme national de recherche « Rayonnement non ionisant. Environnement et santé » (PNR 57) a cherché à savoir si les champs électromagnétiques et les rayonnements émis par les antennes radio et TV, ou les téléphones mobiles, avaient un impact négatif sur la santé de l'être humain. Quelques projets de recherche ont montré que les rayonnements étaient susceptibles d'influencer certains processus biologiques. Ainsi, le rayonnement émis par un téléphone mobile pendant une demi-heure de conversation, avant de s'endormir, modifie l'activité cérébrale, mais il ne nuit pas à la qualité du sommeil. Au niveau cellulaire également, les chercheurs ont pu mettre en évidence des différences, comme une augmentation minime de cassures dans les brins d'ADN, en tant que conséquence indirecte du rayonnement. Mais un rapport de cause à effet entre l'exposition quotidienne au rayonnement et la santé n'a pas pu être établi. Le PNR 57 a présenté ces résultats au public au mois de mai, à l'occasion de sa conférence de presse de clôture.

Encore plus de projets de recherche

En 2010 aussi, le FNS a reçu davantage de requêtes de projet que les années précédentes. Selon le rapport annuel qui vient d'être publié,

l'an dernier, leur nombre a augmenté de 17% dans l'encouragement des projets. Ce qui renforce encore la concurrence pour obtenir des fonds. Le FNS doit ainsi décliner un nombre croissant de projets de recherche, qui ont par ailleurs passé sa procédure d'évaluation.

Le FNS a investi comme jamais dans la place de recherche suisse: 726 millions de francs, soit 2,7% de plus qu'en 2009. Ces fonds ont permis de soutenir quelque 3100 projets de recherche. 24% des subsides autorisés ont été alloués aux sciences humaines et sociales, 34% aux mathématiques, sciences naturelles et de l'ingénieur, et 42% à la biologie et à la médecine.

Rapport annuel 2010 du FNS: www.snf.ch > F > Portrait > Publications du FNS

Le prix MHV 2011 décerné à Rebecca Lämmle



Rebecca Lämmle est la lauréate du prix Marie Heim-Vögtlin (MHV) 2011. Le FNS attribue cette distinction à des femmes pour récompenser leurs travaux scientifiques exceptionnels et leur carrière inhabituelle. Spécialisée en

philologie classique, Rebecca Lämmle a conduit sa thèse de doctorat sur la poétique de la satire grecque, à l'Université de Bâle. Pour sa recherche, elle a bénéficié d'un subside Marie Heim-Vögtlin. Dans ses travaux, elle analyse l'importance de la satire et notamment son rapport à la tragédie.

Pour des raisons familiales, Rebecca Lämmle a été contrainte de réduire fortement son temps de travail et d'interrompre sa thèse de doctorat pendant plusieurs mois. Elle ne s'est toutefois jamais écartée de son objectif: en 2010, elle a défendu sa thèse de doctorat *summa cum laude*, et

prépare maintenant sa thèse d'habilitation à l'Université de Bâle. Le FNS attribue des subsides MHV depuis 1991 pour encourager les femmes dans la recherche.

J'aime!

Désormais, *Horizons*, le magazine suisse de la recherche, est aussi sur Facebook. Nous y présentons pour chaque numéro trimestriel un choix d'articles, à découvrir d'un clic en version PDF. Et il suffit d'un clic de plus pour porter la nouvelle au monde entier: j'aime (ou je n'aime plus) « Horizons – le magazine suisse de la recherche ».

Le droit n'est pas la justice

(Lettre de lectrice, article « Théologie appliquée », *Horizons* n° 88, mars 2011)

En tant que théologienne, j'ai été horrifiée par votre article sur les enfants sorciers, qui n'opère aucune distinction entre le droit et la justice. Le « droit » peut autoriser les pires crimes et atrocités, sans que ces derniers soient justifiés pour autant – les lois de Nuremberg relevaient aussi du « droit positif ». Le projet de recherche de Nicole Bettlé m'apparaît comme une tentative de minimiser la chasse aux sorcières par l'explication. Or, à l'époque, cette dernière n'était pas l'objet d'une approbation générale, des voix la condamnaient. Et même si elles n'avaient pas existé, il est impératif (pas seulement d'un point de vue moderne) de rejeter et de déclarer irrégulière une théologie qui légitime de pareilles horreurs.

Silvia Schroer, doyenne de la faculté de théologie de l'Université de Berne, membre de la division sciences humaines et sociales du Conseil de la recherche du FNS

horizons

MAGAZINE SUISSE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Horizons paraît quatre fois par an en français et en allemand (*Horizonte*). 23^e année, n° 89, juin 2011.

Editeur
Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS), Service de presse et d'information, responsable: Philippe Trinchan

Rédaction
Urs Hafner (uha), rédacteur responsable; Regine Duda (dud); Helen Jaisli (hj); Philippe Morel (pm); Ori Schipper (ori); Anita Vonmont (vo); Marie-Jeanne Krill (mjk)

Adresse
FNS, Service de presse et d'information
Wildhainweg 3, case postale 8232
CH-3001 Berne
Tél. 031 308 22 22, fax 031 308 22 65
pri@snf.ch, www.snf.ch/horizons

Graphisme, rédaction photos
Studio25, Laboratory of Design,
Zurich, Isabelle Gargiulo,
Hans-Christian Wepfer

Correcteur, Jean-Pierre Grenon

Traduction
Catherine Riva, Ariane Geiser
Impression et lithographie
Stämpfli SA, Berne et Zurich

Tirage
21 300 exemplaires en allemand,
11 400 exemplaires en français
ISSN 1663 2729

L'abonnement est gratuit

Les projets de recherche présentés dans *Horizons* sont en règle générale soutenus par le FNS.

Le choix des sujets n'implique aucun jugement de la part du FNS.

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

Photo de couverture en haut: les cyanobactéries permettent de fabriquer des surfaces antimicrobiennes.
Photo: Derek Li Wan Po

Photo de couverture en bas: modèle moléculaire de la nostocarboline.
Image: Karl Gademann

Le FNS en bref

Horizons, le magazine suisse de la recherche scientifique, est publié par le Fonds national suisse (FNS), la principale institution d'encouragement de la recherche scientifique en Suisse. Sur mandat de la Confédération, le FNS encourage la recherche fondamentale dans toutes les disciplines. Il a essentiellement pour mission d'évaluer la qualité scientifique des projets déposés par les chercheurs. Grâce à un budget de quelque 700 millions de francs, le FNS soutient chaque année près de 3 000 projets auxquels participent environ 7 000 scientifiques.



Annette Boullier

« Les règles du jeu doivent être claires »

L'honnêteté est un point central de la posture morale des scientifiques. Et le FNS ne tolère aucune tricherie, souligne Dieter Imboden.

Pourquoi le FNS a-t-il décidé d'utiliser désormais un logiciel pour déceler les cas de plagiat ?

Jusqu'à présent, les affaires de plagiat ont été découvertes par hasard. Désormais, les requêtes de recherche seront contrôlées systématiquement. Au début, cela provoquera certainement une augmentation du nombre des cas de plagiat. Mais j'espère aussi qu'après cette première vague, un processus d'épuration automatique dans le monde scientifique se mette en place et que l'utilisation de ce logiciel s'avère inutile.

Pourquoi les affaires de plagiat dans le monde scientifique indignent-elles davantage le public que, par exemple, des cas d'escroquerie dans les sphères économiques ou politiques ?

Peut-être parce que le rôle des scientifiques est d'éclairer un état de fait de la manière la plus objective possible et de tendre à la recherche de la vérité. Dans ce contexte, la malhonnêteté prend une autre importance.

En cas de comportement incorrect, les hautes écoles de Suisse et le FNS ne règlent la procédure que depuis quelques années...

Depuis toujours, nous avons astreint les bénéficiaires de subsides à une bonne pratique scientifique et puni les infractions. Seules les règles de procédure sont nouvelles.

Les chercheurs étaient-ils plus honnêtes par le passé ?

De la tricherie, il y en a toujours eu. Mais avant, on devait recopier à la main les idées d'autrui et, ce faisant, on pouvait

« Désormais, les requêtes seront contrôlées systématiquement. »

imaginer des variantes ou des améliorations. Aujourd'hui, les nouveaux outils techniques incitent à reprendre telles quelles les informations disponibles sur internet. On dit que l'occasion fait le larron, et les occasions sont toujours plus nombreuses et faciles.

En les menaçant de sanctions, pensez-vous empêcher les chercheurs de saisir ces occasions ?

Les règles du jeu que nous voulons établir doivent être claires. Il se peut que, pour

un petit nombre, elles représentent une menace nécessaire. Mais pour tous les autres, ces règles sont l'assurance que le FNS examine en détail les requêtes de recherche, et donc que la qualité, et en particulier l'honnêteté, sont appréciées.

Il s'agit alors d'une reconnaissance de la posture morale des chercheurs ?

Oui, c'est comme pour les limitations de vitesse. Elles seraient inutiles, a priori, puisque la loi sur la circulation routière oblige à adapter sa vitesse aux conditions. Cependant, il a fallu en introduire pour faire comprendre que tout le monde devait s'y tenir. De telles règles nous confirment dans l'idée que nous ne sommes pas ridicules lorsque nous les respectons.

Quelles expériences le FNS a-t-il faites avec la sanction de comportements incorrects ?

Nous n'avons traité que très peu de cas, environ trois à quatre sur quelque 3000 requêtes par année. A une exception près, il s'agissait de cas de plagiat – certains légers, d'autres plus sérieux. Nos sanctions sont échelonnées en fonction de la gravité. Mais chaque fois, il y a eu une violation claire de l'intégrité scientifique. Les personnes concernées ont été contactées. Après le premier choc, qui s'est souvent accompagné de quelques larmes, elles ont toutes fini par admettre leur comportement incorrect. Ces personnes ne recommenceront pas !

Propos recueillis par Ori Schipper ■

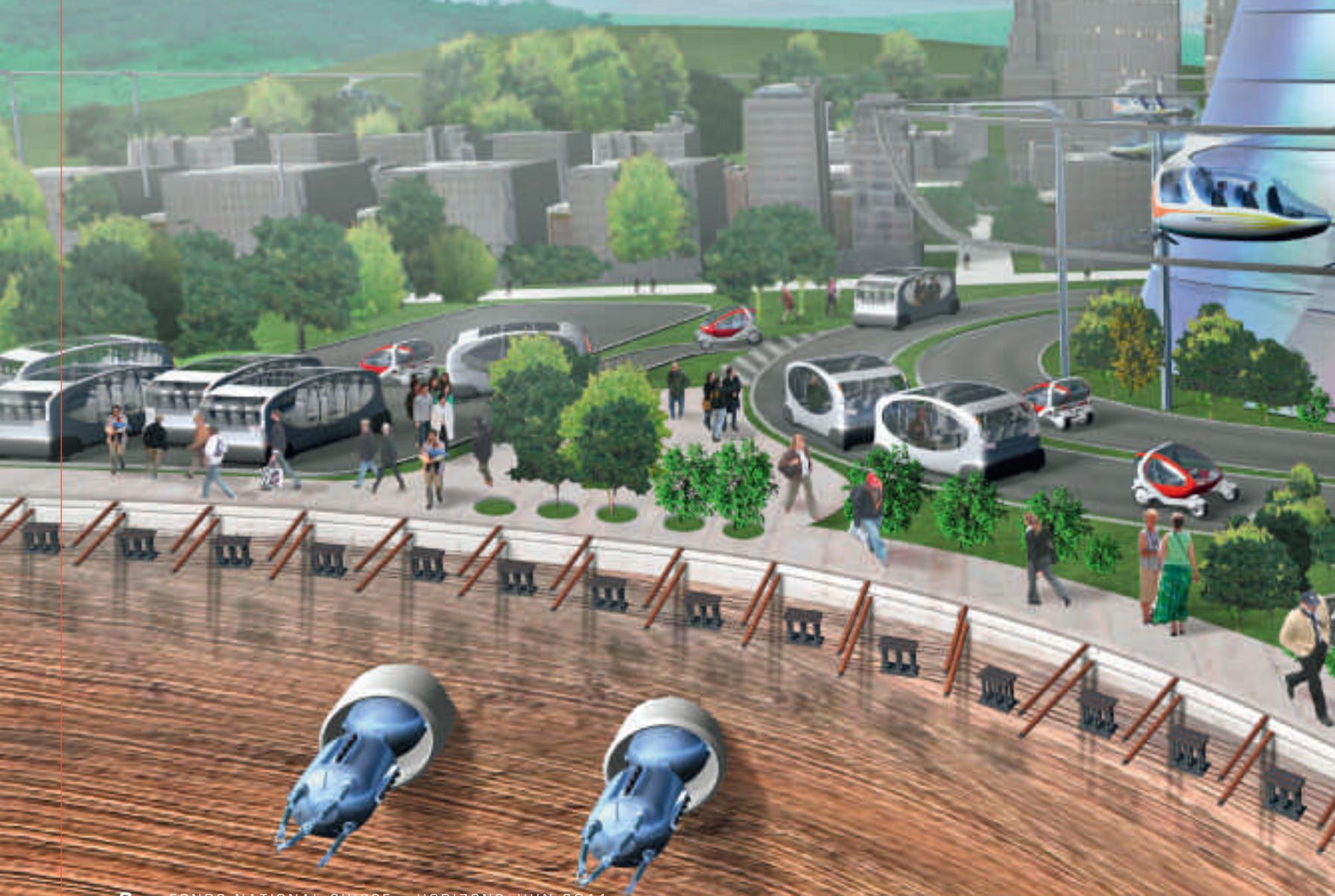
Dieter Imboden est professeur de physique environnementale à l'EPFZ depuis 1998. A partir de 2005, il préside le Conseil national de la recherche du FNS. C'est lui qui, avec les autres membres de la présidence, détermine si un scientifique s'est rendu coupable de comportement incorrect et la façon dont le FNS doit le sanctionner.



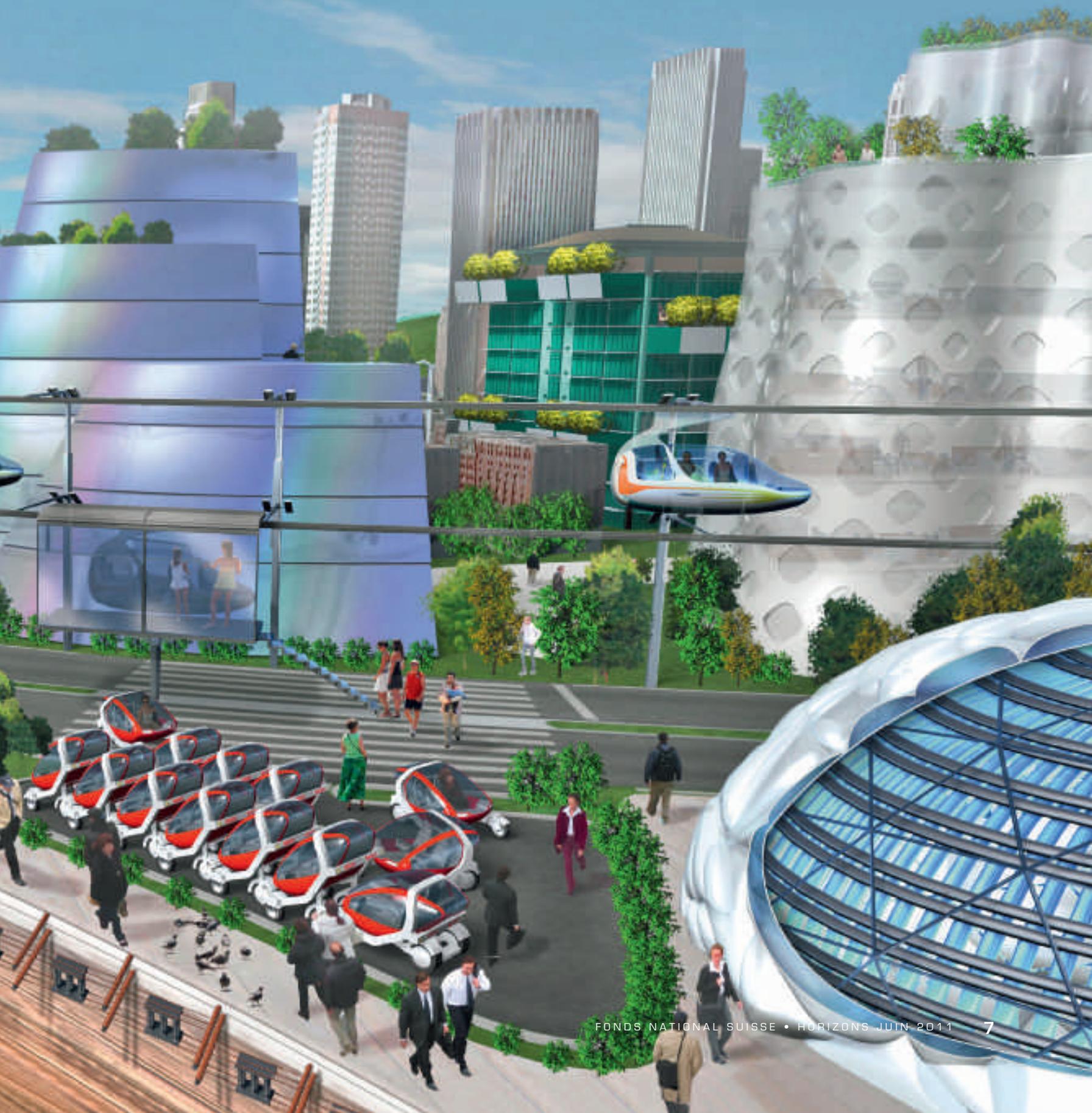
La chimie est sur

A la demande de l'Éthiopie, l'Unesco a décrété 2011 Année internationale de la chimie. Avec sa devise «La chimie : notre vie, notre avenir», cette célébration entend rendre hommage aux acquis de la chimie et au rôle central qu'elle joue pour résoudre les problèmes auxquels nous faisons face. Notre point fort présente les défis que les chimistes doivent relever pour que l'avenir énergétique de l'humanité soit propre et sûr. Il évoque leurs efforts pour mettre au point des médicaments en reconstruisant certaines substances présentes dans la nature. Et s'interroge sur l'image que cette discipline a d'elle-même.

Avenir radieux. L'humanité est-elle en passe de relever tous ses défis ? La revue américaine *Popular Science*, en tout cas, imagine des cités du futur où d'élégantes solutions aux problèmes de déchets, d'énergie et de mobilité auront été mises au point. Illustration : Kevin Hand



tous les fronts





Du carburant à partir de lumière solaire ?

L'énergie du futur devra être propre, sûre et couvrir les besoins de milliards d'êtres humains. Ce ne sera possible que moyennant de nouveaux développements issus de la chimie.

PAR SIMON KOECHLIN

Aujourd'hui, l'approvisionnement en énergie s'apparente à un baril de poudre. Avec les centrales nucléaires, on court le risque d'irradier de vastes étendues. Et en brûlant du pétrole, on réchauffe l'atmosphère – lentement, mais sûrement, avec des conséquences

imprévisibles pour les êtres humains, les animaux et les plantes. Comment satisfaire nos besoins en énergie sans dévaster la planète ? Et quel rôle la chimie est-elle susceptible de jouer dans ce processus ?

« Un rôle important », affirme Alexander Wokaun, directeur du département de recherche énergétique à l'Institut Paul Scherrer (PSI) à Villigen (AG). Ce cher-

cheur se réfère à l'étude menée par Triologue Energie Suisse – il fait partie du cadre de ce think tank. L'enquête montre que si l'on veut assurer une bonne qualité de vie en Suisse, tout en abaissant la consommation d'énergie et les émissions de CO₂, il faut découpler la croissance économique annuelle et la production d'énergie par tête. Avec un objectif : en 2050, les technologies renouvelables devraient fournir plus de la moitié de l'énergie. Si l'on veut y parvenir, poursuit Alexander Wokaun, il sera nécessaire d'améliorer l'efficacité énergétique, notamment dans le domaine des transports. Or, une telle évolution n'est possible que moyennant de nouveaux développements issus de la chimie.

D'après le chercheur, en 2050, les voitures qui circuleront sur les routes de Suisse seront propulsées par différents



Les miroirs de notre avenir. Le four solaire de l'Institut Paul Scherrer (PSI) est capable de concentrer jusqu'à 5000 fois le rayonnement solaire. Cela permet de tester des réacteurs solaires à haute température. Photo: Derek Li Wan Po

joue le rôle de réactif pour le lithium. La durée de vie des batteries fait aussi l'objet de recherches. L'accumulateur d'un véhicule doit en effet pouvoir se décharger et se recharger des milliers de fois, mais aussi être sûr et garantir notamment que le lithium, hautement réactif, ne réagira pas à l'électrolyte, à l'eau ou à l'humidité de l'air.

Les chimistes du PSI placent un grand espoir dans le développement de piles à combustible, capables de transformer l'hydrogène et l'oxygène en eau, en chaleur et en énergie électrique. Dans la pile à combustible, les deux éléments chimiques sont séparés l'un de l'autre par une membrane dense et ultrafine, qui ne doit laisser passer que les noyaux d'hydrogène, c'est-à-dire les protons. Les électrons, eux, sont obligés de circuler vers la contre-électrode, au contact de laquelle l'oxygène contenu dans l'air se sépare en deux atomes. Au niveau des matériaux intervenant dans ces processus, le potentiel d'amélioration est encore considérable, et des chimistes sont en train de le sonder.

Autre option très débattue pour l'avenir: les agrocarburants. Etant donné que certaines méthodes ont été récemment remises en question, le PSI se concentre sur la production de méthane à partir de la biomasse, par exemple pour des véhicules à gaz, explique Alexander Wokaun. Pour ce faire, des déchets végétaux, du purin ou des boues d'épuration sont soumis à une forte pression, puis leurs éléments nutritifs précipités par chauffage, afin d'être réutilisés comme engrais. La substance organique restante est alors transformée en méthane. Le catalyseur utilisé à cet effet doit rester stable, même avec des substances agressives.

L'énergie solaire représente aussi un terrain de prédilection pour les chimistes. Dans le photovoltaïque, la demande s'oriente vers des matériaux plus efficaces et des procédés de fabrication meilleur marché. Pour les cellules organiques, on cherche surtout, aujourd'hui, à trouver de nouveaux colorants susceptibles de capter la plus grande partie possible de la lumière

solaire et de transformer cette dernière en électricité par séparation des charges. Produire des cellules de plus en plus minces permettrait également de réduire le besoin en matériel et d'abaisser les coûts de production du courant.

Le soleil pour décomposer l'eau

Il sera peut-être possible un jour de fabriquer aussi un carburant à partir de la lumière du soleil. La vision qui sous-tend cette technologie en développement est la suivante: décomposer l'eau à l'aide de la lumière solaire. Pour ce faire, il faut un composé qui puisse être chauffé à environ 2000

degrés par cette lumière fortement concentrée et qui stocke cette énergie. Il se produit alors une réaction, lors de laquelle un gaz, composé d'hydrogène et de monoxyde de carbone, se constitue à partir d'eau et de dioxyde de carbone – ce gaz, dit de synthèse, peut être converti en essence, kérosène et autres carburants liquides. Différents projets sont conduits dans ce sens au PSI et à l'EPFZ. Pour l'an prochain, il est prévu de démontrer la faisabilité du processus et son efficacité à grande échelle, dans une installation test, en France.

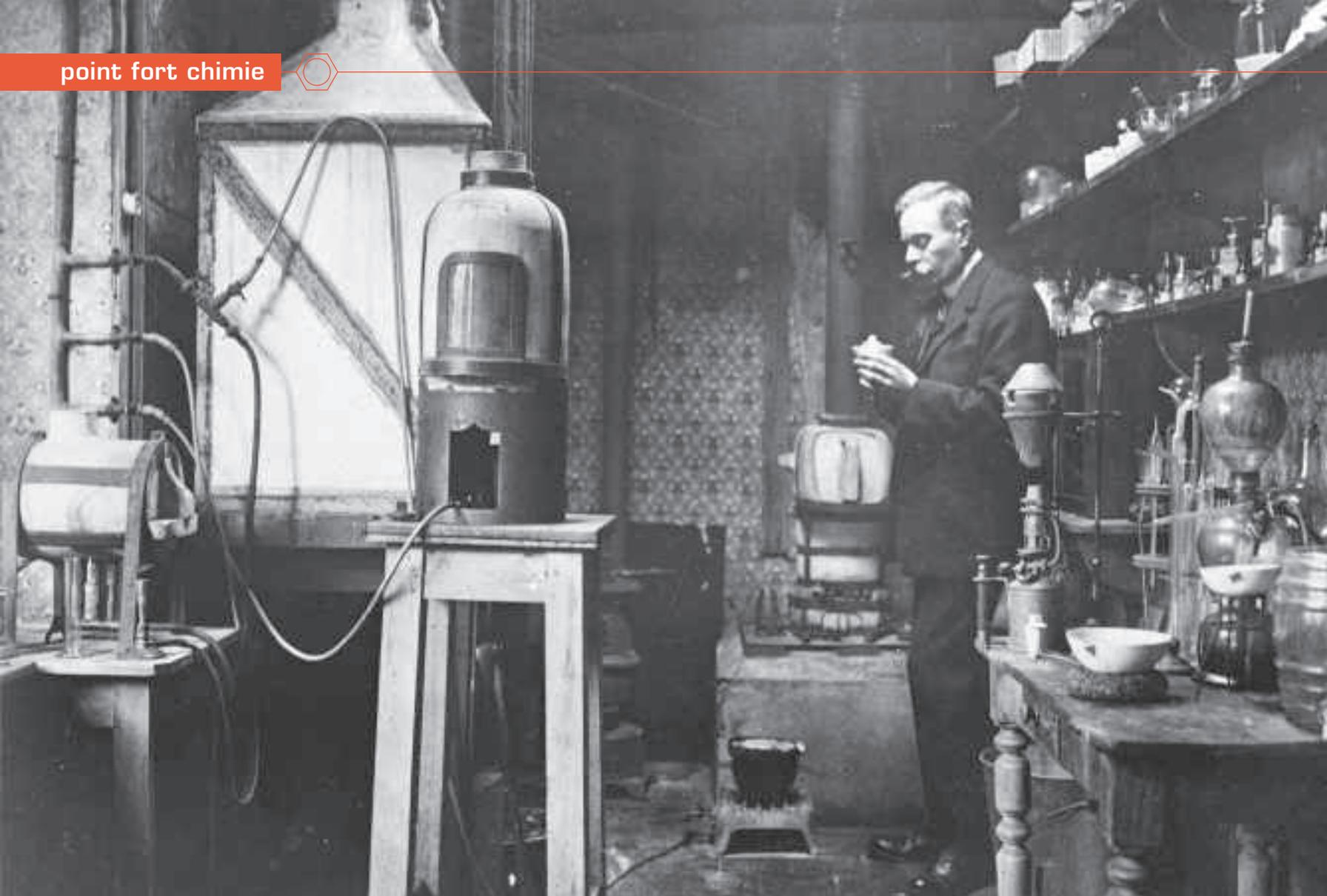
Pour toutes les autres formes d'énergie également, la chimie joue un rôle important, souligne Alexander Wokaun. Dans le cas de l'éolien, des matériaux sont à l'étude pour recouvrir les rotors afin de les protéger du gel. La géothermie a, quant à elle, besoin de fluides de forage adaptés. Et pour l'énergie nucléaire, chimistes et physiciens testent de nouveaux procédés permettant de séparer les produits de fission des noyaux lourds. Par ailleurs, certains chercheurs spécialisés développent des supermatériaux susceptibles d'être utilisés dans les réacteurs nucléaires de quatrième génération, afin d'empêcher la formation et la propagation de fissures. Pourtant, il convient de ne pas trop attendre de la science, prévient Alexander Wokaun. Les chimistes peuvent mettre à disposition des méthodes, des technologies, voire les améliorer. Mais au final, la décision revient à la société: c'est à elle de faire son choix. ■

L'éolien a aussi besoin de la chimie.

types de moteurs: à explosion, hybrides, électriques ou à hydrogène (pile à combustible).

Des oxydes conçus sur mesure

Mais nous n'en sommes pas encore là: aujourd'hui, les batteries des voitures électriques ont une densité énergétique trop faible. Des chimistes étudient donc différents systèmes capables de stocker de l'électricité, qui prennent moins de place, explique Alexander Wokaun. Avec de nouveaux matériaux pour les batteries conventionnelles au lithium: des oxydes conçus sur mesure, par exemple de la classe des pérovskites ou des spinelles, seraient susceptibles d'améliorer la performance des accumulateurs lithium-ions de l'avenir. Il existe encore d'autres concepts, certes prometteurs, mais pas encore mûrs: par exemple, la pile lithium-air, où l'oxygène



Réaliser le rêve ancien de l'alchimie

Contrairement à la physique et à la biologie, la chimie est peu profilée dans l'esprit du public. Alors que c'est une discipline créative, qui réunit l'ensemble des sciences naturelles.

PAR URS HAFNER

Que fait le physicien? Il explique l'origine de l'univers. La biologiste? Elle déchiffre les éléments fondamentaux de la vie sur cette planète. L'anthropologue? Il reconstruit l'arbre généalogique de l'espèce humaine à partir de fragments d'os préhistoriques. Et le chimiste? Le profane, qui garde au mieux un souvenir diffus des molécules du cours de chimie, a du mal à le dire.

Michael Hampe, philosophe des sciences à l'EPFZ, a la réponse: le chimiste montre à quel point le monde est complexe et varié. « Avec son travail, il produit le savoir fondamental nécessaire à l'ensemble des sciences naturelles », précise-t-il. La chimie est donc le lien élémentaire et essentiel qui unit la biologie et la physique. Sans elle, impossible de comprendre les phénomènes de la nature.

Pourtant, dans l'esprit du public, les représentations associées à la chimie sont

vagues et souvent négatives: pour nombre de personnes, elle évoque Bhopal, Schweizerhalle et les multinationales agro-alimentaires. Lorsque des déchets fortement toxiques sont déversés dans un fleuve, c'est une catastrophe chimique. Mais lorsqu'un avion tombe du ciel, personne ne parle d'accident physique.

Or, la chimie mérite mieux que ces simplifications. Pour Michael Hampe, la discipline est victime d'un culte de la nature d'inspiration chrétienne et de l'idéologie bio contemporaine, qui opèrent une distinction stricte entre le naturel et l'artificiel: « Un paysan qui cultive des pommes de terre ou élève des vaches, est-ce vraiment naturel?, demande le chercheur. Et fabriquer du plastique à partir de pétrole enfoui dans le sol depuis des millions d'années, est-ce artificiel à ce point? »

La distinction ne tient pas: si tout ce qui a été produit par synthèse chimique disparaissait de la surface de la Terre, il ne

L'avènement de la nouveauté. François Jollivet-Castelot, un alchimiste français, photographié vers 1900, alors qu'il tentait de fabriquer de l'or dans son laboratoire. En bas : le sildénafil, développé à la fin des années 1990 et plus connu sous le nom de Viagra. Photos: Roger Viollet/Keystone (à gauche), Derek Li Wan Po

resterait pas grand-chose. « Les préjugés par rapport à la chimie sont liés à l'industrie, ils ont éclipsé ses effets positifs », explique Andreas Pfaltz, chimiste à l'Université de Bâle. Qui rappelle que nous devons aussi notre niveau de vie à la chimie, il suffit de songer aux médicaments.

Formules et réactions abstraites

La physique peut se targuer de posséder le modèle atomique, la biologie d'avoir déchiffré le génome humain. Alors que « la chimie s'articule autour de formules et de réactions abstraites », note Andreas Pfaltz. « Elle ne dispose ni de théories spectaculaires ni d'images faciles à retenir », ajoute Michael Hampe. Contrairement à la physique qui s'enhardit dans l'espace, ou à la biologie qui explore le cerveau, la chimie ne se présente pas sous l'angle attrayant de la « science-frontière », relève encore Christian Simon, spécialiste en histoire des sciences à l'Université de Bâle.

La chimie a donc du mal à se présenter de manière profilée. C'est ce que montre, malgré lui, le site internet suisse mis en ligne cette année – 2011 a été déclarée Année de la chimie par l'ONU. Ce dernier s'efforce de présenter la discipline sous son meilleur jour, mais il décline tellement d'aspects qu'il est impossible pour le profane d'en conserver une image marquante. On ne saisit pas clairement ce qui fait le cœur de la chimie, ce qui caractérise l'habitus du chimiste.

Alors que ce cœur existe bel et bien. Comme l'explique Michael Hampe, le chimiste « crée » et réalise ainsi, grâce à la recherche moléculaire, le rêve ancien de l'alchimiste : donner corps à de nouvelles substances, à « quelque chose d'artificiel, qui déploie sa propre dynamique ».

A ce jour, les chimistes ont mis au point quelque vingt millions de liaisons nouvelles, rappelle-t-il. Mais en tant que science appliquée, la chimie a été par trop délaissée par les philosophes des sciences,

qui se sont focalisés sur la physique et son « rêve de formule universelle ».

L'image du chimiste créateur date du XIXe siècle, alors que l'habitus du chimiste était en train de se constituer. « En 1800, la chimie était encore une science qui étudiait la nature dans le but de la connaître », rappelle Christian Simon. Avec la montée de l'industrie des colorants, les études de chimie se sont mises à drainer les masses, car le métier promettait un bon gagne-pain : « On faisait des études de chimie pour gagner de l'argent », confirme le chercheur. C'est à cette période que le chimiste a été associé à une idée de toute-puissance, à la faculté de créer quelque chose de nouveau à partir d'une certaine connaissance des lois de la nature.

Au XXe siècle, le chimiste symbolisait l'espoir de progrès technologiques inexorables et l'amélioration des conditions de vie. Un ouvrage de vulgarisation scientifique paru en Allemagne à la fin des années 1930 porte le titre emblématique de *Chemie erobert die Welt* [la chimie à la conquête du monde]. Le chimiste y est décrit comme « le plus grand conquérant »,



comme un « homme nouveau » – apparemment en référence au discours national-socialiste. Au milieu du XXe siècle, la chimie a connu un épanouissement sans précédent. Grâce à l'industrie, l'argent coulait à flots. Les chimistes étaient ceux qui synthétisent la pénicilline et d'autres substances miracle.

Dans les années 1970, avec l'ascension de la biologie moléculaire, selon laquelle la molécule est davantage qu'un composant cellulaire, la chimie s'est retrouvée en crise. « Les chimistes ne considéraient pas la biologie comme une science dure, avec des résultats reproductibles », explique Christian Simon. Ils voyaient les biologistes comme des chimistes de seconde zone. Parallèlement, l'industrie chimique rencontrait de plus en plus de difficultés.

Ouverture vers la biologie et la physique

Andreas Pfaltz estime, lui aussi, qu'un changement s'est produit au cours de la seconde moitié du XXe siècle. « La chimie constituait une science clairement définie et délimitée. Elle s'est peut-être trop contentée d'elle-même, avance-t-il. Mais cette crise lui a permis de s'ouvrir à la biologie et à la physique. » Aujourd'hui, ces trois domaines scientifiques sont toujours davantage parties prenantes d'un paysage transdisciplinaire de la recherche.

En s'ouvrant, la chimie est redevenue aussi plus attrayante aux yeux des étudiants. Juste avant les années 2000, leur nombre avait connu une baisse radicale, alors que depuis 2004, la courbe remonte. Une évolution qu'Andreas Pfaltz juge rassurante, étant donné le rôle central que la chimie sera amenée à jouer : « Les problèmes environnementaux et énergétiques pressants, comme le remplacement du pétrole et le développement de nouveaux dispositifs solaires efficaces, ne pourront être résolus qu'avec son concours », estime-t-il. Cette Année de la chimie contribuera peut-être à offrir au monde les chimistes dont il a besoin. ■



Un remède dans une meule de foin

La nature tient à notre disposition de nombreux principes actifs potentiels. Pour les découvrir, les chimistes organiques évaluent de surprenants mécanismes d'action écologiques.

PAR ROLAND FISCHER

C'est un peu comme chercher une aiguille dans une meule de foin : la nature recèle des millions (des milliards ?) de substances non étudiées. Et chacune d'elles représente un principe actif potentiel. Mais comment repère-t-on les candidats intéressants quand on ne sait pas ce qu'on recherche ? « Nous nous appuyons sur un mélange de connaissances et de hasard », explique Karl Gademann, de l'Université de Bâle. Le groupe de recherche que dirige ce jeune professeur de chimie s'est spécialisé dans le repérage de molécules prometteuses parmi les micro-organismes et les végétaux ainsi que dans la reconstruction de ces substances en laboratoire. Objectif :

trouver un moyen aussi simple et élégant que possible de les synthétiser.

Au cours de sa quête de médicaments inconnus, Karl Gademann met aussi le doigt sur de surprenants modes d'action. Ce sont les « rapports écologiques » qui lui indiquent la piste. Lorsqu'un organisme lance sa machinerie de synthèse et fabrique une molécule précise, c'est pour une bonne raison, souvent liée au système écologique dans lequel il est intégré. Un chimiste organique qui étudie les algues bleues doit donc aussi garder leur biologie à l'œil.

Les défenses des algues bleues contre l'invasion d'autres algues sont susceptibles de lui donner l'idée de chercher un

Recherche fondamentale créative.

La nostocarboline contenue dans cette éprouvette est une molécule issue d'une algue bleue. L'un de ses atouts réside dans son efficacité contre la malaria. Photo: Karl Gademann

nouveau type de principe actif contre la malaria. Les algicides découverts pourraient en effet s'avérer efficaces contre l'agent pathogène du paludisme, étant donné qu'au fil de son évolution, ce dernier a intégré certains composants des algues et présente ainsi un talon d'Achille négligé jusqu'ici.

Et lorsque ce même scientifique découvre que les algues bleues s'arment contre la voracité des insectes en provoquant chez ces derniers d'étranges modifications du comportement, une association d'idées est de nature à l'amener aux maladies dégénératives. Ainsi, l'équipe de Karl Gademann a isolé une substance qui inhibe une protéine associée à l'apparition de la maladie d'Alzheimer et en a synthétisé d'autres, produites par des champignons, qui accélèrent de manière remarquable la croissance des appendices reliant les neurones entre eux. Enfin, les chercheurs examinent, dans le cadre de nouveaux projets, les ingrédients d'anciennes plantes médicinales indiennes et chinoises qui présentent le même effet stimulateur de croissance. Autant de découvertes qui font dresser l'oreille aux spécialistes des maladies d'Alzheimer ou de Parkinson.

Même s'il n'a pas encore une longue carrière de chercheur derrière lui, Karl Gademann a déjà dégagé des hypothèses novatrices pour le traitement de certaines maladies lourdes. Mais son domaine, souligne-t-il, reste la recherche fondamentale : « Nous ne sommes pas une firme pharmaceutique, notre objectif n'est pas de développer

De la science dans un vaste espace associatif.

des médicaments. » A ses yeux, le fait de détecter et de reconstituer de nouvelles molécules permet surtout de comprendre certains mécanismes biologiques fondamentaux. Et de faire de la science dans un vaste espace d'associations d'idées, loin du confinement des résultats commercialement exploitables. ■

Un poisson préhistorique dans la souris ?

Nageoires, ailes ou pattes – les membres d'un être vivant se distinguent clairement les uns des autres. Pourtant le réseau génétique qui contrôle leur croissance et l'agencement des cellules est resté le même au cours de l'évolution des espèces. Ainsi, lors de la formation des pattes avant d'une souris, par exemple, les cellules s'orientent selon deux axes. L'axe longitudinal définit dans la masse cellulaire ce qui deviendra la cuisse, la jambe et les doigts, alors que l'axe transversal détermine à quel endroit devra se situer le pouce ou le petit doigt. L'équipe de Rolf Zeller, chercheur en biologie évolu-

tive à l'Université de Bâle, a réussi à montrer que lorsque des défauts génétiques perturbent l'axe transversal, les cellules perdent leur orientation et forment une patte antérieure symétrique avec deux coudes et des doigts supplémentaires. Les poissons fossilisés présentent aussi des nageoires symétriques. C'est donc le développement de l'axe transversal qui a permis la formation de membres plus complexes chez les êtres vivants. Et qui a donné aux vertébrés les moyens de sortir de l'eau pour coloniser la terre et l'air. **ori** ■

Image : Rolf Zeller / Université de Bâle

Prince héritier au pays des cellules souches cardiaques

PAR FABIO BERGAMIN

PHOTO HANS-CHRISTIAN WEPFER

Maximilian Emmert est un futur chirurgien cardiaque, qui s'efforce d'exploiter le potentiel médical des cellules souches. Son objectif : soigner les infarctus.

Il est au four et au moulin, et fonctionne en courant permanent pour gérer sa recherche et son travail en clinique. Mais Maximilian Emmert rayonne de sérénité lorsque nous le rencontrons dans le long couloir d'un ancien bâtiment de recherche, à l'hôpital universitaire de Zurich. Son chef n'est pas là : c'est donc dans son bureau que nous nous installons, pour évoquer son quotidien de médecin et de chercheur. Un quotidien souvent éprouvant, qui se joue entre bloc opératoire et labo, table d'opération et banque de cellules, formation de chirurgien cardiaque et recherche. Ses travaux visent à rendre possible l'utilisation de cellules souches pour la prévention et le traitement des infarctus du myocarde.

Différents types de cellules souches

Au départ, Maximilian Emmert voulait devenir médecin du sport. «Un domaine dans lequel on croise beaucoup de cardiologues», explique-t-il. Mais c'est pendant ses études de médecine, dans un laboratoire de la haute école de médecine de Hanovre, en Allemagne, qu'a eu lieu, plus ou moins par hasard, sa rencontre décisive avec les cellules souches cardiaques. Depuis, elles sont devenues sa passion.

Son objectif est donc de réussir à utiliser les cellules souches pour la régénération cardiaque. Lorsque le sang n'irrigue plus certaines régions du cœur, c'est l'infarctus, avec pour conséquence, parfois, la

mort de ces zones. Un processus que Maximilian Emmert aimerait empêcher, grâce à des cellules souches, qui se développeraient en cellules cardiaques musculaires et vasculaires. Différentes études portant sur des cultures cellulaires et l'expérimentation animale montrent qu'en principe c'est possible.

Avec ses collègues des universités de Genève et Lausanne, le futur chirurgien cherche à déterminer quelles sont les cellules souches qui conviennent le mieux. C'est là une question centrale, et avec leur projet commun, conduit dans le cadre du Programme spécial médecine universitaire (SPUM), les chercheurs comparent des cellules souches embryonnaires avec des cellules souches adultes du cœur ou du tissu conjonctif, provenant par exemple de la moelle osseuse ou du tissu graisseux. Maximilian Emmert travaille avec des cellules souche mésenchymales, qui peuvent se différencier en cellules du tissu conjonctif. Ses collègues de Genève et Lausanne passent au crible d'autres types de cellules. Ils sont tous médecins en formation clinique et font de la recherche expérimentale en parallèle.

Maximilian Emmert consacre 70% de son temps de travail à la recherche et les 30% restants à sa formation clinique. Au programme de cette dernière : assimiler les techniques opératoires de la chirurgie cardiaque et assister en salle d'opération. C'est lui qui prélève les cellules de la

moelle osseuse lorsque le sternum d'un patient est scié pour une opération à cœur ouvert. C'est lui aussi qui se charge ensuite d'isoler les cellules souches du tissu conjonctif. «L'intervention, souligne-t-il, est pratiquée sur des patients dûment informés : ces personnes ont donné leur consentement pour qu'on leur prélève de la moelle osseuse et savent que leurs cellules sont utilisées pour la recherche.»

Questions fondamentales

Maximilian Emmert et ses collègues ont passé les dix-huit premiers mois de ce programme de trois ans à répondre à quelques questions fondamentales. Ces cellules sont-elles sûres pour les patients ? Peut-on les prélever en quantités suffisamment importantes ? Est-il possible de les implanter dans le cœur de manière à ce qu'elles y restent ? Car à l'inverse du pancréas ou du foie, le cœur pulse en continu, et les cellules souches que l'on y injecte ont tendance à s'engouffrer dans la circulation sanguine au lieu de se développer sur place.

Maximilian Emmert mène donc des expériences avec des agrégats de milliers de cellules souches, et non avec des cellules isolées. Ces agrégats sont suffisamment petits pour être implantés dans le cœur au moyen d'un cathéter. L'expérimentation animale montre que les cellules qui les forment interagissent davantage entre elles et qu'une fois dans le cœur, elles restent mieux accolées aux cellules voisines.

Le chercheur s'est aussi occupé de techniques opératoires. «Se contenter d'injecter les agrégats de cellules dans le cœur serait trop imprécis», explique-t-il. Les acheminer vers une zone déjà morte



du muscle cardiaque ou vers une zone complètement saine ne serait pas judicieux. Ce sont donc les zones marginales qui se prêtent le mieux, celles qui ne sont pas assez irriguées mais toujours en vie. L'objectif du futur chirurgien est de mettre

« Ces cellules ne risquent pas de provoquer de cancers. »

au point une carte en 3D du cœur et de son irrigation sanguine. Cela permettrait d'injecter les cellules souches dans ces zones marginales, au moyen d'un autre cathéter. La méthode fonctionne déjà chez des porcs et des moutons. Or, en termes de taille, leur cœur est comparable à celui de l'être humain.

« Par rapport aux autres types de cellules souches, celles du tissu conjonctif ont présenté jusqu'ici un bon profil de sécurité, souligne Maximilian Emmert. On sait qu'elles ne risquent pas de provoquer des cancers et on peut les prélever en assez grande quantité, poursuit Maximilian Emmert. Autre avantage: au niveau du système immunitaire, elles n'induisent pas de rejet aussi violent que les cellules étrangères. »

Cet aspect est secondaire en situation idéale, lorsqu'on peut les prélever directement sur le patient. Mais dans certains cas, le recours aux cellules souches d'une autre personne pourrait s'avérer nécessaire. Comme pour une transplantation, le receveur devrait prendre d'abord des médicaments immunosuppresseurs. Avec des cellules souches du tissu conjonctif, la dose nécessaire serait plus faible, précise le chercheur.

On ignore encore quand la thérapie par cellules souches pourra être testée sur des êtres humains. Maximilian Emmert et son chef, Simon Hoerstrup, ont bon espoir de pouvoir démarrer les premiers essais cliniques au cours des prochaines années. Si ces derniers devaient s'avérer concluants, il se pourrait que Maximilian Emmert, devenu chirurgien cardiaque, applique un jour le traitement qu'il aura contribué à développer. ■

Des corps célestes dans le sable

Beda Hofmann est géologue à l'Université de Berne et collecte des météorites en Oman. Il leur soutire les secrets de leur origine et de leur voyage à travers l'espace.

« Depuis 2001, nous nous rendons presque chaque année en Oman pour y chercher des météorites. Nous programmons notre itinéraire avec Google Earth. Il est beaucoup plus facile de repérer à l'ordinateur par où traverser les dunes que lorsque l'on est en plein dedans. Nous partons en véhicule tout terrain pour deux à trois semaines dans le désert, avec des réserves de nourriture et d'essence. Toute la journée, nous cherchons des blocs de roche noire dans le sable clair. Les meilleurs moments sont ceux où nous avons le soleil dans le dos, lorsque les ombres ne nous abusent pas.

Les météorites sont noires parce que leur couche extérieure s'échauffe lorsqu'elles entrent dans l'atmosphère terrestre et se muent en boules de feu : une croûte de fusion sombre se forme alors à leur surface. Mais du point de vue chimique, l'intérieur de ces roches extraterrestres reste inchangé. Cela nous permet de tirer des conclusions sur leur origine et leur voyage dans l'espace.

Chaque année, quelque 40 000 météorites s'abattent sur la Terre. La plupart d'entre elles ne seront jamais retrouvées. Pour les repérer, nous avons non seulement besoin que le site forme un fond clair sur lequel elles se détachent par contraste, mais aussi que l'érosion soit lente. L'érosion éolienne joue un rôle important dans le désert d'Oman. Et les variations de température auxquelles les météorites sont soumises influencent la vitesse à laquelle elles s'enrichissent en sels terrestres, ce qui accélère indirectement leur érosion. Heureusement, nous avons déjà réuni suffisamment de données lorsqu'une bestiole a sectionné les câbles des



sondes de température dont nous avons muni certaines météorites.

De par le monde, seules trois grandes zones se prêtent à la recherche de météorites : l'Antarctique, certaines parties du Sahara et l'Oman. Mais en Antarctique, les courants glaciaires faussent la donne lorsqu'ils dispersent des blocs de roche qui faisaient partie d'un tout. Dans le Sahara aussi, il est difficile d'établir après coup le site exact où la météorite a été découverte, vu que les roches sont le plus souvent revendues au Maroc à des collectionneurs privés.

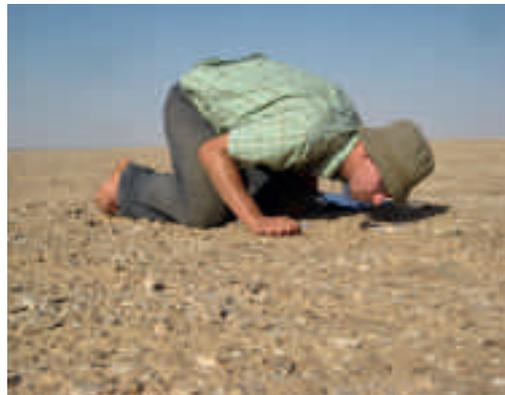
En Oman, la situation est différente. Comme l'Université de Berne est en relation avec le service géologique du sultanat depuis les années 1970, nous sommes les seuls à avoir l'autorisation officielle de récupérer des météorites dans le désert. Et comme nous documentons soigneu-





sement chaque site de découverte, nous couvrons de vastes champs de dispersion sur lesquels sont parfois répartis les éclats d'une même météorite.

Ces recherches systématiques ont l'avantage de permettre des comparaisons statistiques, même s'il faut manier ces dernières avec prudence. Sur les 2000 blocs que nous avons récupérés dans le désert d'Oman, nous n'avons découvert qu'une seule météorite ferreuse, alors qu'au niveau mondial, ces dernières représentent environ 5% des cas. Cela nous amène à penser que durant la préhistoire les hommes récupéraient ce fer céleste pour en faire des outils ou des armes. Nous aimerions tester cette hypothèse sur des objets découverts dans le cadre de fouilles archéologiques conduites dans la région, sans les endommager. Cela fait un



moment que nous essayons par le biais de différents contacts avec les autorités omanaises d'avoir accès à de telles pièces. Jusqu'ici sans succès.

La plupart des météorites proviennent d'astéroïdes. Ces petits corps célestes en sont restés au stade de protoplanètes et forment dans notre système solaire la ceinture d'astéroïdes entre Mars et Jupiter. Mais nous avons aussi découvert des météorites dont la composition chimique et les gaz qu'elles renfermaient montraient qu'elles étaient d'origine martienne. La météorite la plus spectaculaire que nous ayons récupérée est d'origine lunaire: elle est de la taille du poing et pèse environ 200 grammes. Nous partons de l'idée que la Lune s'est scindée de la Terre suite à une gigantesque collision, aux débuts de la formation du système solaire. En quatre milliards et demi d'années, une partie de cette roche a donc fait l'aller-retour de la Terre à la Lune!

Propos recueillis par Ori Schipper



Une quête aventureuse.

S'ils veulent déchiffrer l'histoire que racontent les météorites, les géologues de l'Université de Berne doivent d'abord affronter les sables et les vents du désert d'Oman.

Photos : Edwin Gnos (2), Beda Hofmann (2)

Invasions végétales

De nombreuses plantes exotiques élisent domicile en Suisse. Comment réussissent-elles à s'imposer dans nos contrées ?

PAR ATLANT BIERI

Le palmier à chanvre est la plante invasive parfaite. Non seulement, il a su passer d'Asie à l'Europe et pousse depuis des décennies dans les forêts du sud de la Suisse. Mais en plus, il a réussi à devenir indigène et à se faire appeler « palmier du Tessin ».

Que faut-il pour qu'une plante mène à bien son invasion ? Telle est la question qui préoccupe Mark van Kleunen et son équipe de l'institut de botanique de l'Université de Berne. Ces chercheurs étudient les propriétés dont les plantes ont besoin pour s'imposer dans un nouveau territoire. Dans le cadre d'un essai en plein champ, ils ont ainsi mélangé les graines de 93 espèces végétales, locales et exotiques. Afin de vérifier si l'adage de Paracelse « C'est la quantité qui fait le poison » valait aussi pour l'incrustation de végétaux venus d'ailleurs, les chercheurs ont semé les graines en différentes quantités dans 16 prairies du Mittelland bernois. Trois ans plus tard, le résultat est sans équivoque : « Plus les graines d'une espèce végétale sont nombreuses, plus cette dernière a de chances de s'imposer », résume Mark van Kleunen.

Comment les prairies se protègent

Mais le métabolisme joue aussi un rôle décisif. Ainsi, dans les champs d'essai, les voraces l'ont emportée sur les frugales. « Les espèces qui assimilent bien l'azote s'en sortent mieux », confirme Mark van Kleunen. Pourtant beaucoup de nouvelles venues échouent, même lorsqu'elles présentent de bonnes dispositions. La faute à l'énorme concurrence qu'elles doivent affronter. Au bout de trois ans, sur les 93 semées, seules cinq espèces locales étaient encore dans les champs. Les espèces exotiques, moins bien adaptées aux conditions environnementales du site,





Des ancêtres venus d'Extrême-Orient. Le palmier à chanvre est originaire de Chine, même s'il se fait appeler palmier du Tessin. Photo: Swiss-Image.ch

en revanche, n'ont pas survécu. « Apparemment, les plantes herbacées ne laissent pas passer les étrangères », explique Mark van Kleunen. Une prairie où les plantes poussent dru se protège ainsi contre les envahisseurs.

Les choses se présentent différemment dans les systèmes perturbés. On entend par là les parcelles qui ont été labourées avant les semis. Mark van Kleunen et ses collègues ont retourné la terre de la moitié de leurs champs. Dans ces derniers, au bout de trois ans, onze plantes test locales et deux plantes exotiques s'étaient établies. La perturbation leur avait donné le coup de pouce nécessaire. Cela pourrait expliquer pourquoi des villes comme Zurich, Berne ou Lausanne sont le point de départ de nouvelles espèces invasives. On y trouve de nombreux jardins familiaux et plates-bandes, qui chaque année sont retournés et plantés de nouvelles espèces exotiques ramenées du garden centre. Dans ces parterres dénués de concurrence, les plantes exotiques peuvent établir en toute tranquillité leur camp de base, avant de se lancer à la conquête des prés et des champs situés hors de la ville.

Autre facteur décisif pour ce saut de la plate-bande à la nature : les événements météorologiques extrêmes, dont devrait s'accompagner le changement climatique. « On pense que les espèces exotiques profitent de ces épisodes et réussissent ainsi à se propager plus loin », explique Regula Billeter, de l'institut de biologie intégrative à l'EPFZ. Une hypothèse dont elle vérifie la solidité avec sa docto-

rante Iris Altenburger. Les deux chercheuses ont ainsi soumis 18 plantes différentes à un stress climatique important. Comme Mark van Kleunen, elles se sont servies d'un mélange de plantes locales et exotiques. La moitié des douze espèces suisses étaient des généralistes qui poussent sur différents sites. L'autre réunissait des spécialistes, adaptées à des conditions sèches et des apports plus pauvres en nutriments.

Simuler des événements extrêmes

Regula Billeter et Iris Altenburger ont mis ces plantes en pot et simulé un réchauffement ainsi que des événements météorologiques extrêmes tels que sécheresse et inondations. « A elle seule, la chaleur ne poserait probablement pas de grands problèmes à la plupart des espèces végétales, explique Regula Billeter. Alors que les événements extrêmes, si. » Un groupe de plantes a été privé d'eau jusqu'à ce que les feuilles se flétrissent, un autre a subi le scénario des pluies torrentielles – les pots ont été inondés une fois par jour.

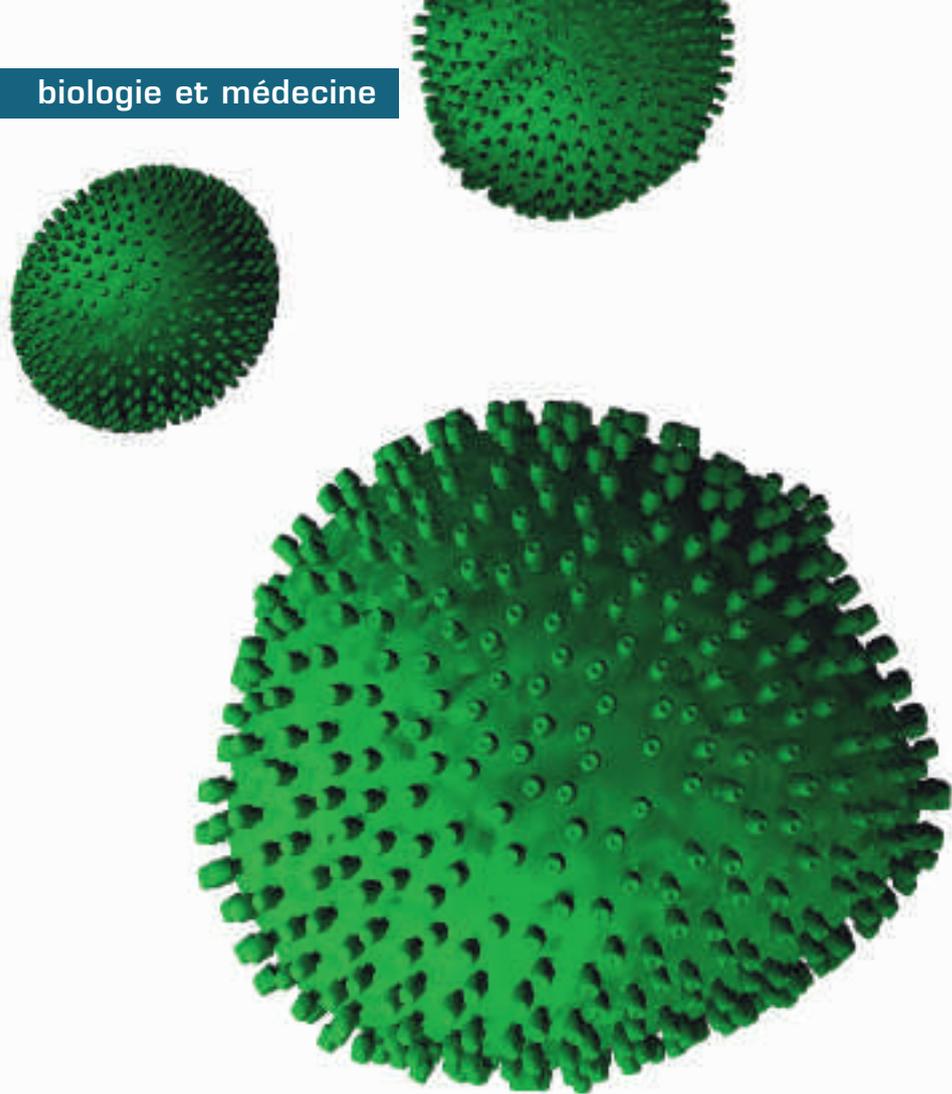
« Un événement n'est extrême que si la plante souffre », précise Regula Billeter. Après ces traitements, les plantes ont pu pousser pendant deux mois dans des conditions normales. Fait surprenant : toutes les plantes avaient récupéré et présentaient à la fin autant de biomasse que celles du groupe de contrôle, qui avaient poussé dans des conditions normales.

On observait, en revanche, des différences au niveau de la floraison. Par fortes températures, cette dernière est en effet intervenue plus tôt que d'habitude chez les généralistes et les plantes exotiques. Cela pourrait les aider à s'imposer face à la concurrence, lorsque les conditions changent. « Les plantes qui fleurissent en premier ont les insectes pollinisateurs pour elles toutes seules », rappelle Iris Altenburger. Il s'ensuit une plus grande production de graines, et donc de meilleures chances de s'accrocher dans le nouvel écosystème, comme l'a montré l'expérience de Mark van Kleunen.

La diversité des stratégies est peut-être la raison pour laquelle on n'a toujours pas réussi à éradiquer une plante invasive en Suisse. Il se pourrait qu'à l'avenir une autre espèce exotique finisse par hériter d'un nom helvétique et par enrichir la diversité de la végétation locale – exactement comme l'a fait le palmier du Tessin qui venait de Chine. ■

Vous avez dit plantes invasives ?

La faune et la flore d'une région s'adaptent toujours aux changements des conditions climatiques. Mais depuis la découverte de l'Amérique, l'échange de plantes entre les continents s'est intensifié. La Commission suisse pour la conservation de plantes sauvages (CPS) désigne donc comme « néophytes » les plantes établies après 1550. Le terme emprunté au grec désigne les « nouvelles plantes ». Aujourd'hui, les néophytes sont le plus souvent introduits par le biais d'un achat au garden centre ou de graines ramenées en souvenir de l'étranger. Lorsqu'ils s'immiscent dans la végétation existante et évincent les plantes locales, ils sont considérés comme des plantes invasives. La CPS considère aujourd'hui 23 espèces comme des néophytes problématiques.



Un virus de souris pour des vaccins

Un virus de souris génétiquement modifié pourrait permettre la mise au point de vaccins contre les virus du sida et de l'hépatite C, voire contre certains cancers.

PAR ELISABETH GORDON

Il s'appelle LCMV. Ce virus de la chorioméningite lymphocytaire infecte habituellement les souris. Mais il possède une particularité qui pourrait être fort utile en médecine. Une fois dans l'organisme, il active des cellules particulières du système immunitaire, les cellules dendritiques. Ces dernières déclenchent alors la formation de très nombreuses cellules T cytotoxiques, qui sont de véritables cellules tueuses pour les agents pathogènes.

Ce virus est donc un vecteur idéal pour l'élaboration de vaccins. Pourtant, bien qu'il ait été découvert en 1933 déjà, il n'avait jusqu'ici jamais pu être utilisé dans ce but. C'est maintenant chose faite grâce

«Désarmé», mais efficace. Modèle du virus de la chorioméningite lymphocytaire.
Image : Stefano Tartarotti

aux travaux d'une équipe du Département de pathologie et immunologie de la Faculté de médecine de l'Université de Genève, dirigée par le professeur Daniel Pinschewer. « Nous avons réussi à modifier de manière dirigée son génome. Cela nous a permis de le rendre inoffensif, sans diminuer sa capacité d'induire une réponse immunitaire puissante. »

Si cet agent pathogène affecte en premier lieu les rongeurs, il est malgré tout susceptible de provoquer chez l'être humain des symptômes grippaux. Avant d'envisager de l'utiliser en toute sécurité comme vecteur vaccinal, il fallait donc le « désarmer ». A cette fin, les chercheurs lui ont ôté sa « protéine d'amarage », une molécule située sur son enveloppe et qui lui permet de se fixer à de nouvelles cellules, puis de les infecter.

Une voie prometteuse

Dans l'espace ainsi libéré, ils ont implanté des protéines d'origine virale, bactérienne ou tumorale, contre lesquelles ils souhaitent voir les défenses de l'organisme se mobiliser. Mis en contact avec le virus modifié, le système immunitaire est ainsi en mesure de reconnaître les pathogènes dangereux. Non seulement il fabrique des anticorps pour les attaquer mais, en outre, stimulé par le LCMV, il produit des hordes de cellules tueuses dirigées contre eux.

Cette dernière caractéristique devrait permettre au candidat-vaccin de lutter contre les agents responsables du sida, de l'hépatite C, de la malaria ou de la tuberculose, que la seule production d'anticorps ne suffit pas à éliminer. Le vaccin pourrait aussi intervenir dans des thérapies anticancéreuses, en stimulant le système immunitaire pour l'aider à détruire les cellules tumorales. Daniel Pinschewer et ses collègues ont déjà montré que des souris traitées avec des LCMV modifiés peuvent contrôler leur tumeur, voire la rejeter.

On aurait cependant pu craindre qu'une fois exposé au vecteur LCMV, le système immunitaire le détruisse et supprime son effet stimulateur, car « rien n'est plus grave qu'un vaccin dont le vecteur finit par être neutralisé par des anticorps », souligne le professeur Pinschewer. Fort heureusement, ce n'est pas – ou rarement – le cas : les anticorps se développent en réaction aux protéines vaccinales, mais ils ne s'attaquent pas à leur véhicule. « C'est très pratique, car cela nous permettra d'administrer le vaccin plusieurs fois à un même individu. »

La voie suivie par l'équipe genevoise est prometteuse. D'ailleurs, les chercheurs du centre de recherche sur les vaccins du National Institute of Health aux Etats-Unis, qui ont collaboré à ces travaux, ont déjà commencé des études d'un candidat-vaccin contre le sida dont le vecteur est un LCMV modifié. ■

Mécanisme d'infection des parasites décrypté

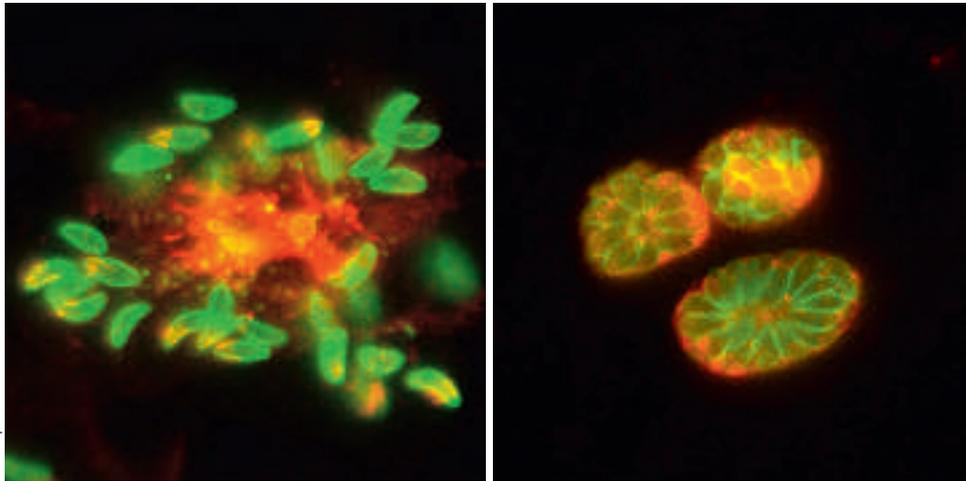
Certains parasites doivent absolument pénétrer dans une cellule de leur hôte pour survivre. On les appelle « parasites obligatoires intracellulaires ». En font partie le *Plasmodium falciparum*, causant la forme la plus grave de la malaria, ou le toxoplasme, qui peut induire une toxoplasmose. Mais comment ces microbes unicellulaires, aussi nommés apicomplexes, procèdent-ils lors de l'infection ? Des chercheurs de l'Université de Genève ont trouvé la clé moléculaire de l'énigme.

« Ces apicomplexes sont très actifs pour entrer dans une cellule et ne se laissent pas simplement phagocytter par elle, explique Dominique Soldati-Favre, professeure au Département de microbiologie et médecine moléculaire. D'abord, ils y pénètrent pour y créer une cavité

(vacuole). Ensuite, ils s'y répliquent. » Son équipe a pu décrire en détail, dans la revue *Science*, la machinerie responsable du « changement de comportement » de cet agent infectieux : « Dans sa membrane, le parasite possède une protéine (adhésine) qui lui permet de reconnaître et de se lier à la cellule à infecter. Mais une fois qu'il s'y est immiscé, une autre protéine (protéase) coupe cette adhésine en segments. Certains diffusent alors probablement vers le noyau du microbe, et donnent le signal pour amorcer sa multiplication. »

Même s'il s'agit de recherches fondamentales, la chercheuse estime que « cette protéase pourrait constituer une cible pour un médicament conçu afin d'empêcher le parasite de se propager ». **Olivier Dessibourg** ■

Machinerie de microbe. Le toxoplasme pénètre dans une cellule hôte pour s'y répliquer.



Dominique Soldati-Favre

Le cerveau ne dort jamais

Nos neurones spécialisés dans le traitement de l'image font-ils une pause lorsque nous fixons un écran noir, débranché ? Non, répond Pietro Berkes, un chercheur soutenu par le FNS à l'Université de Brandeis, aux Etats-Unis. Le cerveau est constamment occupé à esquisser un modèle intérieur du monde environnant, qui nous aide, si nécessaire, à compléter les stimuli sensoriels que nous percevons. Il nous permet de réunir les deux moitiés de ce que nous voyons, par exemple lorsque nous discernons, de part et d'autre d'un poteau, la tête d'un chien et son arrière-train. Dans un article paru dans *Science*, Pietro Berkes et ses collègues ont montré, grâce à l'expérimentation animale, que le comportement des neurones dans l'obscurité change avec le temps. Nous piochons dans nos expériences quotidiennes visuelles afin de compléter nos impressions sensorielles de manière aussi logique que possible. Ainsi, lorsque des furets ouvrent pour la première fois les yeux, un mois après leur naissance, leur activité cérébrale diffère fortement, selon qu'on leur passe la bande-annonce du film *Matrix* ou que la lumière est éteinte. Mais cent jours plus tard, les images qui se jouent dans le noir devant leur œil intérieur ne présentent plus de différence statistique par rapport aux séquences cinématographiques traitées par le cerveau. **ori** ■

Drôle de vie amoureuse au bord de l'Adriatique

Les plages de sable de la mer Adriatique hébergent seize espèces de plathelminthes. Ces vers plats mesurent à peine 2 millimètres et ont développé des spermatozoïdes de différentes formes, qui s'adaptent de manière optimale à leur comportement d'accouplement. C'est ce qu'a montré l'équipe de Lukas Schärer, chercheur en biologie évolutive à l'Université de Bâle.

En tant qu'hermaphrodites, ces vers ont un problème. Lors de l'accouplement, ils doivent assumer les intérêts tant masculins que féminins. En tant que mâles, ils aimeraient féconder le plus de femelles possibles. Alors que comme femelles, l'enjeu réside dans le moment de la fécondation. Les vers règlent ce conflit d'intérêt de deux manières différentes : certaines espèces s'accouplent et inséminent, lors d'une étreinte

croisée, le sperme dans l'orifice génital féminin de leur partenaire. Après l'accouplement, le ver va chercher à se débarrasser des spermatozoïdes indésirables, en les aspirant de son propre orifice génital. Pour résister à cette aspiration, les spermatozoïdes de ces espèces ont développé une morphologie anguiforme, avec des barbillons et des soies.

Le comportement des autres espèces est tout différent : afin d'éviter d'être fécondés par leur partenaire, ces vers l'attaquent littéralement lors de l'acte sexuel et lui injectent les spermatozoïdes sous la peau, à l'aide d'une sorte de harpon. Les spermatozoïdes de ces vers sont beaucoup plus petits et n'ont ni barbillons ni soies, car ils doivent se frayer un chemin dans le corps du partenaire jusqu'à l'ovule.

Katharina Truninger ■



Lukas Schärer

Conflit d'intérêt sexuel. Certains plathelminthes se livrent à un accouplement croisé avant de se débarrasser des spermatozoïdes indésirables en les aspirant de leur propre orifice génital.



Des corps à vendre

Il arrive régulièrement que des êtres humains soient dégradés au rang de marchandise. En Suisse, on fabriquait autrefois des médicaments à base de graisse de condamnés exécutés. Mais ces prélèvements n'étaient jamais autorisés à la légère.

PAR CAROLINE SCHNYDER

En novembre 2009, une nouvelle a fait le tour du monde: la police péruvienne venait de démanteler un gang de trafiquants qui avait kidnappé et assassiné des dizaines de personnes pour prélever de la graisse sur leurs cadavres et la revendre à des fabricants européens de cosmétiques, au prix de 15 000 dollars le kilo. Peu après, on apprenait que les «trafiquants de graisse humaine» n'avaient jamais existé.

Pour quelle raison de telles histoires circulent-elles? Et pourquoi y croyons-nous? Le projet de recherche «Menschen als Ware. Der verkaufte Körper in der Schweiz 1400–1700» [l'être humain, une marchandise. Le corps vendu en Suisse de 1400 à 1700] vise à mettre en évidence les représentations et les angoisses, mais aussi les réalités historiques qui s'expriment au travers de ces récits. Sous la direction de Valentin Groebner, professeur d'histoire à l'Université de Lucerne, le projet tente de répondre à la

question suivante: comment des êtres humains, morts ou vivants, ont-ils pu être dégradés au rang de «marchandise», de simple «chair»?

Médicaments à base de chair humaine

A l'époque moderne antérieure, il se vendait dans les officines de Suisse des médicaments fabriqués à base de graisse, de peau et d'os humains, rappelle Janine Kopp. Pour sa thèse de doctorat, cette chercheuse est partie de la «Mumia vera», un remède contenant des vestiges de momies égyptiennes. Or, dans les opuscules médicaux du XVI^e et du XVII^e siècles qu'elle a compulsés, il est régulièrement spécifié que le meilleur médicament n'est pas la «Mumia vera», mais la «Mumia», fabriquée à base de chair humaine fraîche. Johann Joachim Becher, un médecin, constate, par exemple, en 1663 que pour la préparation de la «Mumia», il est préférable d'utiliser de la chair de condamnés exécutés, si possible de jeunes rouquins en bonne santé. Ces instructions ne sont visiblement pas restées lettre morte. Différentes sources offi-

Corps convoités.

Les membres du Grasshopper Club Zurich en visite à l'exposition «Körperwelten» de Gunther von Hagens (Zurich 2010).

Photo: Alessandro Della Bella/Keystone

cielles indiquent que le corps des suppliciés servaient de matière première à des préparations médicinales. Ainsi, le Conseil de Lucerne a accordé en 1707 la permission à un certain Georg Adam Schmid de prélever la «graisse du dos, mais pas davantage» sur le cadavre d'une condamnée exécutée. A noter que les cas notifiés l'ont été parce qu'une limite avait été dépassée. Ceux qui cherchaient à se procurer sans permission les restes de personnes suppliciées étaient suspectés de sorcellerie, de magie noire. Par ailleurs, tous les produits fabriqués à base de chair humaine étaient très onéreux, même en quantité infimes, souligne Janine Kopp.

Les autorités accusées de mener leurs sujets à l'égal

A la même époque, le mercenariat représentait lui aussi un secteur très lucratif. La propagande politique des XVe et XVIe siècles l'appelait «commercium hominum», commerce d'êtres humains, et on reprochait aux autorités de mener avec cette pratique leurs sujets «à l'égal». Dans sa thèse de doctorat, Benjamin Hitz étudie le phénomène en se basant surtout sur des sources lucernoises du XVIe siècle. Ses travaux montrent que les mercenaires, poussés par la pauvreté dans la guerre, constituaient une petite minorité. Le chercheur a également découvert que les simples mercenaires lucernoises rentraient souvent chez eux sans argent, mais avec en poche un bordereau qui confirmait leur droit à une solde. Un «reliquat» – parfois aussi élevé que le salaire annuel d'un artisan – qui ne leur avait pas encore été versé, mais qu'ils seraient en droit d'exiger une fois que leur employeur (le roi de France, par exemple) aurait rémunéré leur capitaine. Souvent, les hommes attendaient des années avant d'être payés. Si cette économie de la dette pouvait fonctionner, c'est probablement parce que les capitaines étaient protégés par les autorités.

«On a volé le cœur de mon petit garçon», titrait le Blick en 1969, lorsqu'a été divulguée l'identité du donneur, à l'occasion de la première transplantation cardiaque conduite en Suisse. En matière d'organes, les succès de la médecine se sont accompagnés d'une demande croissante. Mais aussi de toujours plus de réticences. Pour sa thèse de doctorat, Simon Hofmann examine les efforts de la médecine suisse de la transplantation pour avoir accès à des organes – et les controverses qu'elle a suscitées.

L'ambivalence des débats sur la transplantation constitue l'une des observations centrales du chercheur: à côté de récits positifs sur les progrès de la médecine moderne et le «miracle» médical, on trouve, parfois sur les mêmes pages de journaux, des nouvelles où il est question d'abus et d'exploitation, de vol et de trafic d'organes. La transformation du donneur en ressource médicale ne va donc de soi pour personne, explique Simon Hofmann. Elle a



constamment besoin d'être expliquée – et ces explications échouent sans cesse. C'est là que les mythes et les terrifiantes histoires de trafic et de vol d'organes prennent leur essor, dans les polars, les films et les récits de presse – ils seraient la manifestation d'un malaise qui ne trouve pas d'expression dans le discours médical.

Règles, contrôles et limites

Alors, comment se fait-il que, malgré l'adhésion que suscite le progrès médical, le don d'organes stagne depuis la fin des années 1980? Médecins, hôpitaux et entreprises se sont toujours efforcés d'organiser, de réglementer et d'améliorer l'accès aux organes, souligne le chercheur. Mais le public est dérouté par l'importance de la demande.

Tous ces projets de recherche montrent clairement que l'on ne dégrade pas à la légère l'être humain au rang de marchandise. Il serait inconsistant d'affirmer que les bourreaux et les apothicaires du XVIe et du XVIIe siècles accordaient moins de valeur à l'être humain qu'une équipe médicale qui s'apprête aujourd'hui à prélever des organes. Dans ce cas comme par le passé, il existe des règles, des contrôles, des limites. Les rumeurs de vol et de trafic d'organes ont d'horribles pendants dans la réalité, notamment dans le tiers monde.

Mais ces histoires circulent aussi en Suisse, alors qu'aucune affaire de ce genre n'y a jamais été mise à jour. De l'avis de Valentin Groebner, de tels récits puisent dans un vécu ancien et sont le lieu où les angoisses peuvent s'exprimer. Le malaise que suscite l'utilisation de corps entiers et certaines de ses parties s'est maintenu jusqu'à aujourd'hui. ■

Produit d'apothicaire.
Médicament à base de
tissus humains, vers
1800. Photo: Janine Kopp



Technique ancienne, nouvel éclat.

Une restauratrice retouche un sgraffite à Roverdo.
Photo: Albert Jornet

Crépir comme au temps des Romains

Des chercheurs ont redécouvert un matériau presque oublié: le crépi à la chaux. Additionné de cendres volcaniques ou de poudre de brique, cet enduit est aussi durable que du mortier industriel.

PAR NICOLAS GATTLEN

Depuis le XIXe siècle, les liants hydrauliques ont presque complètement évincé des chantiers le mortier à la chaux traditionnel. Facile à préparer et à utiliser, le mortier lié au ciment est solide et résiste aux intempéries. Mais pour la conservation et la restauration des monuments historiques, il présente des faiblesses: s'il contient beaucoup de ciment, il est peu déformable et se détache facilement du fond sur lequel on l'a appliqué. Par ailleurs, ses alcalis qui cristallisent sous forme de sels ont tendance à endommager les murs. Ces aspects négatifs et la volonté toujours plus marquée d'éviter une dénaturation de l'objet historique ont poussé les spécialistes à revenir au crépi à la chaux.

Il y a douze mille ans, en Anatolie, on utilisait déjà du mortier à la chaux. Les bâtisseurs des civili-

sations mésopotamiennes et égyptiennes recouraient eux aussi au calcaire calciné. Mais ce sont les Romains qui ont perfectionné la technique de la chaux. Ils ont été les premiers à utiliser des matériaux analogues au béton pour construire des fondations, des bâtiments, des aqueducs et des quais. Avec le déclin de l'Empire romain, cette technique a largement disparu et a été remplacée au Moyen Âge par la construction à colombages.

Fantastique, mais difficile à travailler

Si le savoir sur les crépis à la chaux n'est pas complètement perdu, c'est grâce à l'architecte romain Vitruve. Ses *Dix livres d'Architecture* figurent parmi les rares ouvrages d'architecture de l'Antiquité à avoir été conservés. Son œuvre a incité Albert Jornet, géologue et chercheur en matériaux de construction à la Haute Ecole spécialisée de la Suisse italienne (SUPSI), à mener des recherches: «Le crépi à la chaux est un matériau fantastique, affirme ce dernier. Sa perméabilité à la vapeur d'eau et sa déformabilité le rendent plus résistant qu'un mortier lié au ciment.» Mais le mortier à la chaux est difficile à travailler et a besoin de temps pour durcir. S'il sèche trop vite, de grandes portions de crépi risquent de se fissurer et de se détacher. Il faut aussi le protéger et l'entretenir. Pour économiser du temps et de l'argent, les restaurateurs sont donc nombreux à l'additionner d'une pelletée de ciment.

Conformément aux descriptions de Vitruve, Albert Jornet a constaté que l'ajout de poudre de brique ou de cendres volcaniques améliorerait les propriétés de la chaux et rendait le mortier plus robuste. Le chercheur a aussi comparé quatre mélanges traditionnels de mortier de chaux avec cinq mortiers prêts à l'emploi industriels, contenant des liants hydrauliques et des agents entraîneurs d'air: il a fait construire sur le toit d'un bâtiment de la SUPSI un mur de douze mètres de long, qui a été ensuite enduit avec ces crépis. Les tests montrent que, suivant sa composition et sa teneur en liant hydraulique, le mortier sec industriel présente des propriétés comparables à celles du mortier historique.

Voilà qui devrait relancer le débat entre spécialistes: alors que les puristes refusent de s'écarter des compositions historiques, les esprits pragmatiques, comme Albert Jornet, considèrent que seules les propriétés des différents mortiers comptent – adhérence, solidité, résistance au gel. Et que c'est le résultat qui importe. ■

Sacrées, les montagnes ?

En Chine, le Tai Shan est une montagne sacrée, qui attire chaque année des milliers de pèlerins et toujours plus de touristes. Cette vénération est une tradition : en 1608 déjà, un auteur relevait que les habitants des régions avoisinantes entreprenaient de longs pèlerinages pour se rendre à la « Grande montagne ». Nombreux sont ceux qui considèrent le Niesen des Alpes bernoises comme une montagne magique. Une tradition séculaire, là aussi, qui témoigne d'un rapport à la nature empreint de respect ? Eh bien non, comme le montre l'historien Jon Mathieu dans son ouvrage *Die dritte Dimension. Eine vergleichende Geschichte der Berge in der Neuzeit*. Cette étude pionnière, parlante et drôle, montre que contrairement à la tradition asiatique, la sacralisation des montagnes euro-

péennes et nord-américaines est un phénomène lié à la modernisation et au romantisme, qui date tout juste du XIXe siècle. Mais ce n'est qu'un aspect : Jon Mathieu examine les montagnes et leurs habitants au cours des 500 dernières années dans une perspective comparée, thématissant aussi bien l'agriculture que les structures familiales, la mobilité, le tourisme, l'alpinisme, la colonisation et l'urbanisation. Enfin, l'ouvrage est une réflexion sur l'histoire en tant que discipline, notamment sur celle des sciences et de la politique environnementale, en tant que prémisses d'une perception historiographique mondialisée des montagnes. **uha** ■

Jon Mathieu, *Die dritte Dimension. Eine vergleichende Geschichte der Berge in der Neuzeit* [la troisième dimension. Une histoire comparée des montagnes à l'époque moderne]. Schwabe Verlag, Bâle, 2011. 242 p.

Drapeaux sacrés. Au Tibet, le Kailash est une montagne sacrée, qui n'a jamais été escaladée.



Olaf Schubert/prismaonline.ch

Minorités prétéritées

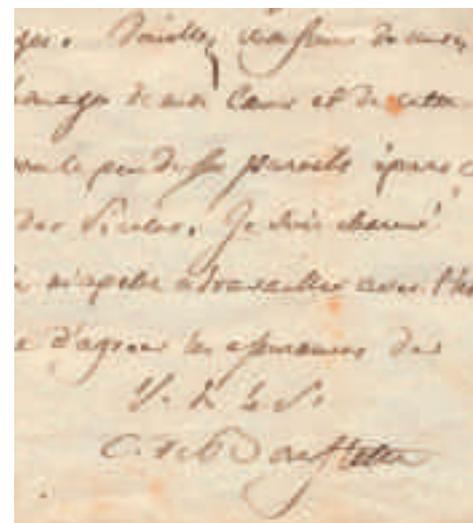
En Suisse, les immigrés et leurs religions sont un sujet politique permanent. Deux nouveaux ouvrages s'interrogent sur la façon dont vivent et sont traitées les minorités religieuses en Suisse.

Dans le cadre du Programme national de recherche « Collectivités religieuses, Etat et société » (PNR 58), des politologues ont examiné la façon dont le souverain tenait compte des demandes des minorités, comme les musulmans ou les juifs, à travers 21 votations conduites au cours des 120 dernières années – de l'interdiction de l'abattage rituel à celle des minarets. Résultat : la plupart des décisions populaires ont été négatives pour les

minorités, elles ont retardé leur assimilation ou débouché sur des lois plus sévères. C'est en tout cas l'une des conséquences des instruments de la démocratie directe – initiative et référendum.

Le second ouvrage a été, lui aussi, partiellement conduit dans le cadre du PNR 58. Consacré à la situation des musulmans, il se penche, par exemple, sur leur engagement caritatif ou sur la vision que les enfants et les jeunes ont de l'islam. **Simon Koechlin** ■

Adrian Vatter (sous la dir.), *Vom Schächt- zum Minarettverbot* [de l'interdiction de l'abattage rituel à celle des minarets], NZZ Libro, Zurich, 2011. 317 p.
Brigit Allenbach, Martin Sökefeld (sous la dir.), *Muslimen in der Schweiz* [les musulmans en Suisse], Seismo Verlag, Zurich, 2010. 394 p.



bonstettiana.ch

Charles Victor de Bonstetten. Lettre de 1787.

Un précurseur du libéralisme

Doris et Peter Walser-Wilhelm, respectivement spécialiste en langues anciennes et germaniste, ont achevé l'édition des *Bonstettiana*, après avoir réuni pendant des décennies les textes et la correspondance de Charles Victor de Bonstetten (1745–1832). Philosophe du siècle des Lumières, ce patricien bernois est considéré comme un précurseur du libéralisme européen. Il était en contact avec des écrivains, des philosophes et des scientifiques de son temps. Instruit et doué d'une grande ouverture d'esprit, il a suivi et commenté les changements sociaux liés aux mutations politiques et économiques en Europe entre 1750 et 1830. Lorsqu'il visitait de nouvelles manufactures dans le Jura ou des fermes dans le Gessenay, il consignait ses observations sous formes de récits de voyage. Charles Victor de Bonstetten s'interrogeait à propos de la démocratie et s'exprimait sur des sujets aussi divers que la politique fiscale et l'éducation des enfants. Il fréquentait les salons de l'élite intellectuelle, écrivait en français et en allemand, et entretenait un vaste réseau de connaissances au-delà des frontières helvétiques. Il a ainsi connu personnellement Napoléon et même envoyé un exposé sur la philosophie des Lumières au tsar de Russie. Sa vaste correspondance est réunie dans l'édition complète des *Bonstettiana* en vingt tomes. Ce travail a bénéficié du soutien financier du Fonds national suisse et sera diffusée par l'éditeur allemand Wallstein.

Sabine Bitter ■

www.bonstettiana.ch

Coups de foudre au Säntis

Pour comprendre comment se déclenche la foudre, un équipement a été installé sur le Säntis. Malgré des années de recherches, le phénomène reste mystérieux.

PAR OLIVIER DESSIBOURG

Les coups de foudre, c'est par SMS que Farhad Rachidi les perçoit. Loin de tomber amoureux dès que retentit son portable, ce professeur de l'EPFL reçoit un texto à chaque fois qu'un éclair frappe le Säntis, dans les Préalpes appenzelloises. Car c'est là que son groupe a installé, sur la tour radio-TV qui coiffe ce sommet de 2502 mètres, un équipement complexe visant à étudier un des phénomènes naturels les plus impressionnants: la foudre.

En la taquinant en 1752 déjà avec son cerf-volant, Benjamin Franklin a ouvert un domaine d'études inédit. Or, malgré deux siècles et demi de recherches électrisantes, le coup de foudre demeure encore énigmatique.

Que se passe-t-il lors d'un orage? «De l'air froid se glisse sous une masse d'air chaud et la soulève, explique Farhad Rachidi. Les gouttelettes et cristaux portés par ces courants verticaux s'entrechoquent et s'arrachent des électrons.» Les particules positives sont entraînées vers le haut du nuage, les charges négatives vers le bas. Résultat: «Le cumulonimbus se polarise, telle une pile électrique.»

Sur la Terre aussi, des charges, surtout positives, s'accroissent, attirées par la borne négative que forme la base du nuage. Un champ électrique important s'établit entre ces deux entités. Et tout est prêt pour le spectacle son et lumière. Mais comment se déclenche-t-il? C'est là que la science hésite.

«L'air entre le nuage et la terre est un bon isolant, détaille le professeur du Laboratoire de compatibilité électromagnétique. Or, des mesures ont montré que le champ électrique entre ces deux pôles est trop faible pour que s'initie spontanément une décharge. Pour ce faire, il devrait être au moins dix fois plus important!» Un phénomène supplémentaire doit donc être impliqué. Depuis peu, une hypothèse avance que la clé du mystère proviendrait du fond des âges: les rayons cosmiques.

Ces particules subatomiques de très haute énergie, nées lors de l'explosion de supernovæ ou dans les trous noirs, pleuvent en permanence sur la Terre. En heurtant les molécules de l'atmosphère (oxygène, azote, etc.), ces rayons leur arrachent des électrons et transfèrent à ces derniers leur fantastique énergie. Ces particules folles seraient alors à même

Record. La tour de télécommunication du Säntis est l'une des plus foudroyées d'Europe.
Photo: Gerd Krauskopf

de creuser un sillon dans l'air, un canal pour l'éclair (voir infographie).

La théorie posée, reste à la vérifier. «Or, depuis toujours, la foudre est difficile à étudier à cause de son caractère aléatoire», précise Farhad Rachidi. Deux solutions existent: générer des arcs électriques en laboratoire. «Mais ils simulent mal la réalité naturelle.» Ou, à l'extérieur, déclencher artificiellement la foudre, en la guidant un peu, comme Franklin avec la ficelle de son cerf-volant ou aujourd'hui avec des fusées lancées dans les orages, derrière lesquelles se déroulent des filins métalliques. «Mais là aussi, on fausse le tableau...»

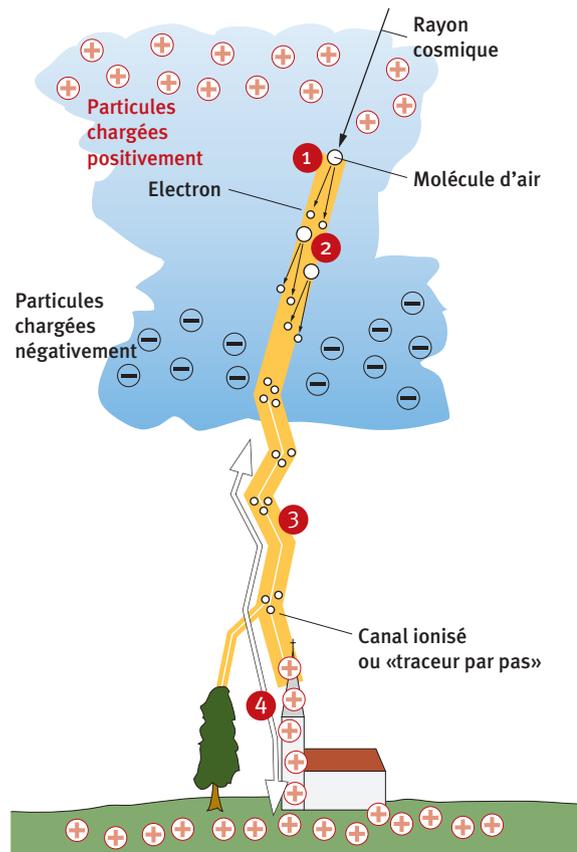
Les chercheurs tentent donc de tirer profit de l'effet de pointe, en vertu duquel la foudre tombe de préférence sur des éléments effilés dirigés vers le ciel (clocher, arbre isolé, etc.). Cela, car au-dessus d'eux, le champ électrique est exacerbé. De 1943 à 1972, une équipe de l'EPFZ a ainsi pu faire des mesures de courant de foudre sur le San Salvatore, au Tessin. Des travaux qui sont toujours de référence, mais qui souffrent de la limite de précision des instruments de l'époque.

Pour aller plus au fond des choses, avec la technologie du XXI^e siècle, l'équipe de l'EPFL a d'abord passé en revue l'activité orageuse sur plusieurs tours de télécommunication en Suisse. Bilan: celle du Säntis était la plus foudroyée. «Il s'agit même l'un des points les plus touchés d'Europe!» Pourquoi? «C'est probablement lié à la présence fréquente de foehn, qui crée un climat propice aux orages. Nous creusons la question avec des climatologues», répond Farhad Rachidi.

100 millions de mesures par coup de foudre

Vint ensuite le travail d'équipement de l'antenne, des plus complexes, mené en collaboration avec des groupes de la Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud (HEIG-VD) et de l'Université de Bologne. «Nous avons posé des détecteurs à des hauteurs de 24 et 82 mètres dans la tour qui en mesure 120, explique le doctorant Carlos Romero. Pour ce faire, j'ai dû m'assurer comme pour de l'escalade, après avoir suivi une formation appropriée. C'était parfois scabreux. Monter les 100 kilos de matériel dans une tour dont la pointe tanguait d'un mètre sous l'effet du vent n'a pas été une sinécure.»

Le chercheur a installé un système électronique robuste – «dans l'antenne, les températures peuvent varier de -35°C en hiver à +40°C l'été» – mais très sophistiqué, car il ne se laisse pas influencer par les effets électromagnétiques collatéraux induits par la foudre. Ce dispositif permet de recueillir 100 millions de mesures des divers paramètres lors de chaque coup de foudre. Mieux: pour éviter de devoir faire sans cesse le déplacement vers le Säntis, et à cause des restrictions d'accès imposées par Swisscom, propriétaire



Origine possible de la foudre :

- 1) Une particule cosmique venant de l'espace heurte une molécule d'air et lui arrache des électrons.
- 2) Le choc génère une cascade d'électrons de haute énergie.
- 3) Cette avalanche se propage par bonds, le long d'un canal ionisé: c'est le «traceur par pas».
- 4) Dès que le canal ionisé, qui peut se ramifier, atteint le sol, une décharge visible a lieu, qui remonte le long de ce canal: c'est l'éclair. L'air «brulé» à 30 000°C se dilate et produit une onde de choc: c'est le tonnerre.

Illustration: Scientific American/Joël Sutter

de la tour, les ingénieurs ont développé un système de commande et d'avertissement à distance.

Tout cet équipement, qui aura coûté un demi-million de francs – un investissement assuré pour moitié par le Fonds national suisse – fonctionne à merveille. Farhad Rachidi: «Depuis l'été 2010, nous avons capté plus d'une cinquantaine d'éclairs». Dont quelques bizarreries: «Huit décharges étaient ascendantes et de signe positif, alors que la majorité des éclairs sont négatifs». Sans entrer dans les détails, «les premières sont plutôt rares, mais cruciales, car elles portent une quantité de charges jusqu'à cent fois plus importante!» Mieux décrire ces événements surpuissants permettra de minimiser leurs effets destructeurs, sur les réseaux électriques autant que sur l'une de leurs cibles de prédilection: les éoliennes.

Par ailleurs, ces recherches ont déjà trouvé une application: la validation des systèmes de suivi d'orages, utilisés par les aéroports ou les sociétés productrices d'électricité. «Ceux-ci sont composés de capteurs disposés sur un territoire, dit Marcos Rubinstein, professeur à la HEIG-VD. Ils mesurent les champs électromagnétiques générés par les éclairs et localisent où est tombée la foudre. Mais, pour l'heure, avec une précision de quelques centaines de mètres seulement. Nos appareils permettront de confirmer les améliorations qui y seront apportées.» Quant à l'énigme de l'origine du feu du ciel, les scientifiques estiment que les mesures réalisées au Säntis, que viendront encore affiner l'installation d'autres instruments, comme une caméra ultra-rapide visualisant le déroulement des éclairs, permettront d'y voir plus clair. Et de faire, vraiment, parler la foudre. ■

5000 détecteurs sous la glace

Les neutrinos sont des particules éminemment fugaces, qui recèlent des informations décisives sur la matière sombre. Une expérience a été initiée au pôle Sud pour les détecter.

PAR PIERRE-YVES FREI

C'est beau. Mais cela peut aussi devenir ennuyeux si l'on y reste trop longtemps. La station Amundsen-Scott est posée à la verticale du pôle Sud, sur une épaisseur de glace de 3000 mètres. «D'où l'impression de se promener sur un altiplano. On a besoin d'un temps d'acclimatation. Surtout avec cet air si sec.» Mathieu Ribordy garde des souvenirs intenses de son séjour sur place et des gens qu'il y a rencontrés. Mais s'il peut l'éviter, il n'y retournera pas. «Malgré l'extraordinaire convivialité qui y règne, ce lieu est parfaitement stérile et loin de tout», souligne-t-il.

Et pourtant, dans les années qui viennent, le professeur du Laboratoire de physique des hautes énergies à l'EPFL vivra une relation intense avec ce

Au cœur du piège. Les détecteurs sont en quête de la lumière bleutée qui signe l'interaction entre un neutrino et la matière. Photo : B. Gudbjartsson/nsf.gov

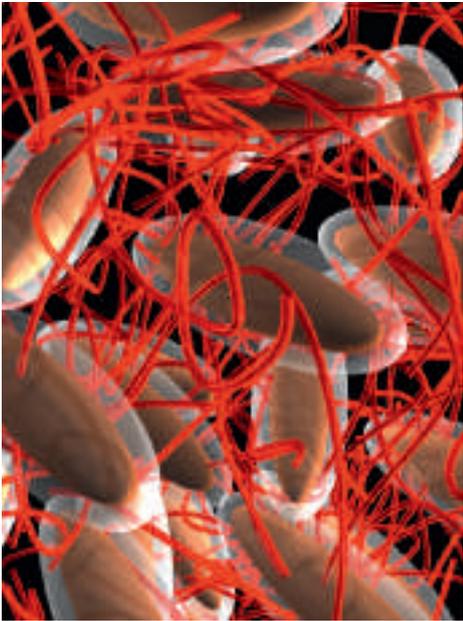
coin perdu et glacé. Car c'est là que repose IceCube. Le dispositif a pour vocation de détecter les neutrinos, des particules pour le moins fugaces, dont la masse est infime à ce point qu'elles n'interagissent presque jamais avec la matière. A chaque seconde, elles sont plusieurs milliards à traverser nos corps sans que nous ne nous en rendions compte. Cette discrétion gêne les chercheurs, car les neutrinos sont des particules intéressantes à plus d'un titre : elles recèlent des informations de première importance sur certaines des énigmes les plus épineuses de l'Univers, comme celle de la matière sombre.

Des profondeurs essentielles pour l'expérience

«L'Univers serait composé à 85% de cette matière sombre, dont l'identité nous échappe encore, avoue Mathieu Ribordy. Certaines hypothèses mettent en scène des neutrinos. D'où l'importance de les détecter.» Mais il faut déployer des trésors d'ingéniosité pour piéger les passe-murailles. IceCube en est la meilleure preuve. Il est composé de 86 puits de 60 centimètres de diamètre sur une profondeur – de glace – de 2500 mètres. Dans chacun de ces trous repose une ligne de 60 détecteurs, qui se déploie entre 1500 et 2500 mètres de profondeur.

Ces profondeurs sont essentielles pour la réussite de l'expérience. Elles mettent les détecteurs à l'abri d'une multitude d'événements particuliers parasites, et la glace y a été tellement compactée par la pression qu'elle en est devenue transparente. Or, cette transparence est essentielle, car les détecteurs sont en quête de minuscules éclairs de lumière bleutée (l'effet Tcherenkov), qui signent une très rare interaction entre un neutrino et la matière.

Il aura fallu cinq ans pour creuser tous les puits. Les travaux qui se sont achevés en 2010 se sont déroulés pendant les étés australs, bien que la belle saison soit très relative au pôle Sud. «Il fallait creuser chaque puits en moins de 48 heures, sinon la glace se reformait et on ne pouvait pas installer les lignes de détecteurs», se souvient le physicien. Le consortium scientifique mené par les Etats-Unis, et auquel la Suisse participe, a dû mettre au point une foreuse spéciale fonctionnant à base d'eau chaude sous haute pression pour parvenir à ses fins. Un engin qui s'est révélé très efficace. Aujourd'hui, les scientifiques sont à pied d'œuvre. La chasse aux neutrinos cosmiques est ouverte. Et la matière sombre n'a qu'à bien se tenir. ■



Flexible à volonté. Structure illustrée d'un élastomère.

Des matériaux modulables à souhait

Inerte, la matière ? Erreur ! Une fois déformés, certains matériaux, appelés « à mémoire de forme », peuvent revenir à leur morphologie originelle : il suffit d'un peu de chaleur ou d'un courant électrique. Cette nouvelle génération de composés, dits « intelligents », sont susceptibles de trouver de nombreuses applications en robotique ou en médecine.

A l'Institut Adolphe Merkle de l'Université de Fribourg, Hervé Dietsch veut créer des matériaux contrôlables à l'aide de champs magnétiques, que l'on pourrait alors manipuler à distance. « Une valve composée de ce matériau permettrait de contrôler depuis l'extérieur l'administration d'un médicament à l'intérieur même du corps humain », explique le jeune chercheur. Effectués en collaboration avec l'EPFZ, les premiers tra-

vaux sont encourageants et font l'objet de la première publication du programme « Smart Materials », lancé en avril 2010 par le FNS.

En greffant les bonnes molécules à la surface de nanoparticules magnétiques, les chercheurs ont réussi à les insérer dans un matériau (un polymère) à mémoire de forme. « Nous avons observé que l'élasticité du composé augmente lorsque les particules sont bien intégrées dans la matrice du polymère », note Hervé Dietsch. La prochaine étape : utiliser des particules suffisamment magnétiques pour contrôler la forme du matériau à l'aide des champs magnétiques. « Nous avons déjà des résultats, mais nous ne pouvons pas encore en parler », glisse le chercheur. **Daniel Saraga** ■

L'homme influence le climat depuis 8000 ans

Lorsque l'on évoque la contribution de l'homme au réchauffement du climat, on accuse généralement le CO₂ rejeté dans l'atmosphère à l'ère industrielle (dès 1850). Or, depuis 8000 ans, on observe une augmentation des gaz à effet de serre que sont le CO₂ et le méthane, bien que selon les variations cycliques du climat, la Terre devrait se refroidir en vue de la prochaine glaciation, et ces gaz diminuer dans l'atmosphère. Des scientifiques ont avancé l'hypothèse d'une contribution humaine à cette augmentation préindustrielle du CO₂. Le carbone est en effet stocké par la végétation, laquelle est modifiée par la chasse, la pâture et l'agriculture. Nos ancêtres utilisaient le sol plus extensivement, et donc une plus grande surface par habitant qu'aujourd'hui. Partant de ce constat, l'équipe du professeur boursier Jed Kaplan de l'EPFL a estimé l'utilisation du sol par nos ancêtres, à l'aide de données relatives à la végétation et au nombre d'habitants. L'utilisation du sol a servi à prédire la quantité de CO₂ dérivé des activités humaines. Les résultats de l'étude suggèrent que l'utilisation du sol par l'homme entre 6000 av. J.C. et 1850 a généré de fortes émissions de CO₂. Ces conclusions contrastent avec celles de recherches précédentes et militent en faveur de l'hypothèse d'une influence humaine préindustrielle sur le climat. **Anne Burkhardt** ■



Tantôt douce, tantôt salée. Photo satellite de la mer Noire (2006).

L'histoire de la mer Noire en accéléré

Au cours des 670 000 dernières années, la mer Noire a connu une histoire mouvementée. A plusieurs reprises, elle s'est retrouvée coupée de la Méditerranée : le détroit du Bosphore n'avait plus que 35 mètres de profondeur et la mer Noire s'est transformée en un gigantesque lac d'eau douce. C'est ce qu'ont démontré Dominik Fleitmann et Seraina Badertscher de l'institut de géologie de l'Université de Berne dans la revue *Nature*. Dominik Fleitmann est professeur boursier FNS et Seraina Badertscher sa doctorante.

Les chercheurs ont opéré leur reconstruction en se basant sur les rapports entre les deux isotopes de l'oxygène ¹⁶O et ¹⁸O, que l'on trouve dans les stalactites de la grotte de Sofular, au nord de la Turquie. Ces derniers reflètent la composition de l'eau de pluie – et donc

indirectement de l'eau de mer qui s'est formée à partir de l'eau de pluie.

Or, l'eau de la Méditerranée présente une autre composition d'isotopes que l'eau douce qui s'écoule dans la mer Noire. Les isotopes de l'oxygène permettent donc de déterminer les périodes durant lesquelles le Bosphore était ouvert et l'eau de mer affluait. Les chercheurs bernois ont montré que l'accès à la Méditerranée a dû être ouvert à au moins douze reprises au cours de 670 000 dernières années. La dernière jonction avec la Méditerranée remonte à 9400 ans environ. Mais Dominik Fleitmann ne pense pas que cette réunion ait entraîné une inondation catastrophique comme dans l'histoire du Déluge. Elle n'a provoqué qu'une montée très lente du niveau des eaux de la mer Noire. **Felix Würsten** ■



« Même minime, la pollution de l'air est problématique »

élevée, les personnes sensibles, notamment les asthmatiques, vont plus souvent chez le médecin, ils doivent prendre davantage de médicaments et finissent parfois à l'hôpital. A long terme, les polluants atmosphériques entraînent une baisse de la fonction pulmonaire. Les affections des voies respiratoires augmentent, tout comme l'artériosclérose, d'où une élévation de la mortalité. Car les gens meurent moins de troubles respiratoires que de problèmes cardio-vasculaires.

Est-ce surprenant que les polluants atmosphériques aient un effet sur le cœur ?

Seulement à première vue. Les particules polluantes sont susceptibles de déclencher une inflammation chronique dans les poumons, qui peut se propager à l'ensemble de l'organisme, et donc avoir un impact sur le cœur, voire sur le cerveau. L'expérimentation animale montre également qu'il existe peut-être un rapport entre la poussière fine et certaines maladies inflammatoires classiques, comme le diabète et l'obésité.

Pour combattre les bactéries et les virus, la recherche met au point des médicaments.

Que pouvez-vous faire contre les maladies causées par la pollution atmosphérique ?

La question de savoir quelles sont les mesures les plus utiles est l'objet d'un vaste débat. En ce qui nous concerne, les résultats de notre étude ont, par exemple, contribué à la définition de valeurs limites pour la poussière fine. Pour moi, le plus beau a été de réussir à montrer que l'amélioration de la qualité de l'air était synonyme d'avantages pour la santé de la population. Cela nous a permis de confir-

Les polluants peuvent endommager les poumons, le cœur et le cerveau. Pour des raisons génétiques, certaines personnes sont particulièrement à risque, affirme Nicole Probst-Hesch.

PAR ORI SCHIPPER
PHOTO ANNETTE BOUTELLIER

Nicole Probst-Hesch, au cours des trente dernières années, la qualité de l'air s'est améliorée, du moins en Europe. Faut-il cesser de s'inquiéter ?

Non, car même une pollution atmosphérique minime n'est pas sans danger. Nous devons donc poursuivre nos efforts pour maintenir l'air aussi pur que possible. Notre situation, ici, est privilégiée. Prenez

Chennai, en Inde, où se trouve notre institution partenaire : là-bas, la circulation a de quoi vous tuer ! Nous aimerions faire profiter d'autres pays de l'expertise que l'étude SAPALDIA nous a permis de constituer, afin de prévenir les gens des préjudices que la pollution atmosphérique risque d'infliger à leur santé.

Quels sont ces préjudices ?

A court terme, la pollution de l'air provoque des troubles respiratoires. Les jours où la concentration de particules fines est

mer l'action des politiques: les mesures qu'ils avaient prises étaient vraiment utiles. Il s'agit maintenant de contenir les émissions de polluants liées au trafic ou, mieux encore, de les abaisser. Ce qui suppose, évidemment, d'être prêt à investir dans les transports publics.

Vous analysez le patrimoine génétique des participants à l'étude. Quel rôle joue-t-il dans les maladies imputées à la pollution de l'air?

Qu'une maladie se déclare ou non dépend de nombreux facteurs. Certains d'entre eux, comme les facteurs environnementaux et le style de vie, ne dépendent pas du

« Il s'agit de contenir les polluants liés au trafic, mieux encore, de les abaisser. »

patrimoine génétique. La recherche y a rarement prêté attention jusqu'ici. Avec l'étude SAPALDIA, nous aimerions changer cela. Mais nous nous intéressons aussi aux raisons pour lesquelles certaines personnes sont plus sensibles que d'autres aux polluants atmosphériques. Ces différences

Nicole Probst-Hensch

Nicole Probst-Hensch est épidémiologue. Après des études de pharmacie à l'EPFZ, une thèse de doctorat à l'Université de Bâle et un long séjour de recherche en Californie, elle a mis sur pied et dirigé l'Institut national pour l'épidémiologie et l'enregistrement du cancer (NICER) à l'Université de Zurich. Depuis 2009, elle est à la tête du département d'épidémiologie des maladies chroniques à l'Institut tropical et de santé publique suisse, à Bâle. Nicole Probst-Hensch est responsable de la biobanque et de la génétique de l'étude de cohorte SAPALDIA. Elle est aussi membre de la direction de l'étude.

d'origine génétique doivent être prises en considération lorsqu'il s'agit de définir des valeurs limites pour la pollution de l'air. Les maladies chroniques auxquelles nous avons affaire sont très complexes: souvent, ce n'est pas un gène qui est en cause, mais différents facteurs de risque génétiques.

Partir de la génétique ne vous permet guère d'avancer?

Il ne s'agit pas de développer des tests génétiques pour certaines maladies chroniques. Nous aimerions décrypter les mécanismes des affections et mieux comprendre ce qui se passe lorsqu'une maladie se développe à cause de la pollution atmosphérique. Grâce à nos analyses génétiques, nous nous rapprochons peu à peu de cet objectif.

Avec l'étude SAPALDIA, nous avons vu, par exemple, que pour certains gènes impliqués dans les processus inflammatoires, les personnes particulièrement sensibles présentaient d'autres variantes que les personnes en bonne santé. Nous en concluons que les processus inflammatoires jouent un rôle important dans l'apparition de la maladie. Par ailleurs, nous avons démontré que dans le cas de l'asthme chez l'enfant, les gènes impliqués n'étaient pas les mêmes que chez l'adulte. Du point de vue génétique, il s'agit donc de deux affections différentes, avec des mécanismes spécifiques.

Vous gérez une «biobanque» pour l'étude SAPALDIA. De quoi s'agit-il?

Une biobanque collecte du matériel génétique prélevé sur des donneurs et rattaché à leurs données cliniques. Plus il y a de donneurs et plus on observe sur le long terme l'évolution de leurs maladies, plus la biobanque a de la valeur. La nôtre abrite 240000 tubes capillaires congelés. Pour des raisons de sécurité, nous les avons répartis de manière identique dans trois biobanques, à Bâle, Zurich et Genève. Ce travail a occupé plusieurs étudiants pendant des semaines. Dans l'industrie, il aurait été

SAPALDIA

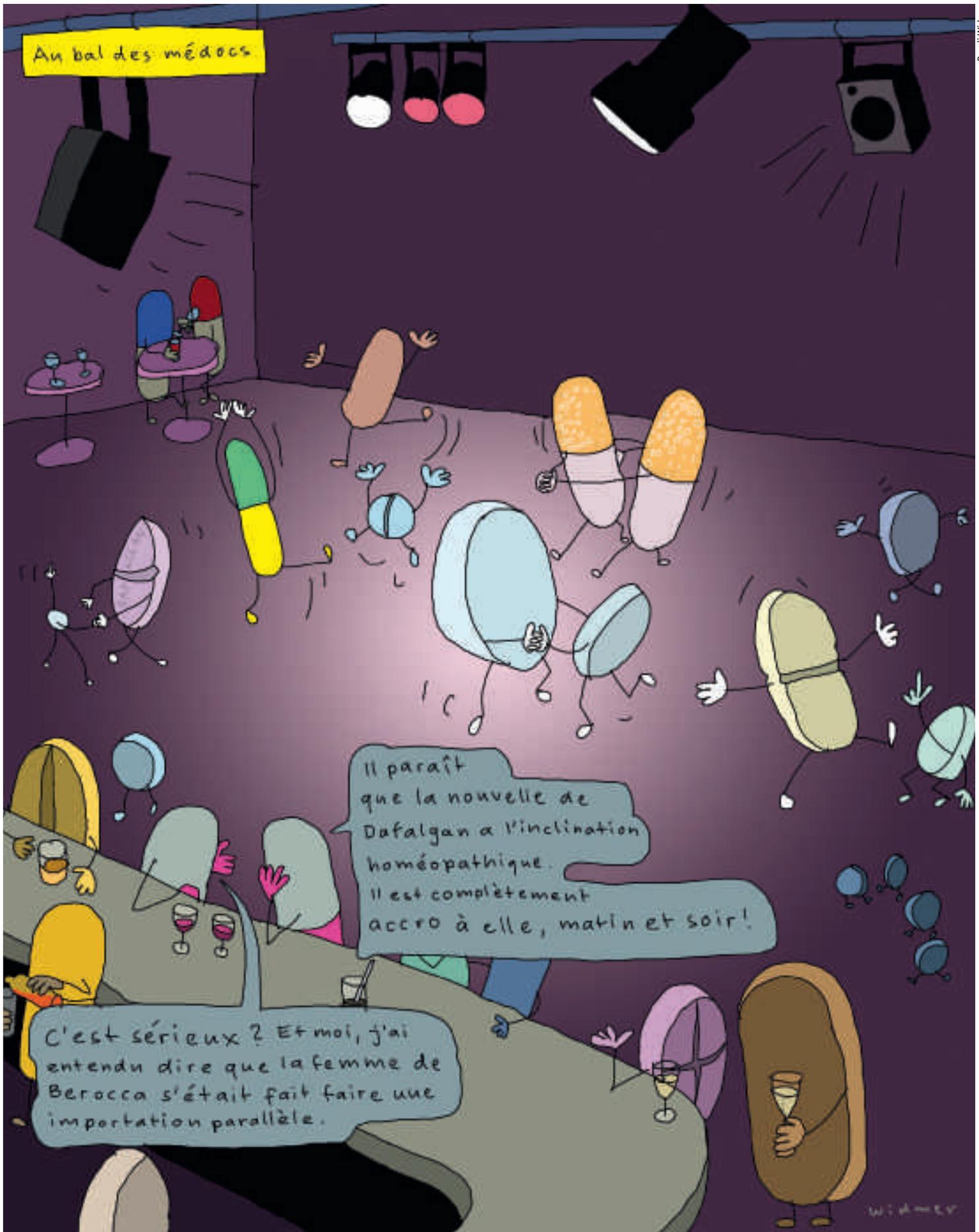
SAPALDIA est l'acronyme de Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults. Dans le cadre de cette étude de cohorte, des épidémiologues, médecins, biologistes et statisticiens analysent l'impact de l'environnement, du style de vie, des conditions sociales et des gènes sur la santé de la population suisse. Depuis 1991, les chercheurs collectent du matériel biologique et des données relatives à la santé de 10000 sujets recrutés au hasard. Ces derniers sont domiciliés à Aarau, Bâle, Davos, Genève, Lugano, Montana, Payerne ou Wald.

assuré par des robots, mais nous ne pouvons pas nous en offrir dans le cadre de la recherche académique. Je pense d'ailleurs que l'un des grands défis de l'avenir sera de forger des partenariats public-privé.

Y en a-t-il d'autres que vous devriez relever pour un projet d'aussi grande envergure et de si longue haleine?

Tout tourne autour des réseaux. Pas seulement chez nous: la tendance se dessine dans le monde entier. Dans les conglomérats de la recherche médicale – souvent dirigés par l'Etat – nous autres chercheurs devons travailler de manière toujours plus interdisciplinaire. Je trouve qu'il s'agit d'une bonne chose, car c'est le seul moyen pour avancer et dépasser les limites que l'on fixe aussi bien aux sciences fondamentales qu'à l'épidémiologie. Ensemble, nous pouvons aussi exploiter de manière efficace le vaste potentiel de recherche que recèle notre biobanque.

Vu l'importance des coûts, c'est quelque chose que nous devons à la société. Mais pour les responsables des études, la situation n'est pas toujours facile: on passe 90% de son temps à organiser, alors que l'on est jugé d'après ses publications, pour lesquelles on ne dispose que des 10% restants. ■



Dynamique de la distinction

Il est presque impossible d'abolir les titres qualificatifs censés conférer une distinction à certains individus. Mais en sciences, il serait souhaitable d'en faire un usage réfléchi. A l'inverse de ce que l'on observe avec le dernier mot magique en date : « l'excellence ».

PAR JON MATHIEU

Sans que personne ne l'ait vu venir, l'« excellence » s'est retrouvée dans toutes les bouches. Je ne me souviens plus du moment précis où le raz de marée a déferlé. Mais d'un jour à l'autre, pour ainsi dire, l'univers de la recherche est devenu synonyme d'« excellence ». L'initiative allemande d'encouragement à l'excellence pour la recherche et la science a officialisé ce triomphe. Nous étions définitivement entrés dans l'ère des superlatifs et de ses prospectus imprimés sur papier glacé.

A mes oreilles d'historien, ce mot magique fait résonner des événements du passé. En 1645, lorsque s'ouvrirent les négociations qui devaient conduire à la Paix de Westphalie, l'enjeu résidait moins dans les atrocités de la guerre de Trente Ans que dans la question de savoir qui des participants pouvait prétendre au prédicat « Excellence ». Les ministres des princes-électeurs allemands réussirent dès le début à le revendiquer. Alors que les délégués des princes, qui n'étaient habilités par aucun décret impérial à porter ce titre, durent se contenter d'attendre qu'on veuille bien le leur reconnaître.

Même là où les titres n'étaient pas réglementés, on a souvent fini par assister à leur inflation et à l'apparition de nouvelles distinctions. Longtemps, en Italie, seul le prince était une « Excellence ». Mais à partir des années 1590, des ministres étrangers s'arrogèrent ce titre, et les cardinaux se firent appeler « Eminence ». Le prince estima alors qu'« Excellence » n'était plus assez distingué pour lui et devint « Altezza ». « Excellence » poursuivit sa dégringolade et, à la fin du XIXe siècle, le *Dictionnaire de la conversation de Meyer* (une bible de la bourgeoisie allemande) constatait avec étonnement : « En Italie, on use abondamment dans la correspondance du titre <Eccellentissimo Signore> et dans la conversation de celui d'<Eccellenza>. Dans le Sud, notamment, on donne de l'<E.> à n'importe quel étranger. » Cet exemple indique que la dynamique de la



Hans-Christian Wepler

distinction n'épargne pas la population au sens large. Une liste des propriétaires d'une grande commune engadinoise, datant de 1602, répertoriait trois titres qui distinguaient près d'un tiers d'entre eux. Cent ans plus tard, il y avait seize titres en usage, et ces derniers distinguaient plus de deux tiers des individus. Un siècle plus tard encore, on assistait à l'apparition des superlatifs. Comble de l'ironie : ces titres – « Illustrissimi » – étaient ceux que les cardinaux, devenus « Eminences », avaient abandonnés par le passé.

L'expérience historique nous enseigne qu'il est impossible d'abolir durablement les titres. Nous devrions donc nous demander comment en faire un usage sensé. Usurper le titre de docteur en se rendant coupable de plagiat peut coûter son poste à un ministre. En revanche, chacun peut se targuer d'excellence à sa guise.

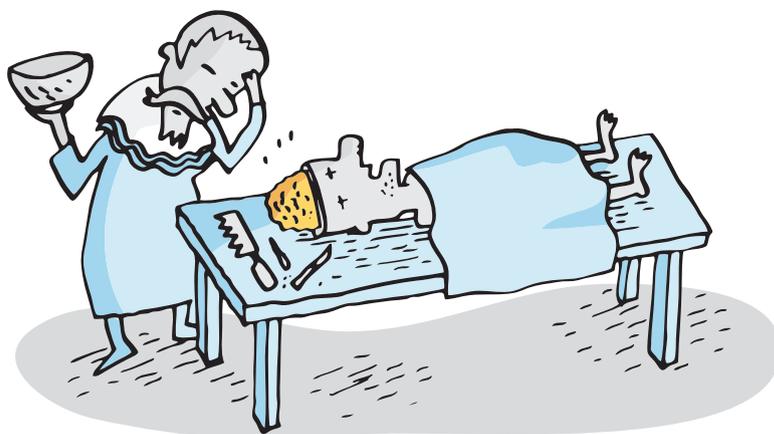
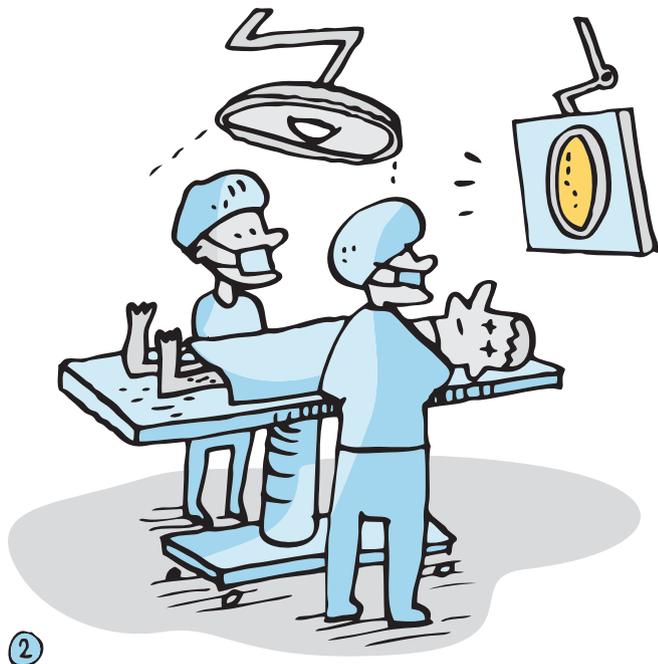
Or, il n'en va pas uniquement de la vanité individuelle. Parfois, cette question touche à des aspects essentiels de la politique de la recherche, censés forger la Suisse en tant que place de formation. Des non-spécialistes – par exemple des représentants des autorités – sont-ils habilités à qualifier tout de go ceci ou cela de « recherche de pointe » ou de « pôle d'excellence » ? Nous avons pris très au sérieux d'autres questions relevant de l'éthique et de la responsabilité scientifiques. Comment entendons-nous procéder avec ces qualificatifs ? ■

Jon Mathieu est professeur d'histoire moderne à l'Université de Lucerne et membre de la division sciences humaines et sociales du Conseil national de la recherche du FNS.

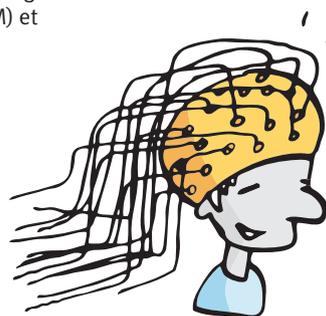
Les yeux dans le cerveau

PAR PHILIPPE MOREL
ILLUSTRATIONS STUDIO KO

① Mou et gélatineux, d'une masse d'environ 1500 grammes et sans activité apparente, le cerveau humain est un organe que la dissection post-mortem peine à appréhender jusqu'au milieu du XIXe siècle. A cette époque, le Français Paul Broca découvre le centre du langage en étudiant les cerveaux lésés de deux sujets aphasiques décédés. Un peu plus tard, l'Italien Camillo Golgi, développe une technique de coloration, qui met en évidence les cellules du système nerveux que sont les neurones.



② Au cours du XXe siècle, les techniques d'imagerie du cerveau vont progresser selon deux axes : l'imagerie structurelle (ou anatomique) et l'imagerie fonctionnelle. La première aide à mieux comprendre l'architecture du cerveau. Elle permet, par exemple, de localiser des lésions cérébrales à des fins de diagnostic ou de préparer une intervention chirurgicale. Au nombre de ces techniques, on trouve l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et divers types de tomographie.



③ L'imagerie fonctionnelle, quant à elle, vise à observer le cerveau en action. En analysant le signal résultant de la réalisation d'une tâche cognitive, elle s'efforce de relier cette dernière à certaines zones du cerveau. Parmi elles, on trouve l'électroencéphalographie (EEG), inventée en 1929 par le neurologue allemand Hans Berger. Grâce à des électrodes disposées sur le crâne, l'EEG mesure les variations locales de l'activité électrique cérébrale.



④ Plus récente, l'IRM fonctionnelle (IRMf) cartographie indirectement la consommation d'oxygène dans le cerveau. Cette technique permet de voir littéralement s'allumer les différentes régions cérébrales impliquées dans une tâche cognitive. Certains, particulièrement aux Etats-Unis, voient en l'IRMf le détecteur de mensonges ultime. Mais un outil de recherche a-t-il sa place dans un tribunal ? Le débat est ouvert.

L'exposition « Les doigts dans le cerveau » est visible jusqu'au 29 juillet 2012 à l'Espace des Inventions, Vallée de la Jeunesse 1, Lausanne.
www.espace-des-inventions.ch

Page réalisée en collaboration avec l'Espace des Inventions, Lausanne.

Juin à septembre 2011

Cafés scientifiques

Neuchâtel: « Croyance ou crédulité : la raison pose les plaques » (14 septembre)
Cafétéria du bâtiment principal, Université de Neuchâtel,
av. du 1er-Mars 26, 2000 Neuchâtel, de 18h00 à 19h30
www.unine.ch/cafescientifique

Jusqu'au 15 septembre 2011

« Bruits »

Musée d'ethnographie
Rue Saint-Nicolas 4, 2000 Neuchâtel
www.men.ch

Jusqu'au 25 septembre 2011

« Acrobaties photographiques »

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

Jusqu'au 16 octobre 2011

« Edelweiss, mythes et paradoxes »

Conservatoire et Jardin botaniques
Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy-Genève
www.ville-ge.ch/cjb

Jusqu'au 31 décembre 2011

« Gare aux coquilles ! »

Musée de zoologie
Palais de Rumine, place de la Riponne 6, 1014 Lausanne
www.zoologie.vd.ch

Jusqu'au 6 novembre 2011

« Mottes de vie »

Centre Pro Natura de Champ-Pittet
Cheseaux-Noréaz, 1400 Yverdon-les-Bains
www.pronatura.ch/champ-pittet

Jusqu'au 9 janvier 2012

« Élémentaire. Une histoire de chimie »

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

Du 16 juin 2011 au 29 avril 2012

« PEAU »

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

Feu d'artifices interactif

Le titre de leur podcast pourrait figurer sur leur étendard, s'ils en avaient un: « La science, avec le sens de l'humour » – un humour britannique et cinglant, *of course*. Et s'il existait un record de la vitesse de la réflexion, celles et ceux qui font l'émission de radio « The Naked Scientists » [les scientifiques déshabillés] auraient de sérieuses chances de le décrocher. L'objectif de leur format peut paraître ronflant: aller voir sous les blouses des meilleurs scientifiques du monde et dénuder les faits, avec force clins d'œil. Mais le résultat est presque toujours

à la hauteur. Tous les dimanches, de 18 à 19 heures, Chris Smith et sa fine équipe allument un feu d'artifices. Au programme, des nouveautés venues du monde entier de la recherche, mais aussi des expériences simples, que les auditeurs peuvent réaliser directement chez eux, dans leur cuisine. Afin de comprendre, par exemple, pourquoi

une bougie placée derrière une bouteille de vin se souffle facilement, mais pas si elle se trouve derrière une boîte à chaussures. Pour les sujets plus approfondis, les animateurs font appel à des chercheurs, qui s'efforcent de répondre de manière aussi concise et précise que possible aux questions des auditeurs. En général, l'émission va loin pour impliquer le public dans la réflexion et le faire participer à un dialogue: les interviews sont retranscrites sur le site Internet, où l'on trouve aussi des hyperliens vers les publications scientifiques; un forum permet de commenter les sujets diffusés et de discuter, mais aussi de trouver des réponses à de nouvelles questions. Ceux qui le souhaitent peuvent suivre les « scientifiques déshabillés » sur Twitter, sur Facebook et même sur Second Life – n'en déplaise à ceux qui ont prédit la disparition de cet univers virtuel. **ori** ■



«The Naked Scientists»: L'émission qui déshabille la science et met les faits à nu. Photo: Perry Hastings

«The Naked Scientists», tous les dimanches sur la BBC
A podcaster sur: itunes.apple.com/podcast/the-naked-scientists-naked/id164924497.

