LE MAGAZINE SUISSE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
N° 70, septembre 2006

horizons

SWISS-PROT : l'encyclopédie des protéines

MYSTÉRIEUSES BULLES : le phénomène de la cavitation

ÈRES GLACIAIRES : la piste qui mène à l'effet de serre

SAPINS BLANCS : pourquoi ils ont été chassés vers le nord

FNSNF
FONDS NATIONAL SUISSE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Protéines et microprocesseurs

D'une manière générale, notre société de l'information produit de plus en plus de données, de toutes sortes, de plus en plus vite. Mais comment gérer de façon efficiente ce flux toujours croissant ? C'est un défi auquel de nombreux biologistes s'intéressant au génome et au protéome des organismes vivants ont été confrontés durant les années quatre-vingt déjà.

Certains d'entre eux ont alors décidé de monter à bord du train de l'informatique grand public, naissante à ce moment-là.

Troquant en quelque sorte la souris de laboratoire contre la souris d'ordinateur, ils sont devenus les pionniers d'une nouvelle discipline scientifique : la bioinformatique.

Dans la présente édition de *Horizons*, nous vous présentons un de ces précurseurs dont le parcours se confond avec l'histoire de la bioinformatique. Il est le fondateur de Swiss-Prot, la banque de données de référence en matière de protéines. Celle-ci a fêté ses vingt ans d'existence en août dernier et on ne peut que lui souhaiter bon vent pour les vingt à venir.

Après un détour du côté des étoiles de mer de l'archipel d'Hawaii, nous vous invitons à remonter un peu le temps afin d'évoquer aussi l'une des grandes querelles de l'histoire des sciences. Aux XVIIIe et XIXe siècles, deux écoles de pensées, les neptunistes et les vulcanistes, se sont affrontées au sujet de la formation de la Terre. Finalement battus en brèche par les arguments de leurs adversaires, les neptunistes nous ont pourtant légué un précieux héritage : la théorie des glaciations. Quelques décennies plus tard, les recherches entreprises sur le pourquoi des glaciations ont contribué à la découverte de l'effet de serre, thématique ô combien d'actualité. D'une fausse piste est née une connaissance.

En pionnier, le chercheur se doit de sortir des sentiers battus afin d'explorer de nouveaux horizons. Cette démarche implique une prise de risques, mais les fausses pistes des uns permettent aussi aux autres d'avancer : la ligne droite est rarement le meilleur chemin, surtout lorsqu'il s'agit de recherche fondamentale.

Philippe Morel
Rédaction de *Horizons*

Severin Nowacki

Pionnier de la bioinformatique, Amos Bairoch se passionne pour les protéines et la vie extraterrestre.

EPFL

Sous l'effet de la pression, des bulles de vapeur potentiellement destructrices peuvent se produire dans l'eau.

swiss-image.ch

Les traces d'anciens glaciers ont permis, il y a 200 ans, aux géologues de faire des découvertes sur la formation de la Terre.

Photo de couverture en haut :
Les locaux de Swiss-Prot.
Photo : Severin Nowacki

Photo de couverture en bas :
Prises de vue au microscope de pollens de sapin blanc.
Photo : Université de Berne

« Ceux qui deviennent entrepreneurs devraient quitter la recherche académique. »

Sheldon Krimsky, universitaire américain spécialiste du sponsoring et du transfert de technologie
Page 28

Actuel

5 Questions-réponses
L'autorité parentale conjointe en question

6 **Le trident de Neptune**
Fertilisation de sols pauvres : effets à long terme
Téléportation quantique : la science rejoint la fiction

7 En image
Noyau et enveloppe

8 **Ras-le-bol de l'école**
Contrariété inconsciente
Mieux connaître les effets du « coup du lapin »

Point fort

9 **Au cœur de la jungle des protéines**
La diversité des protéines est énorme. L'homme en produit ainsi pas moins de 30 000 sortes au cours de son développement. Le biochimiste genevois Amos Bairoch a décidé, il y a vingt ans, de rassembler toutes les protéines connues dans une banque de données appelée Swiss-Prot et de les mettre à disposition du public. Swiss-Prot contient aujourd'hui quelque 230 000 séquences et est utilisée dans le monde entier.

Portrait

16 **Guy Bodenmann, un homme pas stressé**
Ce psychologue a développé des programmes de gestion du stress dont la qualité est reconnue au niveau international. Et il en a lui-même tiré profit…

Interview

28 **« Les falsifications dues au sponsoring sont une réalité »**
Le philosophe des sciences américain Sheldon Krimsky met en garde contre la commercialisation excessive de la science.

Autres thèmes

18 **Personnes dépendantes en quête d'indépendance**
La prise en charge des petits enfants, des handicapés et des personnes âgées peine à être reconnue en Suisse. Les expériences innovantes sont pourtant légion.

20 **Mystérieuses bulles**
Sous l'effet d'une pression très basse, des bulles de vapeur aux effets destructeurs se forment dans les turbines hydrauliques.

22 **Quand le système immunitaire s'en prend au cœur**
Une insuffisance cardiaque, surtout chez les jeunes patients, est souvent due à une surréaction du système immunitaire.

23 **Ce qui lie périodes glaciaires et effet de serre**
En se basant sur une hypothèse erronée, des chercheurs du XIXe siècle ont involontairement favorisé la découverte de l'effet de serre.

26 **Les plages de sapins ont eu chaud**
Il y a 6000 ans, des incendies de forêts ont chassé les sapins blancs des bords de la Méditerranée.

31 **A Hawaii, auprès des étoiles de mer**
Deborah Zulliger plonge à la recherche de certaines étoiles de mer pour étudier la stucture de leur population.

32 **« Bien sûr, il trouvait qu'il était le meilleur ! »**
L'œuvre de l'écrivain suisse Robert Walser fait l'objet d'une édition critique complète.

Rubriques

4 **Opinions**
4 **En bref**
15 **Boîte à outils**
25 **Cartoon**
33 **Perspective**
34 **Enigmes**
34 **Excursion**
34 **Impressum**
35 **A lire**
35 **Agenda**

opinions

Quelle quantité de CO_2 est-elle fixée ?

N° 69 (juin 2006)

Votre double page consacrée à l'arbre iroko est claire et très intelligible. Au premier abord, la méthode de fixation du CO_2 qui y est décrite semble effectivement prometteuse. Mais une lecture détaillée m'amène à poser la question suivante : pour qu'il puisse produire son oxalate de calcium, l'arbre a besoin d'ions de calcium dissous qu'il tire du sol (ils ne peuvent guère venir d'ailleurs). Or ces réserves de calcium dans le sol sont nettement plus importantes que celles de carbonate de calcium. Et pour que le calcium se dissolve, il faut qu'il ait été décomposé quelque part (p. ex. à la pointe des racines) avec de l'acide. Ce processus libère une quantité correspondante (équimolaire) de CO_2 qui n'est malheureusement pas prise en compte dans votre schéma. Est-il possible qu'il s'agisse simplement d'un substitut biogénique du carbonate minéral ? Dans tous les cas, il n'est pas possible de « lier » davantage de CO_2 qu'il n'y a dans le sol de carbonate de calcium ($CaCO_3$), son équivalent moléculaire.

Werner Sieber, docteur en sciences techniques de l'EPFZ

Réponse du chercheur

En fait, et c'est tout l'intérêt de ce modèle, il est parfaitement possible de « lier » davantage de CO_2 qu'il n'y a de $CaCO_3$ dans le sol initial. Cela tient au fait que les sources de calcium ne sont pas des carbonates mais des silicates ou des alumino-silicates. L'altération de ces substrats par des solutions acides soit d'origine racinaire soit chargées en CO_2 atmosphérique, libère le calcium ionique (Ca_{2+}) qui peut être pompé par l'arbre ou les champignons pour produire des oxalates de calcium. Le résidu d'altération est formé, suivant les substrats, de silice monomère (H_4SiO_4), de silicates d'alumine secondaires (argiles de néogénèse), et d'hydrogénocarbonate en solution. Les arbres, situés essentiellement sur des substrats granitiques ou schisteux, et donc sur des sols au départ acides, modifient leur environnement en stockant le carbonate de calcium au travers de l'écosystème arbre-champignons-bactéries. Il est clair que le carbonate précipité subit de multiples dissolutions et reprécipitations (voir par exemple la photographie 3 de l'article), mais son origine primaire est directement liée au cycle oxalate-carbonate, c'est-à-dire au piégeage de dioxyde de carbone atmosphérique via la plante. On est donc bien en présence d'un puits de carbone et non d'un simple transfert, comme, par exemple, dans les processus karstiques.

Professeur Eric P. Verrecchia, Université de Neuchâtel

pri@snf.ch

Votre avis nous intéresse. Ecrivez-nous avec votre adresse complète à : rédaction de *Horizons*, Fonds national suisse, CP 8232, 3001 Berne ou à pri@snf.ch. La rédaction se réserve le droit de choisir ou de raccourcir les lettres.

en bref

L'EPF de Zurich attire les lauréats EURYI

Cette année encore, les distinctions européennes EURYI ont des retombées en Suisse. Manuel Torrilhon, un mathématicien allemand de 30 ans, va utiliser le million d'euros de son prix à l'EPF de Zurich afin d'étudier des équations partielles au moyen de l'analyse numérique, de la simulation mathématique et de méthodes modernes de calcul. La simulation de flux de plasma, mais aussi les simulations magnétohydrodynamiques pourraient avoir des applications dans l'industrie. Les prix EURYI, un programme créé par vingt organisations de recherche européennes, distinguent chaque année vingt-cinq jeunes chercheurs de pointe du monde entier et leur offrent la possibilité d'une carrière dans l'espace européen de la recherche.

Collaboration renforcée entre académies

Les quatre académies scientifiques de Suisse (SCNAT, ASSM, ASSHS et SATW) se sont unies dans un nouveau groupement appelé « Académies des sciences de Suisse ». Elles visent une collaboration plus étroite, en particulier dans les domaines du dépistage précoce, de l'éthique et du dialogue avec la société. Des synergies doivent ainsi être mieux exploitées et les compétences existantes encore développées.

Récompense pour un spécialiste du climat

Heinz Wanner, directeur du Pôle de recherche national « Climat » a reçu le prix « Vautrin Lud », sorte de prix Nobel de géographie. Le lauréat travaille à l'Université de Berne. Le prix sera remis à Heinz Wanner le 28 septembre prochain dans le cadre du « Festival International de Géographie » de Saint-Dié-des-Vosges (France), pour l'ensemble de son œuvre dans l'enseignement et la recherche ainsi que pour son engagement dans des projets internationaux.

Réévaluation de la recherche interdisciplinaire

Le Fonds national suisse va adopter une nouvelle procédure dès le 1er octobre 2006 pour la recherche libre, afin de permettre une meilleure évaluation des projets interdisciplinaires, toujours plus nombreux. Ces projets seront désormais évalués par une commission spéciale dans laquelle seront représentés des experts du domaine de l'interdisciplinarité ainsi que des différents secteurs scientifiques (commission KID pour l'interdisciplinarité). Parmi les innovations figurent également une meilleure coordination interne ainsi que des directives bien définies pour les requêtes interdisciplinaires. La nouvelle formule sera évaluée après deux ans.

http://www.snf.ch/fr/fop/pfu/pfu_bre.asp

L'autorité parentale conjointe en question

Lors d'un divorce, l'attribution de l'autorité conjointe n'est pas toujours la meilleure solution pour les enfants, estime Heidi Simoni, directrice de l'Institut Marie Meierhofer pour l'enfant et coresponsable de l'étude «Les enfants et le divorce».

Nik Hunger

Quels sont les besoins des enfants lors du divorce de leurs parents?
Les enfants accordent moins d'importance au divorce qu'à leur vie quotidienne et ils doivent pouvoir continuer à avoir des préoccupations de leur âge. Il est important que les relations entre les parents et entre les parents et les enfants soient empreintes de respect. Lors de nos entretiens, ces derniers ont clairement exprimé le souhait de participer à l'organisation de la vie familiale.

L'audition devant la justice est aussi un critère essentiel du bien-être de l'enfant. Si cet entretien est bien mené, il constitue une bonne aide psychologique.

L'autorité parentale

Depuis la révision du droit du divorce, l'autorité parentale conjointe est possible en Suisse.
Pour cela, il faut une demande commune des parents et une convention de prise en charge et d'entretien des enfants respectueuse de leur bien-être. En 2004, l'autorité parentale a été obtenue par les deux parents dans 30 pour cent des divorces, par les mères dans 65 pour cent des cas et enfin par les pères dans 5 pour cent des cas. Le postulat du conseiller national Reto Wehrli (PDC) demande que l'autorité parentale conjointe soit la norme. Il est actuellement examiné par le DFJP.

«Il n'y a aucune étude sérieuse montrant que l'autorité conjointe exerce une influence positive sur la coopération entre les parents.»

Quel regard portez-vous sur la législation actuelle du divorce en Suisse?
Elle ne correspond pas à notre idée de la parentalité moderne. C'est un affront de perdre l'autorité sur son enfant lorsque l'on devient un père avec un simple droit de visite. Et il est pareillement choquant qu'une mère qui a la garde de l'enfant puisse être ennuyée par l'ex-partenaire.

L'autorité conjointe n'est-elle pas la meilleure solution pour l'enfant?
Il n'y a aucune étude sérieuse montrant que l'autorité conjointe exerce une influence positive sur la coopération entre les parents. La situation légale ne peut pas forcer ce qui est psychologiquement impossible. Elle peut en revanche aviver ou désamorcer des sources de conflit. Notre enquête a montré qu'un tiers des mères qui ont la garde de l'enfant ne sont pas satisfaites de l'autorité conjointe. Les familles les plus satisfaites sont celles où la responsabilité des enfants, légale et quotidienne est partagée. Ce modèle de partenariat est toutefois encore rare avant et après le divorce.

Comment imaginez-vous un «cas idéal de divorce»?
Des solutions différenciées sont nécessaires. Il s'agit de trouver des modèles dans lesquels aucun parent ne puisse pénaliser le quotidien d'un enfant de façon arbitraire et où la mère et le père puissent concrètement assumer leur responsabilité. Un appui spécialisé comme le conseil aux parents ou la médiation devrait intervenir assez tôt dans la procédure de séparation afin de clarifier les divergences susceptibles de se produire.

Comment jugez-vous la proposition actuelle de faire de l'autorité parentale conjointe la norme?
Si nous introduisons l'autorité conjointe selon le modèle allemand, nous renoncerons à l'examen du bien-être de l'enfant et à son audition. Je trouve très problématique d'abandonner ces droits de l'enfant.

Propos recueillis par Susanne Birrer

Menée dans le cadre du Programme national de recherche «L'enfance, la jeunesse et les relations entre générations dans une société en mutation» (PNR 52), l'étude «Les enfants et le divorce» sera achevée en décembre 2006. Elle est dirigée par Andrea Büchler, professeure de droit à l'Université de Zurich, et par la psychologue Heidi Simoni. Elle se base sur des actes juridiques, des entretiens avec des juges, des enfants concernés et des parents ainsi que sur des questionnaires écrits de quelque 2000 parents (cf. www.nfp52.ch).

eso.org

Illustration du système planétaire autour de l'étoile HD 69830.

Le trident de Neptune

Onze ans après avoir découvert la première planète extrasolaire, les astronomes de l'Observatoire de l'Université de Genève enrichissent à nouveau le catalogue des exoplanètes. Avec leurs collègues de l'Université de Berne et de plusieurs instituts européens, ils ont détecté un système planétaire autour de l'étoile HD69830. Ce sont les caractéristiques de ce système qui retiennent l'attention : elles en font le plus proche parent de notre système solaire jamais observé à ce jour, même s'il s'agit davantage d'un cousin éloigné que d'un frère. Surnommé « Le trident de Neptune », ce système contient deux planètes rocheuses et une planète gazeuse en orbite autour d'une étoile à peine moins massive que le Soleil. Avec, respectivement, une masse d'environ 10, 12 et 18 fois celle de la Terre, elles sont de dimension comparable à Neptune. D'après la NASA, ce système possède également une ceinture d'astéroïdes.

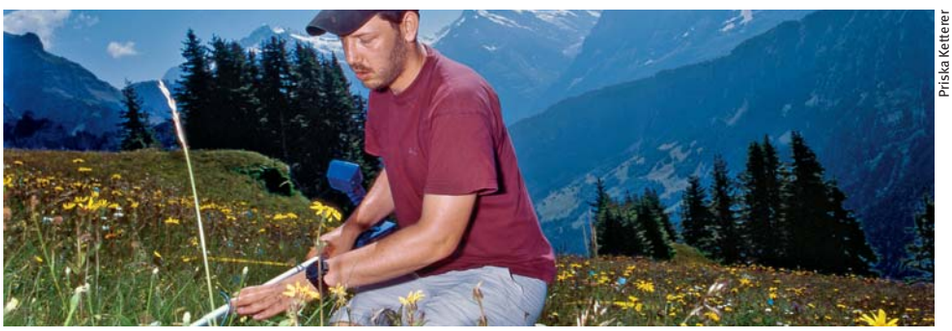
La plus massive des planètes, probablement composée d'un noyau rocheux et entourée d'une importante atmosphère, se trouve dans la zone d'habitabilité de HD69830, soit la zone ni trop proche ni trop éloignée de l'étoile où l'on pourrait trouver de l'eau liquide sur une planète de type Terre. Mais la pression et la température régnant sur la planète en question sont telles que l'eau s'y trouve dans un état dit supercritique, ni liquide ni gazeux.

La finesse des observations européennes laisse entrevoir la prochaine étape clé de l'exoplanétologie : la découverte d'une planète de type Terre dans la zone d'habitabilité d'une étoile. **pm** ■

Nature, vol. 441, p. 305 (2006)
Astronomy & Astrophysics, à paraître

Fertilisation des prairies alpines : effets à long terme

Une parcelle située près de Grindelwald (BE) et utilisée depuis plus de 70 ans à des fins d'expérimentation agricole s'est révélée être une chance pour la recherche environnementale. Elle a permis des observations à long terme dans une région préservée. Le projet a démarré dans les années 1930, lorsque le botaniste bernois Werner Lüdi a cherché à rendre les prairies alpines maigres plus productives. Le chercheur a appliqué diverses méthodes de culture et a utilisé de la fumure et de la chaux. Les brèves interventions de l'époque déploient leurs effets encore aujourd'hui. Les anciennes surfaces maigres et acides dotées d'une végétation diversifiée ont laissé la place à des prairies grasses. Une étude de Thomas Spiegelberg, Otto Hegg et d'autres auteurs, parue dans la revue *Ecology*, montre que l'ajout de chaux n'a pas seulement contribué à augmenter la teneur en calcium du sol mais a modifié durablement sa composition microbienne. Il y avait ainsi plus de substances nutritives dans le sol, et les plantes qui en avaient besoin en ont directement profité. D'anciennes espèces comme la campanule barbue, l'orchis blanchâtre ou la benoîte des montagnes ont fortement diminué, alors que l'arnica a disparu. Ce qui montre que l'écosystème réagit aux interventions humaines sur une longue période et ne retrouve son état d'origine que lentement voire jamais. **Urs Steiger** ■



Priska Ketterer

Observations à long terme de l'écosystème près de Grindelwald (BE).

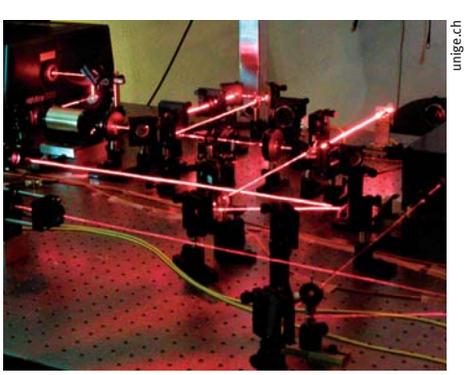
Téléportation quantique : la science rejoint la fiction

La science fait un pas de plus vers la fiction avec le nouvel exploit réalisé par des chercheurs de la section de physique de l'Université de Genève (UNIGE) : Nicolas Gisin et ses collègues viennent d'effectuer une téléportation quantique dans des conditions « ordinaires ».

Dans leur expérience, les chercheurs transfèrent une information d'un point à un autre, comme pour un fax ou un e-mail. Il n'est pas ici question de signaux digitaux, mais d'une propriété d'un photon transférée sur un autre. Plus intéressant, cette propriété se trouve modifiée dès qu'une personne autre que le destinataire intercepte la transmission. La méthode de téléportation quantique ouvre donc des perspectives intéressantes en matière de cryptographie et intéressera assurément les entreprises concernées par le transfert sécurisé d'informations.

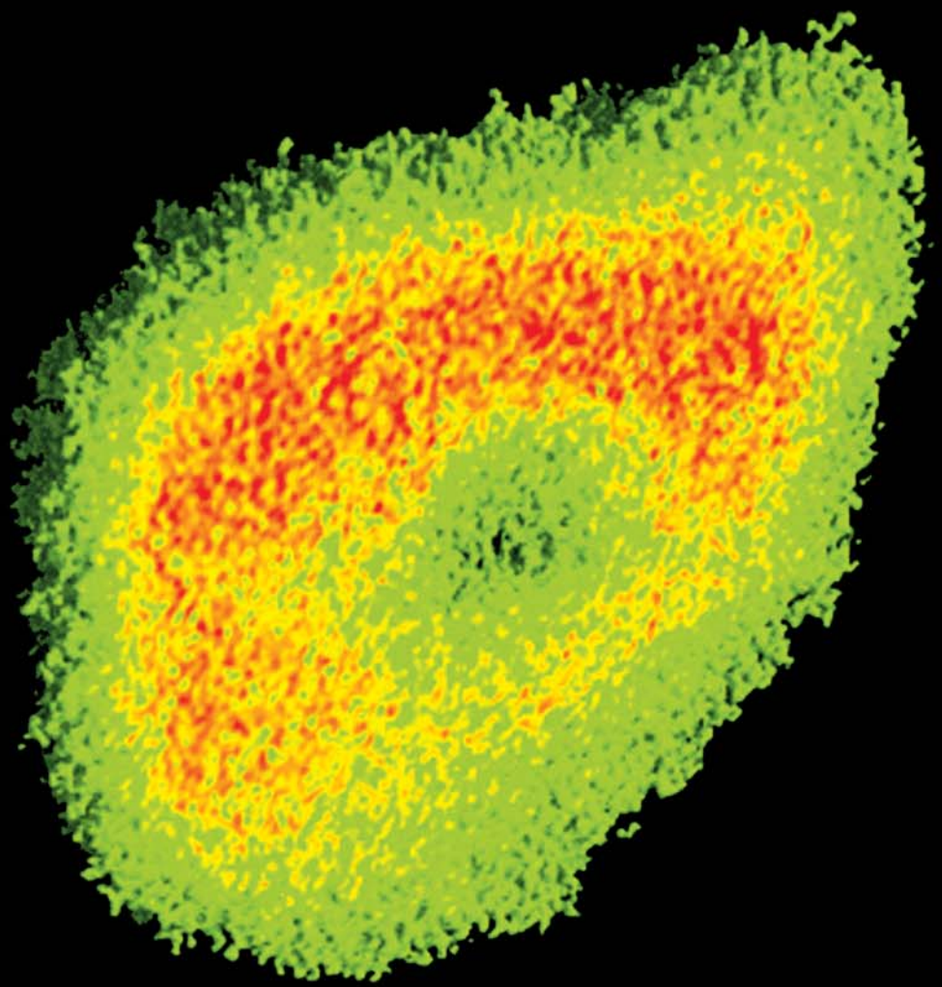
L'équipe de Nicolas Gisin n'en est pas à son coup d'essai. En janvier 2003, elle avait réalisé une téléportation sur 2 kilomètres – la plus longue de l'histoire. En juin dernier, elle a récidivé, sur un parcours moins long (800 mètres), mais en utilisant un câble de fibres optiques standard pour téléporter l'information entre le laboratoire de l'UNIGE et le central de Swisscom de Plainpalais. Les chercheurs ont ainsi réussi à passer d'une expérience in vitro à une pratique in vivo, plus proche des conditions que réclamerait cet exercice s'il devenait usuel.

Ces résultats ne représentent pas qu'un nouveau pas dans le secteur de la physique quantique mais constituent aussi une étape supplémentaire dans le développement de la cryptographie quantique. **Elisabeth Gordon** ■



unige.ch

Prise de vue du début de l'expérience.



Noyau et enveloppe

Les cellules se comportent souvent différemment dans une structure tridimensionnelle que si elles sont cultivées sur un substrat. Il est donc intéressant d'étudier le comportement des cellules évoluant en amas cellulaires. Lorsque ces derniers sont trop volumineux, il se produit un effet surprenant : les cellules de l'intérieur meurent car elles ne sont pas suffisamment alimentées.
En collaboration avec Philipp Thurner de l'EMPA à Dübendorf et Marco Riedel de la société ProBioGen de Berlin, Bert Müller de l'Institut du traitement de l'image de l'EPFZ a trouvé la solution pour déterminer la taille optimale d'un amas cellulaire. Les chercheurs ont marqué des cellules de reins avec de l'osmium au Swiss Light Source de l'Institut Paul Scherrer de Villigen et au HASYLAB du DESY à Hambourg, puis les ont étudiées par rayonnement synchrotron. Ils ont ainsi pu obtenir une image en trois dimensions de l'amas cellulaire avec son noyau nécrosé. Les mesures montrent que la couche cellulaire vivante (vert) enrobant le noyau mort (rouge et jaune) comporte environ six strates. **Felix Würsten** ■

Microscopy and Microanalysis (2006), vol. 12, pp. 97–105.
Image : Bert Müller

Ras-le-bol de l'école

Sécher les derniers cours de la journée ou les branches que l'on n'aime pas, se faire passer pour malade auprès de ses parents ou ses enseignants : le phénomène de l'école buissonnière n'est pas nouveau, mais en Suisse peu de recherches lui ont été consacrées. Margrit Stamm, professeure de pédagogie et de psychopédagogie à l'Université de Fribourg, l'a récemment étudié en se basant sur un choix aléatoire de 28 écoles et près de 4000 élèves de huit cantons alémaniques. Les données concernant les jeunes de 12 à 17 ans sont étonnantes : 47 pour cent avouent avoir séché les cours une ou plusieurs fois. Plus d'un tiers commence déjà entre la quatrième et la sixième primaire. En l'absence de données, on ignore si le phénomène a augmenté. Selon Margrit Stamm, il y a pourtant matière à réflexion, lorsque l'on sait que ceux qui sèchent beaucoup, soit 6 pour cent des élèves, courent plus de risque d'avoir un comportement délinquant. Les motivations pour sécher sont multiples, mais 64 pour cent des élèves avouent le faire car l'école les ennuie. Le phénomène semble donc essentiellement lié à un ras-le-bol de l'école. Les filles sont un peu plus nombreuses à sécher, quoique plutôt occasionnellement, alors que les garçons qui sèchent le font en revanche massivement, soit plus de cinq fois par année scolaire. Un jeune sur cinq falsifie en outre la signature de ses parents. Margrit Stamm estime que le problème est mal reconnu dans les écoles. Les enseignants ont en effet assuré au début de l'étude que le phénomène n'était pas d'actualité chez leurs élèves. **Daniela Kuhn**

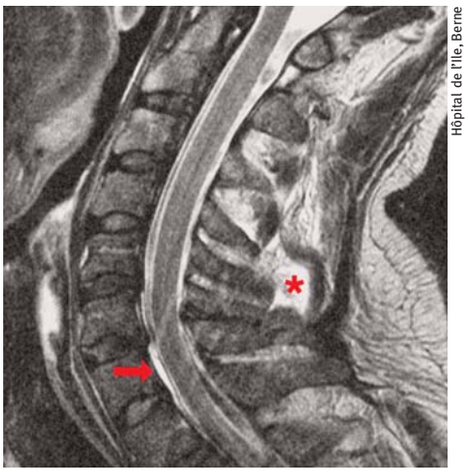
Nik Hunger

La plupart des élèves sèchent les cours parce que l'école les ennuie.

Contrariété inconsciente

Comment réagissons-nous lorsqu'un bus nous file sous le nez ? En attendant tranquillement le suivant ou en pestant ? De fait ce sont des évaluations automatiques, fonctionnant de manière inconsciente, qui déterminent la contrariété face à un événement. Telle est la conclusion d'une étude, publiée récemment, qui a été menée par Frank Wilhelm, responsable du laboratoire de psychophysiologie clinique de l'Université de Bâle, conjointement avec des chercheurs des universités de Stanford et d'Amsterdam. Un test psychologique demandait notamment de classer le plus vite possible des mots comme « contrôlé » ou « éclaté » avec des notions positives ou négatives comme l'« honneur » ou la « paresse ». La rapidité d'exécution excluait toute manipulation des sujets. Dans une situation de laboratoire suscitant la contrariété, des signaux verbaux, mimiques ou cardiovasculaires ont été comparés avec de précédentes déclarations des participants sur leur propension à s'irriter. L'échantillon des réactions montre que les participants capables de contenir leur contrariété ont considéré l'expérience comme un défi plutôt que comme une menace. La manière de gérer les émotions semble ainsi déterminée par les gènes, l'expérience précoce, l'éducation et la culture, et le processus se déroule en grande partie automatiquement. Des changements peuvent malgré tout surgir au cours d'une existence et ils peuvent aussi être appris. **Daniela Kuhn**

Personality and Social Psychology Bulletin (2006), vol. 32, n°5, pp. 589–602



Hôpital de l'Ile, Berne

L'image IRM de la colonne cervicale d'un patient montre des lésions dans le canal cervical (flèche) et à l'apophyse épineuse (étoile).

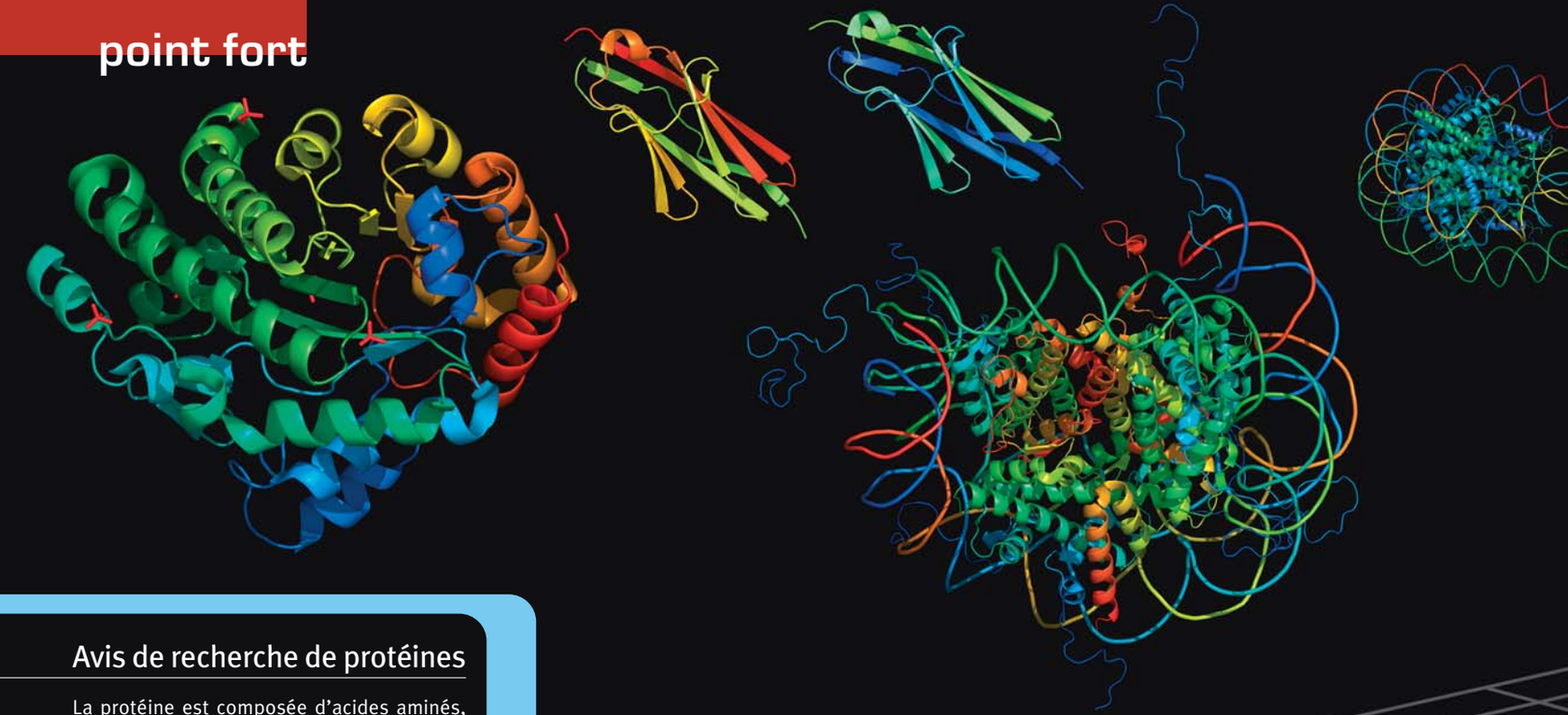
Mieux connaître les effets du « coup du lapin »

Chaque année près de 26 000 personnes sont en Suisse victimes d'un traumatisme de type « coup du lapin ». Pour la majorité d'entre elles, les douleurs, principalement de la nuque, disparaissent rapidement, mais elles peuvent aussi parfois devenir chroniques et restreindre la qualité de vie.

Des chercheurs du Programme national de recherche « Santé musculosquelettique – douleurs chroniques » (PNR 53) ont examiné pour la première fois des blessés dans les 48 heures suivant un accident à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique. Ils ont ainsi réussi à mettre en évidence, chez près de la moitié des 51 patients, des lésions qui ne peuvent être détectées aux rayons X ou au scanner : blessures minuscules ou microfractures des vertèbres, hémorragies ou encore élongations et déchirements de ligaments et de muscles. « Nous cherchons à savoir s'il s'agit là des patients dont les douleurs deviennent par la suite chroniques », explique la responsable de l'étude, Suzanne Anderson de l'Hôpital de l'Ile à Berne. Tous les patients sont réexaminés après trois et six mois et leur processus de guérison comparé. Les médecins soumettent les cas chroniques à une anesthésie locale. Ils peuvent ainsi vérifier si les lésions détectées par IRM sont véritablement responsables des douleurs. L'objectif de l'étude est d'élucider les causes des maux de la nuque et d'identifier rapidement les patients risquant de développer une affection chronique afin de pouvoir les traiter le plus tôt possible et de façon ciblée. **Ruth Jahn**

Au cœur de la jungle des protéines

Au cours de son développement, le corps humain fabrique au moins 30000 protéines différentes. Leurs fonctions sont toutefois encore largement méconnues. Des banques de données sur les protéines fournissent une aide en permettant des comparaisons entre des protéines connues et des protéines qui viennent d'être découvertes. La banque de données la plus renommée dans ce domaine s'appelle Swiss-Prot et a été fondée, il y a vingt ans, par le biochimiste genevois Amos Bairoch. **Photo : Severin Nowacki/Illustration : Mathias Bader**



Avis de recherche de protéines

La protéine est composée d'acides aminés, petites molécules organiques contenant de l'azote. L'être humain a besoin de vingt acides aminés pour fabriquer ses protéines naturelles. Huit ne peuvent pas être produits dans son organisme et sont fournis par l'alimentation.
Au cours de son développement, le corps humain forme au moins 30000 protéines différentes qui sont les éléments essentiels des cellules et déterminent presque tous les processus vitaux. Il y a par exemple la protéine structurale qui confère solidité et élasticité aux cellules. Le collagène du tissu conjonctif et la kératine des cheveux en font partie. Plusieurs protéines influencent le mouvement des muscles. Certaines transportent des substances comme l'hémoglobine dans le sang qui alimente le corps en oxygène. D'autres encore transmettent des informations en tant qu'hormone d'un organe à l'autre ou servent d'anticorps contre les infections. Mais la majorité des protéines sont des enzymes, ce qui signifie qu'elles permettent ou accélèrent les réactions biochimiques : elles éliminent des substances nutritives, fabriquent de l'énergie, forment de nouveaux éléments de protéines ou encore doublent l'ADN lors de la division cellulaire.
La longueur des chaînes va de deux à mille acides aminés et les chaînes ayant une longueur de deux à cent acides aminés sont appelées peptides. On ne parle de protéine que lorsque la chaîne comprend plus de cent acides aminés. La plus grande protéine humaine est la titine, composée de 26926 acides aminés. Elle agit sur la stabilité et l'élasticité des muscles.

Hémoglobine

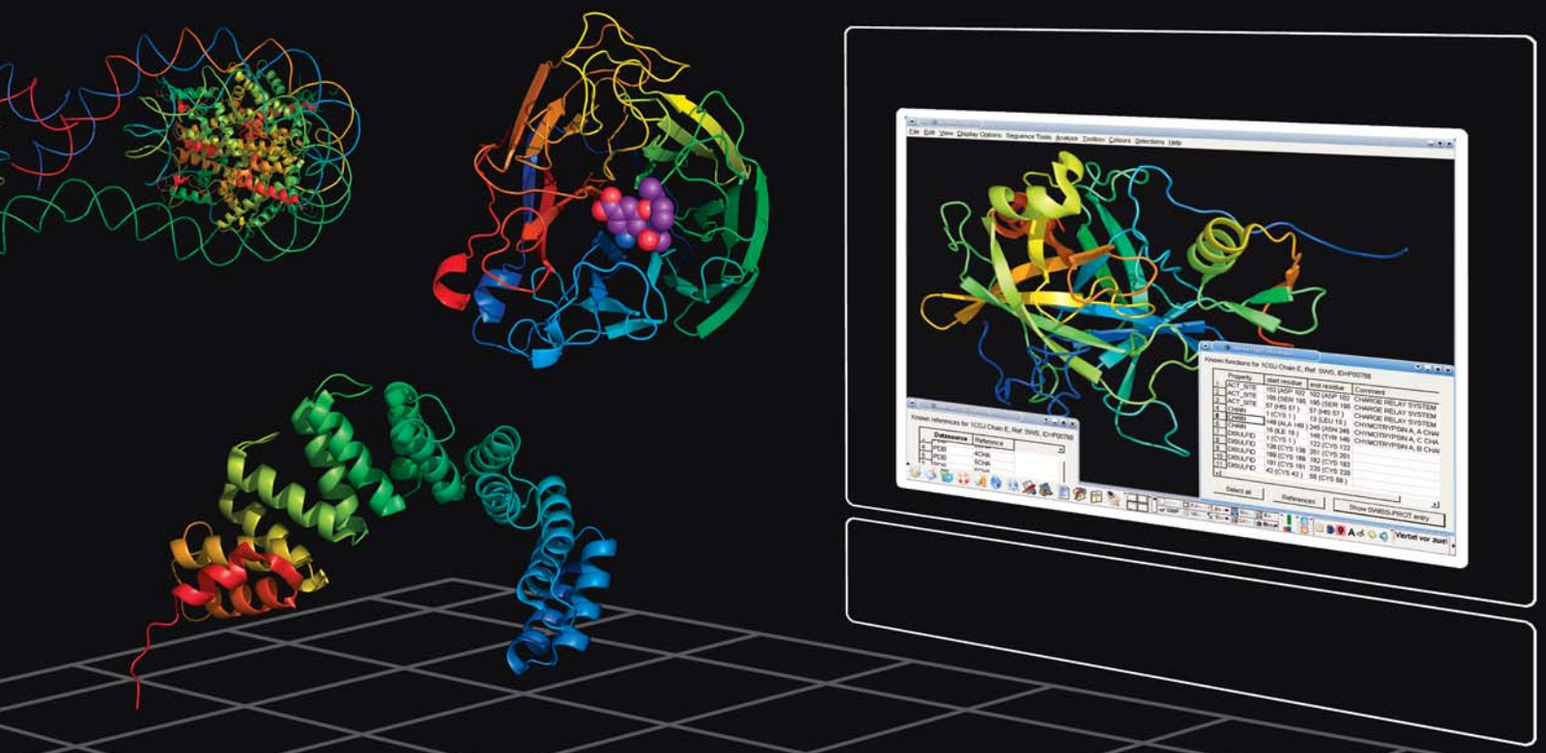
Protéines à la mission encore inconnue

Les protéines sont nécessaires à la vie, mais beaucoup d'entre elles sont encore à peine connues. Il n'est pas seulement intéressant d'identifier la succession des éléments qui les composent mais aussi et surtout leur structure tridimensionnelle. Par Erika Meili

Le fromage, les haricots, le poisson et la viande contiennent tous des protéines et ces aliments sont sains car ils livrent au corps humain les acides aminés lui permettant de fabriquer ses propres protéines.

Le corps a besoin des protéines, sortes de machines moléculaires qui peuvent servir de matériaux de construction, de transporteurs de signaux ou d'enzymes pilotant les réactions biochimiques. L'absence d'une protéine ou son mauvais fonctionnement peut perturber le développement ou engendrer une maladie comme Alzheimer ou le cancer. Pour comprendre un dysfonctionnement, il est nécessaire en premier lieu de connaître les fonctions des protéines. «En se basant sur un gène, on peut prédire les très nombreuses protéines d'un être vivant, explique Markus Grütter, professeur de biochimie à l'Université de Zurich. Mais on ne saura toutefois pas encore ce qu'elles font.» La structure tridimensionnelle d'une protéine, et en particulier sa structure fine, détermine sa fonction. « Si l'on veut savoir pourquoi une réaction chimique a lieu, on doit connaître la structure atomique de l'endroit où la protéine produit la réaction », souligne Markus Grütter. Il dirige le Pôle de recherche national «Biologie structurelle » qui existe depuis cinq ans et auquel participent douze groupes de recherche de Zurich et Bâle. Leur but est de découvrir la structure et la fonction des protéines importantes.

Dans la pratique, la connaissance de la structure fine sert à créer, grâce à l'ordinateur, de nouvelles combinaisons (ce qu'on appelle le « drug design ») qui se fixent à l'endroit de réaction de la protéine et ainsi la bloquent. Les scientifiques « dessinent » ainsi des substances en ciblant les principes actifs et en évitant en règle générale les effets



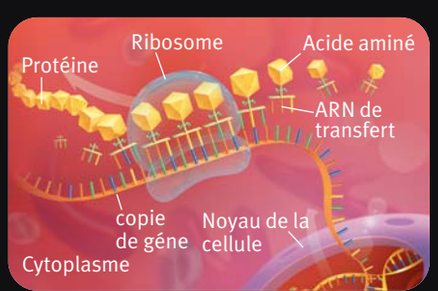
secondaires. «Aujourd'hui, l'industrie pharmaceutique fait toujours appel à l'analyse structurelle des protéines, lorsqu'elle développe un nouveau médicament», relève le biochimiste qui a mis sur pied un département de recherche chez Ciba Geigy et Novartis avant de partir en 1997 à l'Université de Zurich. On trouve déjà quelques médicaments créés au moyen du «drug design». L'un des premiers était une petite molécule ralentissant la propagation du virus du sida: il bloque l'enzyme brisant les combinaisons de la protéine (protéase) de l'agent pathogène. De tels inhibiteurs de protéase entrent dans la composition des thérapies mixtes utilisées avec succès contre le sida. Les médicaments Relenza et Tamiflu sont d'autres exemples: ils inhibent une enzyme du virus de la grippe et évitent ainsi sa propagation dans le corps. Le Glivec, un médicament contre le cancer, cible une protéine spécifique qui inhibe l'enzyme responsable d'une division cellulaire non contrôlée.

La détermination de la structure des protéines exige une technologie pointue comme la cristallographie par rayons X, la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN) ou encore le rayonnement synchrotron. Un chercheur qui trouve une nouvelle protéine va d'abord s'enquérir de savoir si cette protéine a déjà été décrite pour d'autres êtres vivants pour ainsi prédire sa fonction.

Les chercheurs trouvent de telles similitudes dans les banques de données de séquences de protéines qui contiennent aussi des informations sur l'organisme, la structure et la fonction des protéines déjà étudiées. «La meilleure banque de données du monde est Swiss-Prot, estime Markus Grütter. Elle est très fiable car toutes les informations publiées dans des revues scientifiques sont vérifiées avant leur enregistrement.» Swiss-Prot propose des fonctions additionnelles très utiles pour les spécialistes en biologie structurelle. Le programme «Swiss Modeller» cherche par exemple des séquences semblables et compare leurs structures. «Ce sont certes des modèles assez approximatifs, mais ils constituent de précieuses hypothèses de travail.»

Les appareils RMN, à rayonnement synchrotron ou à rayons X continueront toutefois à être utilisés. «Certains pensent qu'on pourra bientôt déterminer la structure d'une protéine par ordinateur, note-t-il. Ce qui est peut-être possible pour des chaînes de protéines très simples ne comprenant qu'entre 100 ou 200 acides aminés. Mais les protéines fonctionnent souvent en combinaison et forment des ensembles complexes que l'on ne peut pas simuler si facilement par ordinateur.» Les chercheurs en biologie structurelle ont encore du pain sur la planche. ■

De l'ADN à la protéine



Reproduced courtesy of the Canadian Museum of Nature, Ottawa

Contenus dans le noyau de la cellule, les gènes abritent les plans de construction des protéines.

Pour fabriquer une protéine déterminée, il faut réaliser une copie du gène correspondant. Cette copie est extraite du noyau et transportée dans le cytoplasme.

La séquence d'ADN détermine l'enchaînement des briques élémentaires (acides aminés) de la protéine: un acide aminé déterminé correspond à trois éléments d'ADN. Les acides aminés appropriés sont transmis par des auxiliaires spéciaux, les ARN de transfert, et sont reliés ensemble par des protéines spécifiques, les ribosomes.

La chaîne d'acides aminés est souvent coupée, pliée et parfois assemblée en un complexe protéique plus grand afin de pouvoir exercer sa fonction. Ce processus a aussi lieu grâce à des protéines très spécifiques.

Encyclopédiste des protéines

Amos Bairoch est depuis plus de vingt ans pionnier dans la recherche sur les molécules biologiques à l'aide de la technologie de l'information. Sa carrière est le reflet du développement de la bioinformatique.

Par Patrick Roth, Photos Severin Nowacki

Adolescent, il était déjà attiré par la recherche spatiale. Et il était fasciné par l'idée d'étudier des formes de vie extraterrestres. En quoi ces dernières pourraient-elles se différencier de la biologie terrestre ? C'est pour répondre à cette éventuelle interrogation qu'Amos Bairoch a choisi d'étudier la biochimie. Parallèlement, il s'est intéressé de près à l'informatique. « Mon père avait déjà une passion pour la technique, se souvient-il. Cet héritage a éveillé très tôt chez moi une fascination pour les calculatrices et les ordinateurs. »

Peu reconnu au début

Alors qu'il était encore étudiant en biochimie à l'Université de Genève, Amos Bairoch a programmé le premier micro-ordinateur Apple II de la ville afin d'analyser des expériences biochimiques. « Le concept de bioinformatique n'existait pas à l'époque et les étudiants qui jonglaient avec l'informatique étaient plutôt considérés comme des chercheurs ratés », relève le professeur de biologie structurelle et de bioinformatique à l'Université de Genève. Agé aujourd'hui de 49 ans, il a expérimenté toutes les phases de l'application de la technologie de l'information au domaine de la biologie moléculaire, depuis les débuts en utilisant de gros ordinateurs en time-sharing en passant par les premiers programmes avec une souris jusqu'à la diffusion globale des séquences de protéines les plus récentes sur le web. Il a aussi directement contribué au développement de nouveaux programmes d'analyse. Il est par ailleurs l'un des premiers chercheurs du monde à avoir mis en évidence la possibilité de décoder le

code presque sans fin du vivant à l'aide de puces en silicone et de logiciels.

Au milieu des années 1980, Amos Bairoch a programmé pour son travail de doctorat trois applications totalement nouvelles qui ont beaucoup marqué le développement de la bioinformatique: le logiciel PC/Gene, un ensemble de programmes d'analyse de séquences protéiques, PROSITE, la bibliothèque des modèles de protéines, ainsi que Swiss-Prot, la banque de données de séquences protéiques qui fête cette année son vingtième anniversaire. Entre-temps, un ordinateur avec une connexion Internet est devenu pratiquement son seul instrument de travail, avec une pile impressionnante d'articles scientifiques sur les biomolécules récemment décodées. «Heureusement que, depuis le début, l'ensemble des connaissances sur les protéines n'a jamais augmenté plus vite que la capacité des disques durs d'un PC, précise le professeur avec un sourire amusé. Cet avantage me permet de continuer d'emmener Swiss-Prot sur mon ordinateur portable.»

Des souris et des hommes

A la question de savoir s'il se sent plutôt informaticien ou biologiste, Amos Bairoch répond sans hésiter: «Je suis biologiste!» L'objectif de Swiss-Prot est de faciliter l'analyse et la comparaison des protéines pour les chercheurs. Depuis sa création, il y a vingt ans, la banque de données s'est muée en une encyclopédie électronique qui décrit pratiquement toutes les protéines actuellement connues dans le monde. La majorité des entrées, et de loin, concernent les protéines humaines et celles de la souris. «Swiss-Prot nous livre des listes d'éléments qui rendent une cellule vivante. Nous ne comprenons cependant pas encore comment le tout fonctionne, admet le scientifique. Nous n'en sommes toujours qu'au début.»

Spécialiste en histoire économique, le père du chercheur a travaillé dans diverses universités, contraignant sa famille à un certain nomadisme. D'origine française, Amos Bairoch a suivi sa scolarité en Belgique, en France et au Canada avant de s'installer en Suisse. La fidélité à Genève dont il a fait preuve tout au long de sa carrière est d'autant plus surprenante. «Mon travail pour Swiss-Prot et PC/Gene m'a lié à l'Université de Genève», confirme-t-il. Un engagement auprès d'une autre institution académique aurait supposé la fin du projet. Mais pour compenser sa sédentarité professionnelle, il entreprend durant ses loisirs de longues promenades dans la nature avec sa femme Martine qui enseigne le yoga. Ce travailleur invétéré se ressource en famille. «Durant les week-ends et les vacances, je suis capable de m'extraire totalement du monde de la recherche, avoue-t-il. Et j'oublie tout, tout de suite!» Chez lui, on ne parle pas de bioinformatique et aucun de ses trois enfants – Alice (20 ans), Jonas (17) et Colin (13) – n'envisage de suivre ses traces.

De l'idée à la concrétisation

«Créer une banque de données est un projet qui n'a pas de fin», souligne le professeur. Afin de pouvoir assurer la durabilité de Swiss-Prot, soutenu auparavant par le Fonds national, le projet a été institutionnalisé en 1998 dans le cadre de la création de l'Institut suisse de bioinformatique (ISB). Sous sa direction et aussi entre-temps grâce au soutien international, le groupe Swiss-Prot a pour objectif de rassembler à l'ISB toutes les connaissances sur les protéines, de les améliorer puis de les diffuser aux chercheurs du monde entier. Ce besoin d'échange et de partage est le fil rouge du travail d'Amos Bairoch. Un besoin qu'illustre aussi la boîte ouverte d'appétissants chocolats qui trône sur la table autour de laquelle se déroule l'entretien.

Amos Bairoch a contribué de façon significative à l'interprétation des plans de construction codés de la biologie terrestre. Sa contribution au développement de la bioinformatique a été honorée en 2004 par l'attribution du prix Latsis européen. Mais son ancienne passion est toujours présente. Avec des yeux pétillants, il commente les résultats des missions spatiales actuelles. Qu'il s'agisse des nappes phréatiques dissimulées sous le désert de Mars, de l'océan salé sous l'imposante calotte de glace d'Europe, la lune de Jupiter, ou encore des volcans de glace crachant du méthane de Titan, une lune énorme et exotique dans le lointain système de Saturne, il étudierait très volontiers ces prometteuses oasis de vie découvertes dans le système solaire. Une manière de rajouter éventuellement un chapitre sur les découvertes exobiologiques à son encyclopédie des protéines. ■

Du mini-ordinateur à la banque de données géante

La banque de données internationale sur les protéines Swiss-Prot doit son excellente renommée à son annotation soigneuse des séquences de protéines et à ses logiciels performants. Par Patrick Roth, Photo Severin Nowacki

La base de la bioinformatique est très simple: les plans de construction du vivant reposant sur un code, qui peut être analysé et décodé de manière très efficace par les ordinateurs. Fort de cette découverte, le biochimiste Amos Bairoch de l'Université de Genève a saisi, en 1981 déjà, les séquences de protéines connues à l'époque afin de pouvoir les comparer et les analyser à l'aide de logiciels. Alors que sa banque de données comportait déjà 3900 entrées de séquences en 1986, le chercheur a décidé de la rendre accessible au public: Swiss-Prot était née. Le projet bénéficie du soutien du Fonds national suisse depuis 1993.

Importante évaluation

En deux décennies, Swiss-Prot est devenue la plus grande source de connaissances sur les protéines et depuis sa fusion avec d'autres banques de données, elle est devenue membre du consortium UniProt. Elle est toujours domiciliée à l'Institut suisse de bioinformatique de l'Université de Genève, même si le recueil des informations s'est globalisé: il y a des équipes en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis. Plus de 230000 séquences ont déjà été enregistrées dans la banque de données. Elles décrivent la succession de plus de 84 millions d'acides aminés. Une nouvelle version de Swiss-Prot est diffusée toutes les deux semaines et chaque mise à jour comprend environ 1000 nouvelles protéines. L'évaluation des données est toutefois encore plus importante que leur enregistrement. Ce commentaire (appelé aussi annotation) est fait manuellement, en s'appuyant sur les descriptions de protéines parues dans les articles scientifiques ainsi que sur les résultats de l'application de logiciels d'analyse des séquences de protéines. Ces données sont régulièrement mises à jour. Les chercheurs des différentes institutions ainsi que de l'industrie trouvent donc non seulement des séquences et des références de publication dans Swiss-Prot, mais également des informations concernant la fonction de chaque protéine, des éléments fonctionnels de la protéine, des centres actifs, la forme tridimensionnelle entre autres. Certaines familles de protéines sont attribuées à des experts qui participent à l'actualisation des informations concernant «leur» famille de protéines.

Un autre objectif de Swiss-Prot est de limiter la redondance des données globales. Les différentes descriptions d'une protéine apparaissant dans d'autres banques de données sont ainsi rassemblées. Toutes les informations disponibles se trouvent sur des serveurs auxquels les personnes intéressées peuvent accéder librement par Internet. Afin de faciliter la navigation dans cet océan d'informations, un programme de recherche a été développé afin de permettre de parcourir la banque de données indexée. D'autres instruments sont conçus pour faciliter le travail de détective des biochimistes: la fonction d'une nouvelle protéine peut souvent être établie grâce la ressemblance de sa séquence avec celles d'autres groupes connus de protéines. De telles comparaisons ne sont toutefois possibles qu'au moyen de programmes informatiques très performants. Les protéines humaines les plus longues peuvent en effet comprendre des séquences allant jusqu'à 30000 acides aminés. ■

www.expasy.org

Gérer le flot de protéines

Swiss-Prot enregistre, organise et analyse les résultats de milliers de groupes de recherche dans le monde. Il est ainsi possible de comparer des protéines connues avec de nouvelles qui viennent d'être découvertes. Un plus important pour la recherche. Texte : Patrick Roth ; Illustrations : Andreas Gefe

Ill. 1 Par des procédés biochimiques et optiques, les chercheurs définissent en laboratoire la séquence des acides aminés d'une protéine qui vient d'être découverte. Ils déterminent ensuite notamment sa structure spatiale et ses interactions avec d'autres molécules ou protéines.

Ill. 2 Dans le monde entier, des milliers de groupes de recherche en biologie, biochimie, pharmacie ou aussi en médecine ainsi que dans des secteurs apparentés cherchent à découvrir de nouvelles protéines. Leurs résultats sont publiés dans des revues scientifiques.

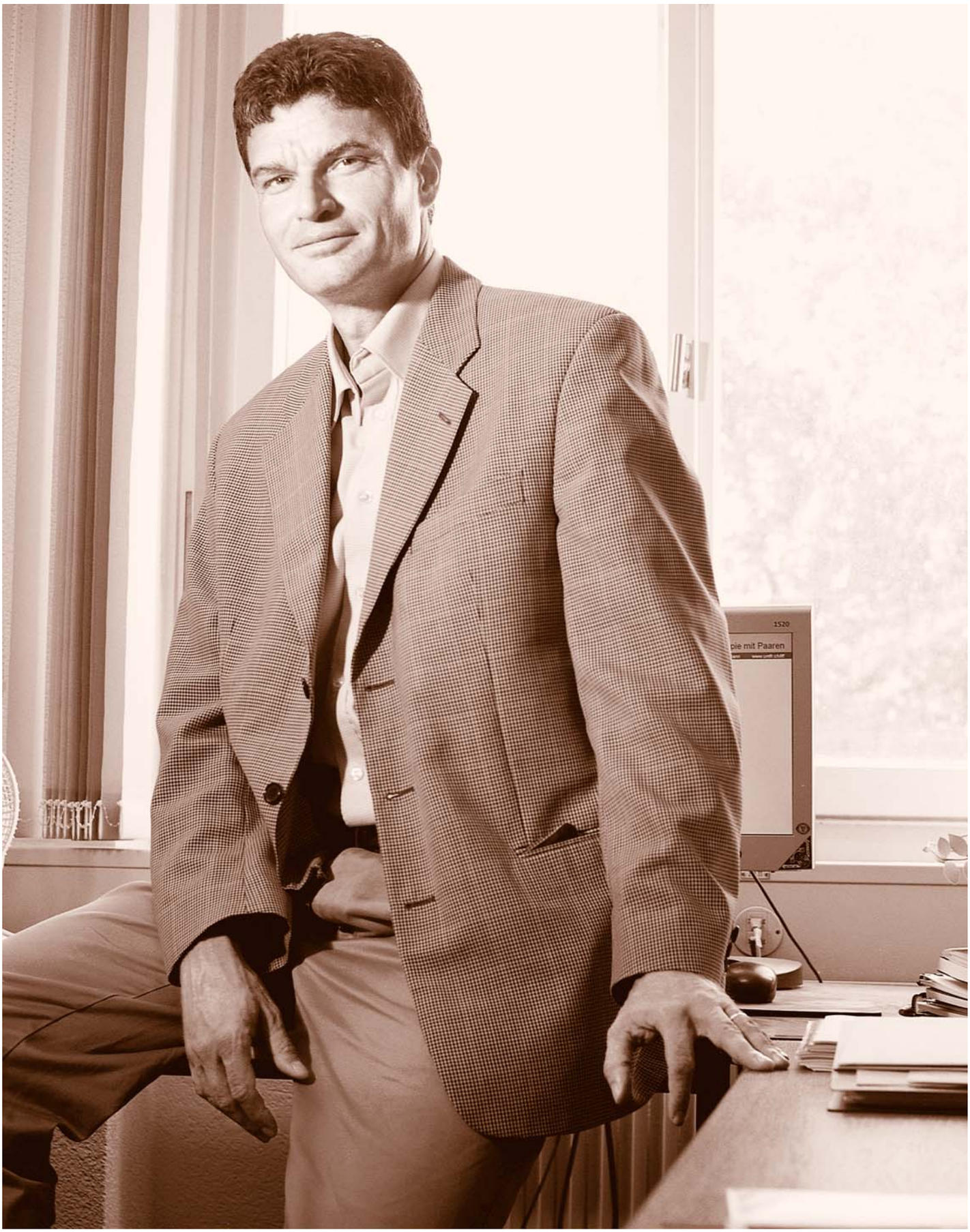
Ill. 3 Le travail des chercheurs de Swiss-Prot débute à ce stade : ils reprennent les données d'une protéine indiquées dans une publication, les traitent puis les mettent à disposition des chercheurs du monde entier dans la banque de données Swiss-Prot accessible par Internet. Il s'agit autant d'un travail intellectuel que manuel. Parfois les résultats sont directement transmis par les chercheurs à la banque de données.

Ill. 4 Swiss-Prot est une banque de données pourvues d'annotations, c'est-à-dire avec des informations additionnelles et des commentaires. Elle comprend non seulement les chaînes d'acides aminés et les références de la littérature scientifique mais aussi des informations concernant la structure et la fonction des protéines. Les données sont régulièrement mises à jour avec les informations des publications les plus récentes.

Ill. 5 Grâce à Swiss-Prot, des scientifiques du monde entier peuvent comparer la séquence d'acides aminés d'une protéine nouvellement découverte avec la séquence de toutes les protéines déjà connues. Une concordance (par ex. avec une protéine connue de la souris) fournira des indications sur la structure et la fonction de cette nouvelle protéine et celles-ci pourront être vérifiées au moyen de tests ciblés.

Du génome à la protéomique

Après la « cartographie » de tous les gènes d'une espèce (génome), le travail bioinformatique s'attaque aux questions liées à la protéomique. Cette discipline s'occupe de la structure et de la fonction des protéines. La protéomique livre des informations importantes pour la pharmacie et la médecine, par exemple concernant l'action d'un médicament sur certaines protéines ou quelles maladies peuvent être déclenchées par des mutations de protéines. La séquence des acides aminés des protéines permet de déduire l'évolution et le degré de parenté des êtres vivants actuels.


1520
pie mit Paaren

Guy Bodenmann, un homme pas stressé

PAR MARIE-JEANNE KRILL

PHOTOS YANN ANDRÉ/STRATES

Professeur associé en psychologie clinique et relationnelle à l'Université de Fribourg, ce spécialiste du stress au sein du couple a développé des programmes de gestion et de prévention qui sont reconnus dans le monde entier.

Chaleureux, détendu et d'une grande disponibilité, Guy Bodenmann semble avoir testé avec succès sur sa propre personne les programmes antistress qu'il a mis au point. « C'est vrai, grâce à mes recherches, j'ai aussi beaucoup appris sur mon propre fonctionnement et celui de mon couple. Et cela m'a souvent été utile », avoue-t-il en souriant.

Directeur depuis 2001 de l'Institut de recherche et de conseil dans le domaine de la famille de l'Université de Fribourg, professeur associé dans la même Alma mater depuis un an, après avoir été professeur boursier du Fonds national pendant plusieurs années, ce père de trois enfants de 10, 6 et 2 ans bénéficie aujourd'hui, dans le monde des psychologues, d'une réputation qui a largement dépassé nos frontières. Il reste pourtant d'une grande modestie. « J'ai eu la chance d'être l'un des premiers à m'intéresser au stress, non pas seulement sous l'angle individuel, mais également dans une relation duale, au sein du couple », explique-t-il.

Il souligne aussi n'avoir jamais planifié sa carrière, ni visé d'entrée un poste de professeur d'université. C'est d'ailleurs après quelques détours que Guy Bodenmann est venu à la psychologie. Né en 1962 à Berne, fils d'un père vaudois avec qui il a toujours parlé français et d'une mère zurichoise, il a effectué toute sa scolarité dans la ville fédérale. Et c'est aussi à Berne qu'il a tout d'abord entamé des études d'histoire de l'art et de littérature allemande. « J'ai terminé le premier cycle. Mais je n'étais pas satisfait. L'aspect pratique et social, le fait de travailler avec des gens me manquait. » Il a alors changé d'orientation et a opté pour la pédagogie curative clinique à l'Université de Fribourg, seule haute école à proposer une formation de ce type en Suisse.

L'influence de sa femme

Une fois son diplôme en poche et après avoir commencé à travailler dans ce secteur, il a néanmoins décidé de poursuivre ses études, en psychologie cette fois. « L'influence de ma femme, elle aussi diplômée en pédagogie curative, a été décisive. Soucieuse de mieux comprendre le fonctionnement de l'être humain, c'est elle qui a choisi cette nouvelle discipline et je l'ai suivie dans cette voie. Je m'étais aussi rendu compte que la pratique seule ne me suffisait pas. »

Rapidement remarqué par le professeur Meinrad Perrez, psychologue du stress à l'Université de Fribourg, il est devenu sous-assistant après trois semestres d'études seulement, puis assistant. « J'ai eu trois mentors dans ma carrière, note-t-il. Le premier et le plus important a été le professeur Perrez, puis le professeur John Gottman de l'Université de Washington aux Etats-Unis, spécialiste du couple de renommée internationale chez qui j'ai effectué un séjour d'un an pour la rédaction de ma thèse, et le professeur Kurt Hallweg, un autre spécialiste du couple en Allemagne. »

Le mariage de ces deux domaines de recherche, le stress et le couple, s'est révélé très fructueux. En 1990, Guy Bodenmann a ainsi été le premier à tester les effets du stress sur des couples en situation réelle. Avec des résultats tout à fait intéressants et nouveaux à l'époque. « On a notamment constaté que la qualité de l'interaction baissait de 40 pour cent au sein des couples quand ils étaient stressés, une proportion impressionnante. »

> « Le stress est l'ennemi clandestin du couple. Il agit lentement et de façon invisible sur la relation conjugale, comme la rouille qui ronge la barre de fer. »

Effet corrosif

Ces recherches ont également permis de prédire le divorce avec un taux de fiabilité de plus de 70 pour cent. Le stress a en effet des incidences négatives tout à fait quantifiables sur la stabilité des unions. « Il est l'ennemi clandestin du couple. Il agit lentement et de façon invisible sur la relation conjugale, avec un effet corrosif comme la rouille qui ronge la barre de fer », relève le psychologue. Ce stress peut être dû à des événements critiques, un décès ou une maladie grave, ou à une surcharge professionnelle. Dans la plupart des cas, c'est toutefois l'accumulation

En Suisse, la prise en charge des petits enfants, des handicapés et des aînés est encore réglée de manière très traditionnelle. Des expériences innovantes qui répondent notamment à la volonté d'émancipation des personnes dépendantes y sont toutefois aussi menées.

PAR MARIE-JEANNE KRILL

PHOTO HANSPETER BÄRTSCHI

Selon quelles modalités les soins aux petits enfants, aux handicapés et aux personnes âgées sont-ils dispensés en Suisse et quels choix de société ces modalités révèlent-elles ? C'est ce qu'ont cherché à mettre en lumière des scientifiques lausannois et genevois, sous la direction du professeur Dietmar Braun de l'Institut d'études politiques et internationales de l'Université de Lausanne. Menée dans le cadre du Programme national de recherche 52 « L'enfance, la jeunesse et les relations entre générations dans une société en mutation », leur étude montre que la reconnaissance sociale et la valorisation de la prise en charge de la dépendance restent faibles dans notre pays. Les réseaux de soins et les pratiques locales sont en revanche variés et souvent innovants.

L'affaire des femmes

« En comparaison internationale, la Suisse a toujours privilégié un Etat social discret, informel, dans lequel les femmes sont considérées comme des aidantes naturelles, souligne la politologue genevoise Barbara Lucas. Conséquence : au niveau national, la dimension sociale du soin aux personnes dépendantes peine à être reconnue. »

Afin de mieux cerner cette réalité ainsi que la diversité des expériences locales, les chercheurs ont analysé les débats et les enjeux autour de cette problématique dans l'arène fédérale au cours des trente dernières années. Parallèlement, ils ont, au moyen de plus de 600 questionnaires, comparé les réseaux d'acteurs dans six villes suisses : Bâle, Frauenfeld, Fribourg, Genève, Lugano et Sierre. Ils ont ensuite

« J'accorde beaucoup d'importance aux applications concrètes de mes recherches et à leur vulgarisation. »

des petites contrariétés et des tracas quotidiens qui mine le couple. A l'inverse apprendre à bien gérer son stress et à se soutenir mutuellement peut améliorer la solidarité au sein du couple et renforcer sa cohésion. C'est en tout cas le but des programmes antistress élaborés par Guy Bodenmann. Une manière d'allier théorie et pratique qui lui convient parfaitement puisqu'il est aujourd'hui à la fois chercheur, enseignant et thérapeute. « J'accorde beaucoup d'importance aux applications concrètes de mes recherches et à leur vulgarisation. Grâce aux couples qui ont été d'accord de participer à mes études, j'ai pu faire des découvertes intéressantes. Je trouve donc qu'il est normal de leur redonner quelque chose en leur apportant une aide concrète. »

Des programmes efficaces, puisque l'on constate, dans la très grande majorité des cas, une amélioration de la communication entre les partenaires, une plus grande solidarité et une sexualité plus harmonieuse. Seul bémol, ils se déroulent sur un seul week-end très intensif. « Pour avoir un impact sur la durée, ils devraient être répétés, de manière à soumettre le mariage à une sorte de service régulier », estime Guy Bodenmann qui travaille maintenant à la mise en place d'un système encore plus performant.

Reste que ces programmes ont déjà acquis une excellente réputation internationale. « Dans le cadre d'une évaluation effectuée par l'administration américaine, ils ont même été considérés comme figurant parmi les meilleurs du monde », précise-t-il.

La place essentielle de sa famille

Reconnu à l'étranger, créateur d'un réseau international de chercheurs sur le stress et sa gestion, le psychologue n'envisage pourtant pas de quitter la Suisse. C'est surtout sa famille qui l'y retient, une famille qui occupe une place essentielle dans sa vie et qu'il n'entend en aucun cas négliger. « J'ai la chance d'avoir une femme dont je suis très proche, qui me soutient beaucoup, également dans mes recherches. Actuellement, elle a mis sa propre carrière scientifique entre parenthèses pour se consacrer à nos enfants. Mais je tiens aussi à être présent aussi souvent que possible auprès d'eux », fait-il valoir. ■

Personnes dépendantes en quête d'indépendance

procédé à des études de cas à Lugano, Frauenfeld et Genève, villes représentatives de la diversité helvétique. Ceci sur la base, dans chaque localité, d'entretiens qualitatifs avec une vingtaine d'acteurs politiques, administratifs, associatifs et professionnels.

« A l'échelle fédérale, la question de la dépendance due au handicap et à l'âge a été réglée dans le cadre de l'AI et de l'AVS et abordée de façon assez classique et médicalisée, par le biais notamment du financement de homes, de foyers, puis d'aides à domicile », rappelle Barbara Lucas. La prise en charge de la petite enfance n'est en revanche thématisée que depuis quelques années et reste fortement liée à la problématique de l'intégration des mères sur le marché du travail. « On en est encore à débattre de la légitimité de l'implication de l'Etat dans ce domaine », précise-t-elle.

Si l'étude montre que la Suisse est relativement à la traîne dans le contexte international, elle dévoile, au niveau local, une très forte diversité d'expériences se déclinant essentiellement selon trois modèles qui ont des implications très différentes en termes d'égalité d'accès aux différentes prestations ou de parcours de vie des aidants et des aidés. Au modèle de la réflexivité, inspiré de Genève, Bâle et Fribourg, s'opposent ainsi un modèle de l'assistance (Lugano, Sierre) et un modèle de la responsabilisation (Frauenfeld). Dans le premier, l'Etat favorise les expérimentations, respecte la pluralité de la société et encourage les initiatives des associations. A titre d'exemple, on peut citer les expériences de « désinstitutionnalisation » qui sont menées à Genève avec des handicapés susceptibles de vivre en appartement individuel. Le deuxième combine un modèle traditionnel de prise en charge (familles notamment) avec des mesures publiques souvent stigmatisantes, comme l'accueil en institutions fermées pour des cas jugés trop différents (handicap mental notamment). Quant au dernier, il délègue ces tâches avant tout au secteur privé, familial et marchand.

Autonomie et liberté de choix

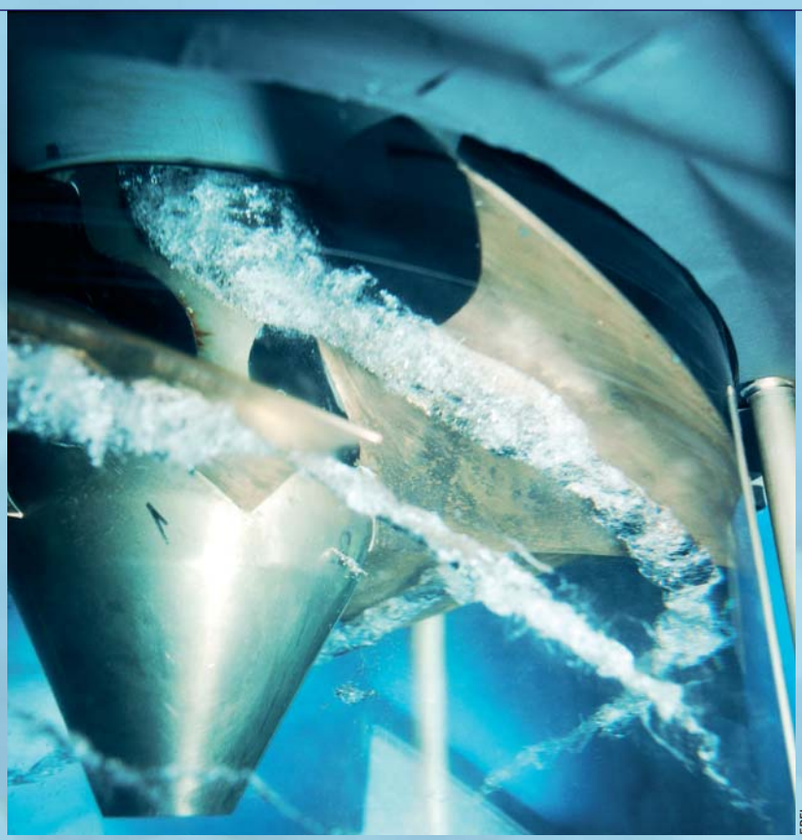
La recherche a par ailleurs permis de mettre en évidence de nouvelles revendications, notamment dans le monde très dynamique du handicap. « On constate une volonté d'émancipation chez les personnes dépendantes, note Barbara Lucas. Dans tous les domaines, la relation d'aide est en train d'évoluer. L'activité, la socialité, l'autonomie, la liberté de choix sont des valeurs contemporaines montantes avec des enjeux concrets : l'offre peut en effet s'orienter dans ce sens ou non. » A cela s'ajoutent une exigence de participation à la définition des besoins, aussi bien du côté des aidés que des aidants, et, chez les proches et les soignants, une demande de reconnaissance pour le travail accompli.

Quel est le modèle qui répond le mieux à ces nouvelles revendications ? Pour la politologue, c'est clairement le modèle réflexif. Mais une offre élevée et variée de prestations ne suffit pas. Il faut encore que leur accès soit garanti à tous, indépendamment du revenu ou du niveau de formation.

Selon la chercheuse, il importe de repenser les synergies entre public et privé, monde associatif et Etat, personnes proches, associations et communes. Il faut surtout favoriser les échanges de bonnes pratiques entre cantons et entre différents domaines du soin, à l'image des activités intergénérationnelles mêlant petits enfants et aînés qui sont développées à Lugano et qui mériteraient d'être étendues ailleurs en Suisse. Pour elle, c'est à la Confédération qu'il incombe d'encourager ces échanges afin que la prise en charge de la dépendance soit enfin reconnue comme un enjeu national et que son contenu fasse l'objet d'un véritable débat. Première amorce de débat, un colloque scientifique autour des résultats de l'étude aura lieu au printemps prochain à Lausanne. ■

Mystérieuses bulles

A l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, des ingénieurs percent petit à petit le phénomène de cavitation, aux conséquences parfois destructrices.



EPFL

PAR OLIVIER DESSIBOURG

IMAGE EN ARRIÈRE-FOND RDB/CORBIS

Des bulles, de menues bulles, et de plus grosses bulles. Voilà des chercheurs qui passent leur temps à faire des bulles. Par oisiveté ? Par opiniâtreté plutôt. A l'aide d'imposantes machines, ces ingénieurs de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) percent petit à petit l'un des mystères de la physique des fluides : la cavitation. Un phénomène qui entre en jeu dans les systèmes de propulsion à hélices, dans les moteurs de fusées ou dans les turbines hydrauliques, avec parfois des conséquences destructrices.

« L'on parle de cavitation lorsque, sans apport de chaleur, des bulles de gaz se forment dans un liquide soumis à une dépression », explique Mohamed Farhat, chef de groupe à l'EPFL. Dans le cas d'une turbine, l'eau s'écoule à si grande vitesse sur les pales que, selon le théorème établi en 1739 par Bernoulli, la pression y est localement très basse. L'eau peut alors passer à l'état gazeux, en formant des bulles de vapeur. Mais, à peine générées, ces vésicules sont à nouveau soumises à la pression du liquide environnant. Elles n'ont qu'une destinée : imploser, et disparaître. Non sans laisser une trace : « La cavité libère son énergie dans un temps infime, de l'ordre de la nanoseconde, et dans un espace micrométrique. Se crée alors une onde de choc, très violente. Cela correspond à se piquer avec une aiguille. Même sans appuyer, cela fait mal. » Dans le monde de la mécanique, ce supplice se traduit par une érosion des matériaux des hélices, des vibrations et un bruit. Qui peut rendre les sous-marins militaires peu discrets…

Influence sur le rendement des turbines

Le problème est connu de longue date. « On entend parfois, à tort, que l'hydraulique est une vieille science, poursuit le chercheur. Mais il n'existe toujours pas de modèle prédictif du phénomène ni de matériaux capables d'y résister. En outre, l'exploitation de plus en plus exigeante des turbines hydrauliques pose de nouveaux défis aux concepteurs. La cavitation qui peut altérer son rendement en fait partie plus que jamais. Chaque turbine possède des conditions d'utilisation spécifiques ; elle requiert une conception qui lui est propre et qui doit être validée sur un modèle réduit. » Le Laboratoire des machines hydrauliques de l'EPFL fait ainsi référence car il est l'un des rares centres de tests indépendants. Mais outre cette activité appliquée, ce sont les aspects de recherche fondamentale qui passionnent le chercheur et son collègue, le professeur François Avellan, directeur du laboratoire.

« Nous étudions la dynamique des cavités de vapeur et le stade final de leur implosion afin de détailler le mécanisme de l'érosion. Nous tentons d'établir des modèles mathématiques pour prédire les surpressions dues aux ondes de choc », résume-t-il. Pour ce faire, un immense tube a été construit, où l'eau s'écoule à la vitesse de 50m/s, ce qui en fait l'un des

hsva.de

EPFL

Lors de la cavitation, des bulles se forment sous l'effet des changements de pression, bulles qui implosent. Ce phénomène provoque, par exemple, une érosion des turbines hydrauliques et des hélices de bateau (à gauche). Les images en noir et blanc montrent la cavitation en apesanteur : des gouttes d'eau sphériques. A l'intérieur implose une bulle (tout en haut) et deux jets se développent (ci-dessus).

plus performants du monde. Y sont testés divers profils de pales.

« Nous avons aussi mis au point une technique qui, en détectant les vibrations, permet de déceler dans les machines hydrauliques les impacts des ondes de choc. » Las. La cavitation est un phénomène si microscopique que la mesurer directement reste ardu. Les scientifiques se reportent alors sur sa signature… lumineuse. « Lorsque les bulles implosent, le gaz qu'elles renferment est tellement compressé que sa température atteint des centaines de milliers de degrés. Cela crée un plasma, sorte de ‹soupe› d'ions et d'électrons libres », détaille l'ingénieur. En se recombinant, ces particules émettent de la lumière. « La mesure de cette luminescence nous permet de localiser les lieux d'implosion des cavités de vapeur, et de caractériser leur potentiel érosif. »

L'état de surface des aubes

Autre axe de recherches : l'état de surface des aubes. Car plus elles sont irrégulières, plus elles favorisent la cavitation. Mohamed Farhat prend l'image du verre de champagne : « Si une flûte est sale, les aspérités de la surface du verre, qui retiennent d'infimes quantités d'air, sont la source d'un nombre élevé de bulles. De même, la rugosité des faces joue un rôle majeur dans la nucléation, puis le développement des bulles de cavitation. Nous suivons plusieurs pistes pour maîtriser cet effet, notamment en tirant profit des nanotechnologies. »

Captivé et optimiste, le chercheur l'admet : la tâche est loin d'être triviale. « C'est un problème aux aspects multiples qui fait intervenir plusieurs disciplines (mécanique, physique, matériaux). Au final, éliminer la cavitation constitue presque un rêve. » Si un jour l'équipe de scientifiques de l'EPFL parvient à le caresser, nul doute qu'elle sablera le champagne pour une autre raison que simplement observer ses bulles. ■

Implosion en apesanteur

Outre les ondes de choc, les bulles de cavitation produisent des jets lorsqu'elles implosent dans un liquide à proximité de sa surface. Sur la Terre, un volume d'eau immobile n'a qu'une surface libre plane, si bien qu'un seul de ces jaillissements peut être observé.

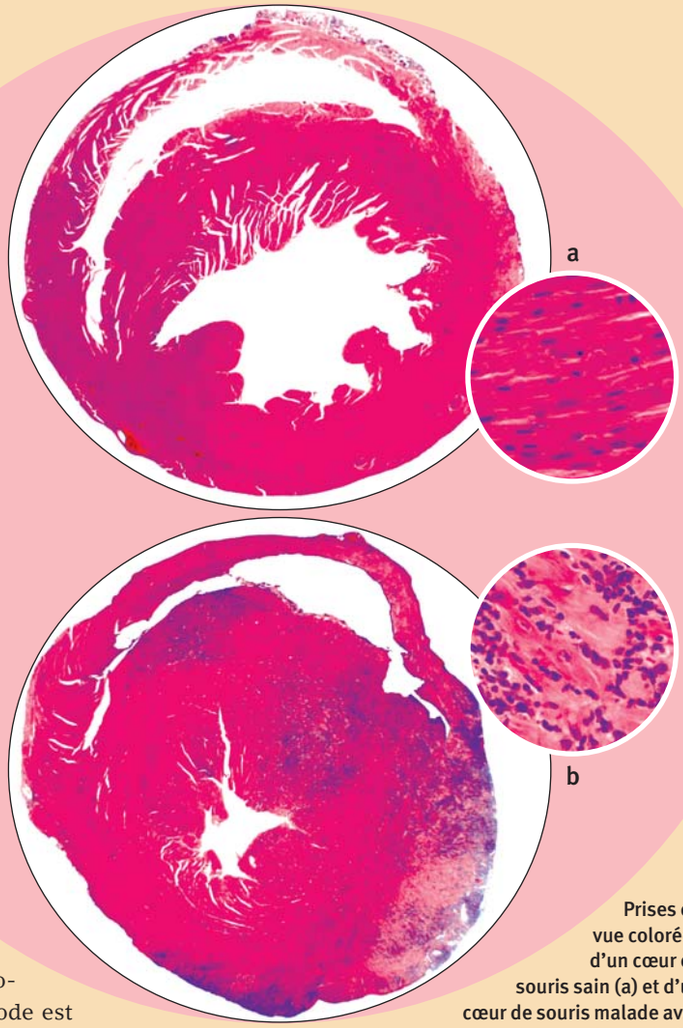
Mais comment se déroule le processus en apesanteur ? Tout le monde sait, depuis les péripéties du capitaine Haddock sur la Lune, que les liquides, en l'absence de gravité, se mettent en boule… Quatre étudiants de l'EPFL ont eu la chance, dans le cadre d'un concours de l'Agence spatiale européenne (ESA), d'observer l'implosion d'une cavité dans le volume fini qu'est une goutte d'eau sphérique. Sous la supervision de Mohamed Farhat, les ingénieurs Danail Obreschkow, Philippe Kobel, Aurèle De Bosset et Nicolas Dorsaz ont installé leur dispositif à bord d'un Airbus A300 loué par l'ESA. Cet avion a été modifié pour suivre des trajectoires en forme de cloche. Au sommet de ces paraboles, ses moteurs sont coupés. L'aéroplane se met en chute libre. Ses occupants chutent avec lui. Dans le référentiel qu'est l'avion, ils ne subissent alors plus la force de gravité. Se trouvant en micropesanteur, ils « flottent » dans l'air.

A cet instant est conçue une goutte de liquide. En son cœur : une cavité est générée. Qui implose ! Résultat : les premières images jamais filmées montrant deux jets se développer dans des directions opposées. Sur la base des images glanées, les étudiants ont mesuré le rayon de la cavité en phase d'implosion, puis établi un modèle théorique décrivant ce phénomène. Leur étude vient d'être publiée dans la revue *Physical Review Letters (vol. 97; 094502)* ■

Une insuffisance cardiaque, surtout chez les jeunes patients, est souvent due à une surréaction du système immunitaire. Urs Eriksson de l'Hôpital universitaire de Bâle suit ce mécanisme à la trace.

PAR ROLAND FISCHER

Quand le système immunitaire s'en prend au cœur



Prises de vue colorées d'un cœur de souris sain (a) et d'un cœur de souris malade avec des tissus musculaires enflammés (b).
Photos: Hôpital universitaire de Bâle

Les jeunes peuvent aussi souffrir d'une insuffisance cardiaque. Lorsque le muscle de leur cœur n'est pas pleinement performant, cela limite fortement leur activité physique. Or pour nombre d'entre eux, il n'existe aucune thérapie efficace, à l'exception de la transplantation cardiaque.

Chez les personnes de moins de 40 ans, cette insuffisance est le plus souvent due à une myocardite, une inflammation du muscle cardiaque d'origine virale, parfois bactérienne. La plupart du temps, l'inflammation évolue de manière relativement bénigne, endommageant à peine le muscle cardiaque. Et normalement, une fois l'infection résorbée, le tissu se remet complètement.

Mais de nombreux patients développent une réaction auto-immune contre leur propre muscle cardiaque : leur système immunitaire ne se contente pas de produire des anticorps contre les agents infectieux, il fait continuellement de l'excès de zèle et s'en prend aux cellules du cœur, déclenchant alors des mécanismes de défense qui conduisent à une insuffisance cardiaque sévère.

Puissants médicaments

Urs Eriksson s'est fixé pour objectif de mieux connaître cette auto-immunité afin de trouver des moyens thérapeutiques efficaces. La médecine a déjà tenté d'aider des patients en réprimant l'intégralité de leur système immunitaire avec de puissants médicaments. Avec un certain succès : chez quelques patients, la performance cardiaque a pu être améliorée. Mais cette méthode est un traitement massue grossier et non spécifique, aux effets secondaires importants.

Le chercheur a développé une hypothèse sur le déroulement exact de l'affection. Il est en train de la tester et de l'affiner sur un modèle de souris, en se concentrant sur les mécanismes moléculaires qui déclenchent la surréaction. Car, normalement, le système immunitaire dispose d'un mécanisme de tolérance finement réglé qui « fait signe de passer » à toutes les substances propres à l'organisme et intervient uniquement contre les cellules étrangères et les agents pathogènes. L'objectif est de mettre au point un traitement aussi spécifique que possible qui n'inhibe le système immunitaire que là où il surréagit.

Le groupe de recherche d'Urs Eriksson a déjà largement contribué à une meilleure compréhension de la myocardite. Les chercheurs ont identifié, à l'aide d'un modèle de souris, certains composants importants du déclenchement de la maladie. Mais de nombreuses questions restent encore ouvertes. Outre la recherche fondamentale, on s'apprête aussi, dans le laboratoire bâlois, à développer des bases de traitement. On travaille ainsi également avec des cellules souches adultes qui sont susceptibles d'inhiber une infection déjà développée.

Meilleure approche du patient

Urs Eriksson est depuis 2004 professeur boursier du FNS, ce qui lui permet de poursuivre sa recherche tout en assumant sa fonction de médecin-chef à l'Hôpital universitaire de Bâle. Pour ce jeune chercheur, il est essentiel de concilier la partie clinique de son travail au chevet des malades avec son activité en laboratoire. Il est en effet convaincu que cette combinaison profite à la science comme aux patients. « Une perte de créativité en médecine conduit à une perte de qualité au niveau du traitement, note-t-il. Bien comprendre le mécanisme de la maladie permet une meilleure approche du patient. » Et inversement, d'ailleurs. De l'observation clinique naissent de nouvelles interrogations que le médecin peut ensuite creuser en laboratoire. ■

Jonction des glaciers de Pers et Morteratsch en Engadine.

dietz.ch

Ce qui lie périodes glaciaires et effet de serre

PAR ANITA VONMONT

Au XIXe siècle, des scientifiques ont découvert qu'avant notre époque tempérée, d'énormes masses de glaces recouvraient la surface de la Terre. En se basant sur une hypothèse erronée, ces chercheurs ont involontairement favorisé la découverte de l'effet de serre.

A notre époque de réchauffement climatique global, l'idée que la Terre ait déjà connu des périodes plus froides qu'aujourd'hui semble une évidence. Mais indépendamment de l'effet de serre induit par l'homme, la période la plus récente de l'histoire de la Terre, l'holocène, est en elle-même une période chaude qui dure en Europe centrale depuis 9500 ans environ. Les ères précédentes ont connu plusieurs phases froides ou glaciaires, au cours desquelles l'hémisphère nord, notamment, s'est largement recouvert de glaciers (voir encadré). Les hommes de Neandertal et nos ancêtres de l'âge de pierre vivaient, en Suisse aussi, dans un paysage de neige et de glaces. Voilà une chose que nous savons déjà depuis l'école primaire. Et plus personne aujourd'hui ne remet en question l'existence des périodes glaciaires.

Alors qu'il n'y aurait rien d'aberrant à cela. Car notre idée selon laquelle la Terre est une planète en fusion qui peu à peu se refroidit et se solidifie depuis l'extérieur contredit à première vue l'hypothèse de périodes froides. Il serait beaucoup plus plausible d'imaginer un climat qui se réchauffe à mesure que l'on remonte dans les 4,5 milliards d'années de l'histoire du globe.

Vulcanistes contre neptunistes

Et c'est exactement le point de vue que défendaient la plupart des géologues au début du XIXe siècle. A l'époque, leur discipline était marquée par la pensée historique dominante, comme l'explique Tobias Krüger, historien du climat à l'Université de Berne qui étudie la découverte des périodes glaciaires dans le cadre du Pôle de recherche national «Climat». Les théories les plus diverses sur la formation de la Terre se côtoyaient, mais la plus populaire postulait que la Terre vivait un refroidissement successif avec, donc, des températures de plus en plus basses. Ses adeptes, les vulcanistes, se basaient sur des éléments comme les volcans, les sources chaudes et les restes fossiles de plantes tropicales qui venaient d'être découverts. L'idée de périodes glaciaires était incompatible avec cette conception.

Les neptunistes, en revanche, y étaient plus favorables. Leur théorie de la formation de la Terre était aussi l'une des plus influentes au début du XIXe siècle. Elle définissait la Terre comme une boule de boue froide recouverte par un océan primordial d'où avaient émergé les continents par précipitation et cristallisation. L'hypothèse des périodes glaciaires était conciliable avec cette théorie et les neptunistes se sont chargés de la mettre au point. Goethe qui fut aussi toute sa vie un neptuniste convaincu a été l'un des premiers à évoquer, dans *Les années de voyage de Wilhelm Meister* et plus clairement encore dans ses notes personnelles, une ancienne période très froide.

L'impulsion venue des rochers

Mais selon Tobias Krüger, le véritable père de la recherche sur les glaciations est le Norvégien Jens Esmark (et non comme on le pense souvent le chercheur américano-suisse Louis Agassiz). Son essai publié entre 1823 et 1824 eut un fort écho international. En étudiant des moraines, des blocs érodés et d'autres particularités géologiques, il avait en effet conclu qu'à une époque antérieure, les glaciers devaient être beaucoup plus importants et les températures beaucoup plus basses. Il en voulait notamment pour preuves les blocs erratiques qui, à l'époque, jonchaient

Lac glaciaire en Haute-Engadine.

swiss-image.ch

Il y aura d'autres ères glaciaires

Grâce au géologue Jens Esmark, on sait depuis 1823/1824 que la Terre était autrefois largement recouverte d'épaisses calottes de glaces. La mise au jour des premières preuves de l'existence de longues périodes glaciaires interrompues par des périodes tempérées (des couches de caillasse glaciaire alternant avec de restes de végétation) date des années 1840.

Aujourd'hui, on connaît l'ordre des périodes glaciaires récentes grâce à des forages dans les fonds marins et dans les calottes polaires (Groenland et Antarctique). Les dix derniers millions d'années ont connu plus de dix périodes glaciaires.

L'histoire de l'effet de serre naturel se reflète dans des alternances correspondantes entre des époques chaudes et froides. Tant que les masses de glace de l'Antarctique refroidiront l'air et les océans – ce qui devrait encore être le cas pendant des millions d'années – il y aura d'autres ères glaciaires.

le paysage par centaines. Pour Tobias Krüger, ces rochers ont relancé le débat sur la formation de la Terre. La question de leur origine et de leur déplacement a suscité les théories les plus diverses ainsi que de nouvelles découvertes comme celle justement de l'existence par le passé de paysages recouverts de glaciers.

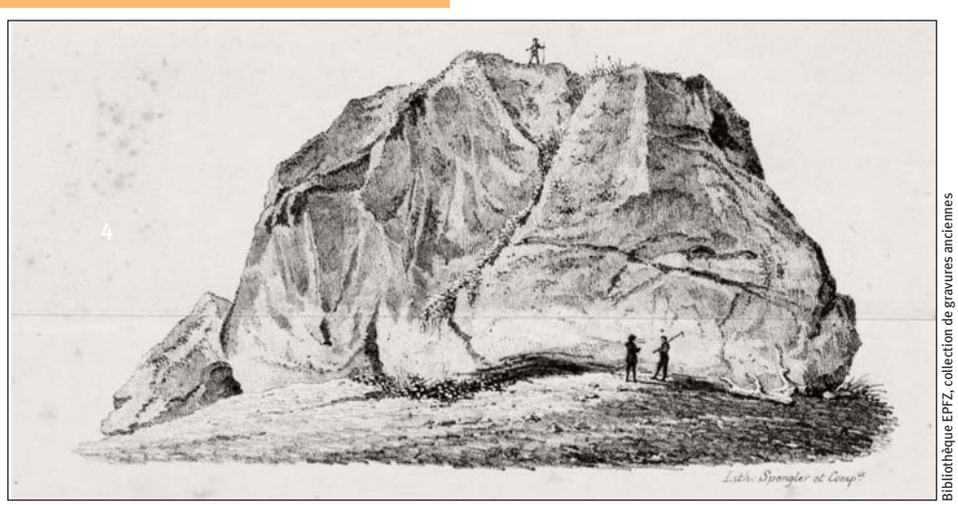
La fausse piste qui mène à l'effet de serre

Même si la théorie neptuniste est aujourd'hui obsolète, la thèse de l'ère glaciaire soutenue par ses adeptes s'est confirmée à plusieurs reprises. Le fait que des fausses pistes peuvent mener à des découvertes d'avenir s'est aussi vérifié dans la seconde moitié du XIXe siècle.

En 1859, le chercheur irlandais John Tyndall a défendu pour la première fois l'hypothèse que les périodes glaciaires étaient dues à des modifications dans l'atmosphère et a ainsi découvert l'importance des gaz traces comme le CO_2 pour l'absorption de la chaleur. S'appuyant sur ces nouvelles connaissances, le prix Nobel de physique Svante Arrhenius a développé en 1896 un modèle mathématique qui établissait une relation de cause à effet entre la baisse de la teneur en CO_2 dans l'atmosphère et celle des températures. Constatant que «l'influence de l'industrie est susceptible de modifier en quelques siècles et de manière significative le faible taux de gaz carbonique dans l'atmosphère», ce même Arrhenius a mis en évidence, en 1906, le rapport entre l'élévation du taux de CO_2 et celui des températures. «La découverte de l'effet de serre est donc, dans une certaine mesure, née de la recherche sur les glaciations», remarque Tobias Krüger.

Dans mille ans seulement

Le modèle d'Arrhenius et ses estimations n'étaient pas très précis. Il prévoyait un réchauffement climatique sensible… dans mille ans seulement. D'autres ont affiné ces prévisions par la suite. «Mais aujourd'hui encore, il existe des positions très diverses sur le changement climatique», note l'historien qui n'est pas surpris que le savoir actuel soit sans cesse relativisé par de nouvelles connaissances. Il estime aussi qu'il faudra probablement attendre, comme avec la théorie des glaciations, entre quarante et cinquante ans pour qu'émerge un nouveau consensus. Car il faut parfois du temps pour qu'une conclusion se dégage. Nous savons certes aujourd'hui combien il y a eu de périodes glaciaires et quand. Mais la question du «pourquoi» reste entière. Jens Esmark avait formulé en 1824 déjà l'hypothèse la plus fréquemment avancée de nos jours: celle des modifications de l'orbite terrestre. ■



Bibliothèque EPFZ, collection de gravures anciennes

La Pierre des Marmettes au-dessus de Monthey, selon une représentation datant du milieu du XIXe siècle. A cette époque, l'origine des mystérieux blocs erratiques faisait l'objet de diverses théories.

Magi Wechsler

Un paléobotaniste de l'Université de Berne montre qu'autrefois les
la Méditerranée. La végétation s'est ensuite modifiée extrêmement

Les plages de sapins ont eu chaud

SPL/Keystone (à gauche), Miguel Vidal/Reuters (à droite et image en arrière-fond)

« Le lac de Massaciuccoli est parfait », déclare Daniele Colombaroli. Ce doctorant à l'Institut des sciences végétales de l'Université de Berne analyse les sédiments de ce plan d'eau afin de comprendre quand et pourquoi les chênes verts ont essaimé dans la région. Le lac de Massaciuccoli est situé au niveau de la mer, à quelques kilomètres au nord de Pise, dans la zone où commence la végétation typiquement méditerranéenne. Mais « typique » est un terme très relatif ! Preuve en est la surprenante découverte de notre chercheur.

Le plus gros pollen d'Europe

Car dans ses carottages, Daniele Colombaroli a trouvé des exemplaires du plus gros pollen qui existe en Europe, celui du sapin blanc. Alors qu'en principe cette essence ne prospère ni à cette altitude ni dans cette région. En Italie, l'arbre pousse seulement dans les zones humides des Alpes et des massifs de Calabre. Alors, pour être bien certain qu'il ne s'agissait pas de débris charriés par des cours d'eau depuis les montagnes, il a examiné un marais tout proche. Où il est également tombé sur du sapin blanc.

Le sapin blanc est le plus grand arbre d'Europe. On en trouve d'ailleurs quelques exemplaires particulièrement impressionnants dans l'Emmental. Mais les nombreux pollens présents dans les sédiments du lac italien indiquent qu'autrefois il poussait aussi au bord de la Méditerranée. « Cette découverte signifie que nous ne connaissons pas encore à fond le potentiel écologique de l'essence », explique Willy Tinner, qui supervise les travaux.

Pas un cas isolé

Ce paléobotaniste avait déjà trouvé auparavant du pollen de sapin blanc au Tessin, à des altitudes où il n'en attendait pas. Willy Tinner étudie notamment l'histoire des incendies de forêts. Ces derniers ont joué, en Suisse aussi, un rôle décisif dans l'évolution du paysage.

Et c'est pour déterminer lequel exactement qu'il a examiné des sédiments lacustres au Tessin. Ces derniers constituent des archives idéales pour reconstruire l'histoire du climat, de la végétation et des incendies de forêts, car les graines et les restes de charbon se déposent au fond des lacs. Dans le lac d'Origlio, au nord de Lugano, le chercheur a mis au jour une constellation surprenante. Avant que l'homme commence, il y a environ 7500 ans, à défricher le paysage en incendiant la forêt, les sapins blancs étaient très répandus au Tessin.

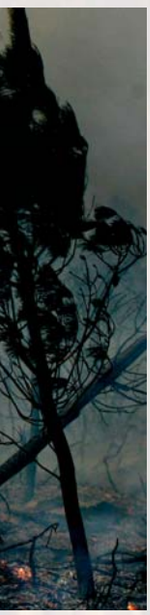
L'essence a reculé avec les incendies, pour finalement disparaître en basse altitude, il y a environ 5000 ans. « Je pensais qu'il s'agissait d'un cas isolé », explique-t-il. Mais les découvertes faites au lac de Massaciuccoli prouvent qu'autrefois les sapins blancs étaient répandus sur des territoires beaucoup plus vastes qu'aujourd'hui.

Les sapins ont battu en retraite

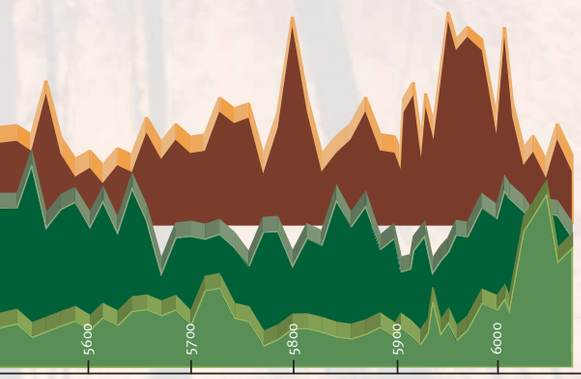
La forêt tessinoise était alors bien différente. Outre des sapins blancs, elle abritait des tilleuls, des ormes, des aulnes, des frênes, des chênes, des noisetiers et du lierre. Les forêts de châtaigniers n'existaient pas encore. Ce sont les Romains qui les ont plantées. Mais avec les perturbations constantes dues aux incendies, la forêt s'est modifiée. Les ormes et le lierre ont été évincés par les noisetiers, les aulnes et les bouleaux. Ensuite est apparu le hêtre, alors que le sapin blanc disparaissait. Les arbres réagissent très différemment aux incendies. A l'inverse du noisetier qui

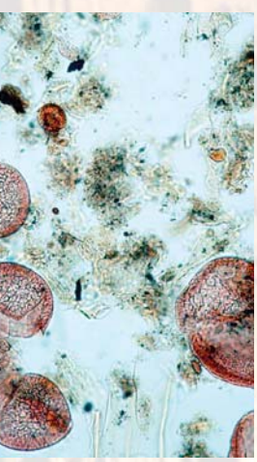
sapins blancs poussaient aussi au bord de rapidement.

PAR ANTOINETTE SCHWAB



botany.unibe.ch (3)





Il y a quelques milliers d'années, les forêts de sapins blancs (en haut à gauche) bordaient aussi la Méditerranée. C'est la surprenante découverte effectuée par des botanistes lors de l'étude de sédiments du lac de Massaciuccoli près de Pise. Leurs carottages (en haut à droite et petite photo ci-contre en bas) ont mis au jour des pollens de sapin blanc (ci-contre au milieu). Comme le montrent les analyses des sédiments où l'on a trouvé d'importantes traces de charbon (graphique ci-dessus), les incendies de forêts ont fait battre les sapins blancs en retraite, alors que les chênes verts ont survécu.

se redéploie facilement, le sapin blanc semble très sensible. « On sait juste que là où le sapin blanc pousse encore aujourd'hui, il n'y a pas d'incendies de forêts, relève Willy Tinner. Et inversement. » Les sapins blancs ont donc probablement été contraints de se retirer en altitude.

L'homme ou le climat

L'équipe de l'Institut des sciences végétales de Berne examine l'histoire du climat, de la végétation et des incendies de forêts sur un tracé qui s'étire des Alpes à la Sicile. Sur ce parcours, le lac de Massaciuccoli occupe une position idéale. Les carottages de ses sédiments fournissent une image analogue à celle des échantillons tessinois : d'abord un certain type de forêt, puis, il y a 6000 ans environ, une multiplication des incendies ; la végétation se modifie, le sapin blanc disparaît, les buissons et les herbes se répandent.

« Tout cela s'est joué en quelques années seulement », souligne Daniele Colombaroli. Il a suffi de vingt ans pour modifier à long terme la totalité d'un paysage. Les chênes verts ne sont donc pas apparus à cette époque, ils en sont simplement les seuls survivants. L'importante part de charbon qui coïncide avec la disparition des sapins blancs témoigne de nombreux incendies. Mais pourquoi ? Le climat est-il devenu plus chaud et plus sec, augmentant ainsi le risque naturel d'incendies de forêts ? Ces derniers ont-ils été provoqués par la main de l'homme ? Ou y a-t-il eu conjonction des deux phénomènes?

Cause ou conséquence

Pour retracer l'évolution du climat, Daniele Colombari a fait analyser des diatomées (algues microscopiques) d'une lagune toute proche. Selon la température, les substances nutritives et la salinité de l'eau, les espèces d'algues sont en effet différentes. Les résultats indiquent clairement que quelques décennies après l'effondrement de la végétation d'origine, il a effectivement fait plus chaud. La qualité de l'eau s'est aussi modifiée. Elle est devenue plus saumâtre.

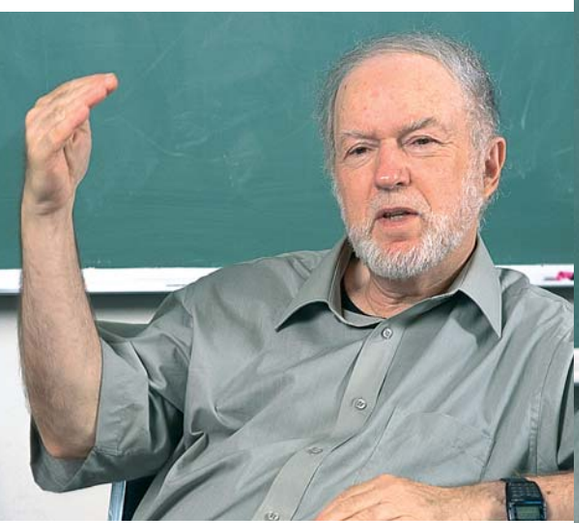
Mais il ne suffit pas d'un site pour établir si le climat d'une région s'est vraiment modifié. Le scientifique ausculte donc un autre lac, un peu plus au sud, pour reconstituer les variations du niveau de l'eau, qui permettent à leur tour d'opérer certaines déductions sur le climat. Si elles venaient corréler les observations faites au lac de Massaciuccoli, cela serait la preuve de changements climatiques. Dans le cas contraire, cela serait un indice important de l'influence exercée par l'homme.

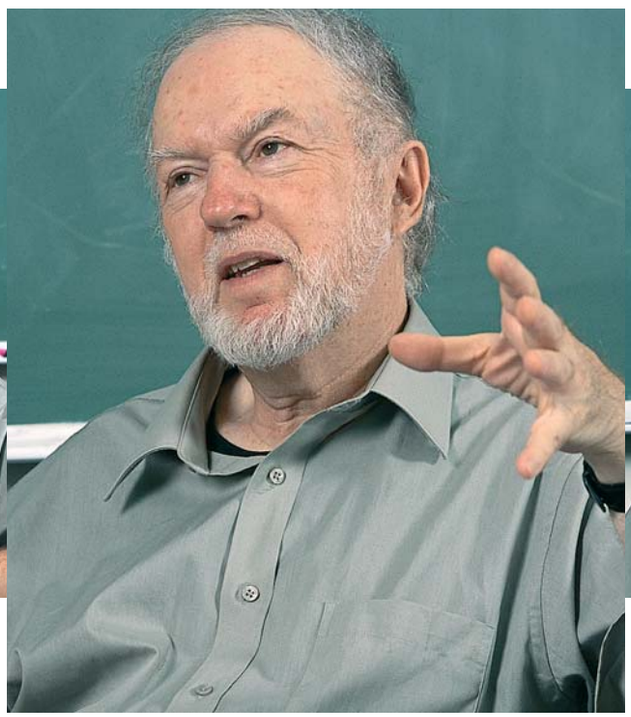
Dans l'Emmental aussi

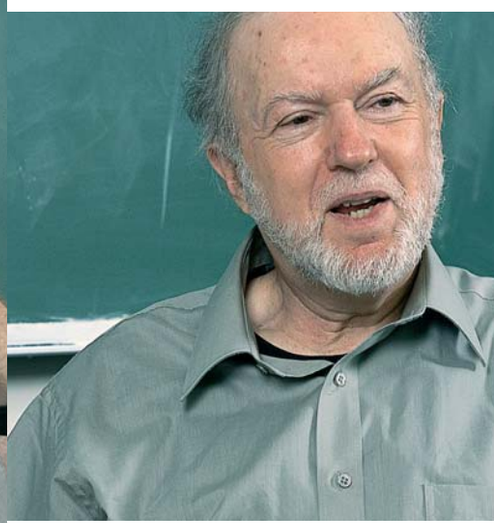
En Europe centrale et méridionale, l'histoire des feux de forêts est une discipline encore récente. La première publication date de la fin des années 1980. Jusque-là, on n'avait guère réalisé l'influence de ces incendies sur l'écologie. « Mais, sans considérer ces faits, on ne peut pas comprendre l'écologie et encore moins faire des prévisions », note Willy Tiner.

Avec le réchauffement climatique, climatologues et écologues estiment que les incendies de forêts vont augmenter dans les vallées alpines. Et les résultats de l'équipe bernoise montrent qu'ils peuvent modifier la végétation en peu de temps. Les sapins blancs de l'Emmental pourraient donc, eux aussi, disparaître rapidement. ■

« Les **falsifications** dues au **sponsoring** sont une réalité »







PAR MARCEL HÄNGGI
PHOTOS MARK MORELLI

Spécialiste du sponsoring et du transfert de technologie, l'universitaire américain Sheldon Krimsky met en garde contre la commercialisation excessive de la science. Ce danger n'est toutefois pas inéluctable.

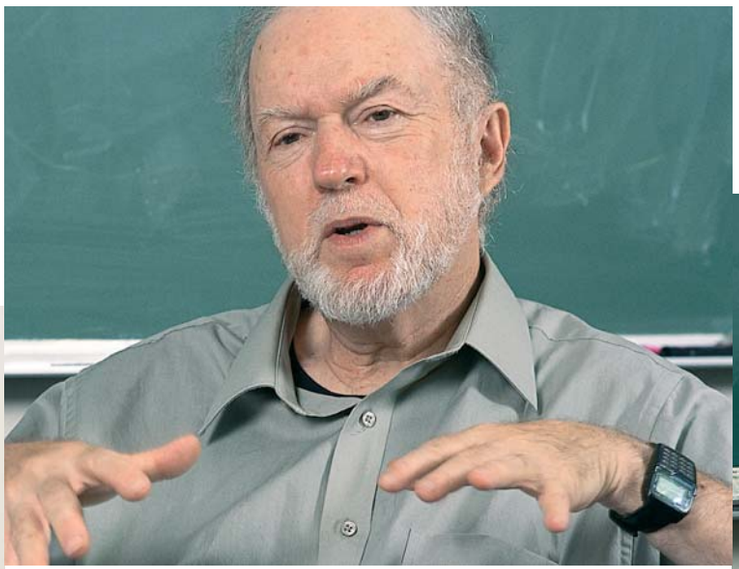
La loi sur l'aide aux universités de 1999 récompense les hautes écoles suisses qui réussissent à obtenir davantage de fonds privés. Et celles-ci se fixent de nouvelles priorités. L'intensification des contacts avec l'industrie représente ainsi l'un des principaux objectifs de la nouvelle direction de l'EPFZ. Mais le rapprochement entre université et industrie est porteur de risques. En 1988, alors que les termes « transfert de technologie » ou « fonds privés » étaient encore à peine connus en Suisse, une commission de la Chambre des représentants s'est déjà penchée aux Etats-Unis sur les conflits d'intérêts entre science et industrie. Le philosophe des sciences Sheldon Krimsky est l'un des meilleurs spécialistes mondiaux du sujet.

Dans le sous-titre de votre livre « Science in the Private Interest »*, vous vous demandez si la poursuite du profit a corrompu la science. Qu'en est-il ?

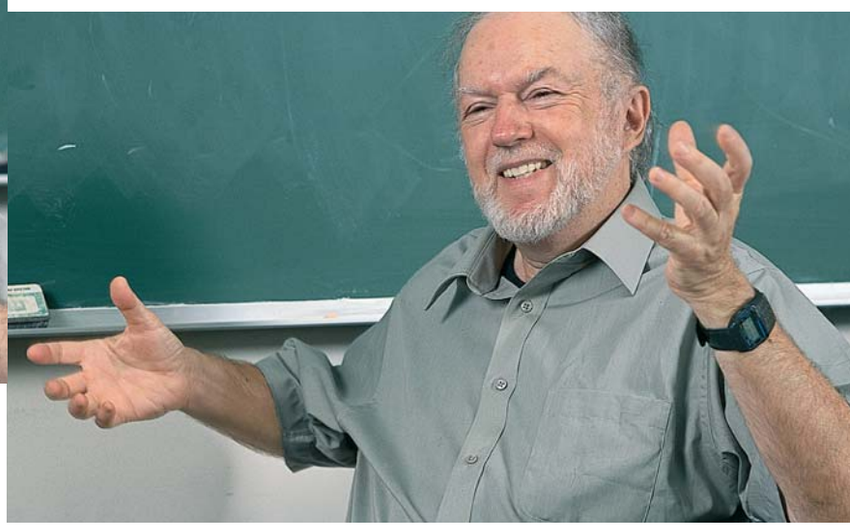
Sheldon Krimsky : Certains domaines scientifiques ont été fortement commercialisés ces dernières années. Dans mon ouvrage, je m'efforce d'évaluer ces influences et de faire des recommandations pour protéger l'autonomie de la recherche. Les lecteurs en concluent probablement qu'il existe une forte corruption dans ces secteurs.

Qu'y a-t-il de mauvais dans la commercialisation ?

Une entreprise qui sponsorise la recherche la voit comme un « input » dans son système de production et a un intérêt dans l'issue d'une étude. Il existe de nombreux exemples de pressions exercées par des sponsors commerciaux sur les chercheurs lorsque les résultats ne leur convenaient pas. Pour mes recherches, j'ai reçu beaucoup de fonds de source étatique. Mais personne au gouvernement ne m'a jamais dit : nous voulons tel résultat.



« Les études parrainées par des entreprises ont une bien plus forte probabilité d'aboutir à des résultats allant dans le sens du sponsor. »



« On devrait interdire que des chercheurs cliniciens possèdent des actions d'entreprises pharmaceutiques. »

Mais les gouvernements pourraient tout aussi bien avoir un intérêt à un résultat précis !
C'est juste. Notre gouvernement actuel influence ses chercheurs dans la recherche sur le climat, par exemple. Mais ceux qui ne sont pas directement employés dans une institution fédérale et travaillent dans une université avec des fonds fédéraux restent libres d'influence. Les entreprises, en revanche, tentent d'exercer un contrôle sur la recherche qu'elles sponsorisent dans les universités.

L'objectif d'une université est une science de qualité. Si c'est aussi ce que souhaite obtenir une entreprise, il n'y a pas de conflit d'intérêts …
Lorsque l'on parle de science appliquée, il n'est plus question seulement de qualité scientifique. Des valeurs politiques, sociales, culturelles sont impliquées. Savoir si les risques technologiques sont acceptables pour une société n'est pas une question scientifique. Dans des disciplines de ce genre, les falsifications sont une réalité.

L'un des principaux résultats de ma recherche est d'avoir prouvé un « fundig effect » : les études parrainées par des entreprises avaient une beaucoup plus forte probabilité d'aboutir à des résultats allant dans le sens du sponsor – effets secondaires d'un médicament jugés bénins, par exemple – que des études comparables financées par des sources non orientées vers le profit.

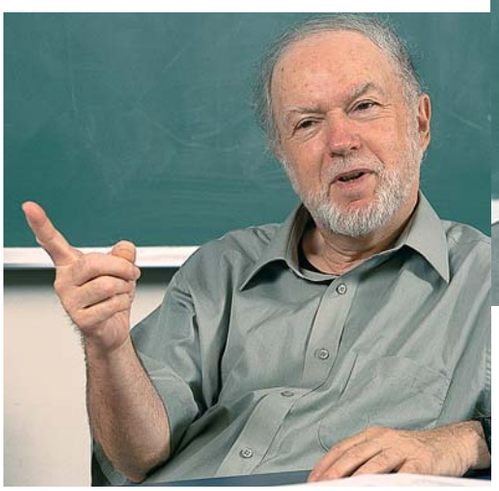
Les universités devraient-elles renoncer au sponsoring ?
Certaines refusent formellement les fonds de l'industrie du tabac. Mais je ne crois pas que l'interdiction d'accepter des fonds privés serait une solution praticable. L'important, ce sont les types de contrats conclus. Le chercheur doit avoir la liberté complète d'interpréter et de publier ses résultats de la façon qui lui semble juste.

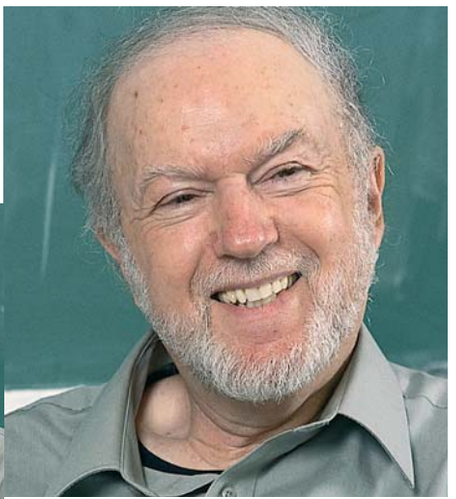
En Suisse, la part de fonds privés dans le financement des universités a presque triplé ces dix dernières années et la tendance se poursuit. Que recommandez-vous pour qu'elles préservent leur autonomie ?
Les universités ont besoin d'un code éthique strict afin d'empêcher ce que l'on observe aux Etats-Unis, et pire encore, en Chine et en Corée du Sud. Il leur faut des directives pour leurs chercheurs. Nous n'accepterions pas qu'un juge détienne des actions d'une prison à but lucratif. De même, on devrait interdire que des chercheurs cliniciens possèdent des actions d'entreprises pharmaceutiques. Pour avoir un rapport responsable au sponsoring,

Sheldon Krimsky

Sheldon Krimsky est professeur à l'Université de Tufts à Medford, Massachusetts. La bioéthique et la commercialisation de la science sont ses principaux sujets de recherche. Son livre « Science in the Private Interest. Has the Lure of Profits Corrupted Biomedical Research ? » (Lanham, 2003)* est un ouvrage de référence.
Sheldon Krimsky a séjourné à Zurich en mai 2006 à l'invitation du Fonds national suisse, à l'occasion d'une manifestation de l'Association suisse du journalisme scientifique.

« Ces quinze dernières années, les investissements privés dans la science ont presque doublé aux USA. »





« Je crois que la commercialisation excessive de la science peut être jugulée. »

« Ceux qui deviennent entrepreneurs devraient quitter la recherche académique. »

les universités doivent rester neutres et ne pas investir dans des entreprises.

Toujours plus de chercheurs commercialisent leurs découvertes par le biais d'entreprises spin offs. Peut-on être à la fois scientifique et entrepreneur ?

Ceux qui le font évoluent dans deux systèmes de valeur. Dans la recherche, la patience est une valeur forte : on traque une vérité, peu importe le temps nécessaire.

Le monde des affaires, en revanche, doit aller vite. Je ne crois pas que l'on puisse cloisonner. L'un des deux systèmes va se retrouver compromis. Ceux qui deviennent entrepreneurs devraient quitter la recherche académique. Les universités qui veulent les deux ont le même problème. Les conflits d'intérêt institutionnels sont probablement encore plus néfastes que les conflits d'intérêt individuels.

Vos écrits portent sur les Etats-Unis. Quelle est la situation en Europe ?

Ces quinze dernières années, le volume des investissements privés dans la science a presque doublé aux Etats-Unis. En moyenne, 7,5 à 8 pour cent des budgets des universités sont assurés par des fonds privés. Dans certaines hautes écoles, ils représentent 30 à 40 pour cent.** Je pense qu'en Europe, ce volume est moins important, mais les effets sont les mêmes.

D'après votre ouvrage, 1980 a marqué un tournant. Que s'est-il passé ?

De nombreux politiciens ont eu l'impression que les Etats-Unis allaient être pris de vitesse dans la concurrence mondiale et pensaient que nous n'étions pas assez innovants, que les inventions sommeillaient dans des tiroirs. A l'époque, un mot magique a émergé : « transfert de technologie ». Plusieurs lois fédérales ont été édictées pour l'encourager.

La plus importante, le « Bayh-Dole Act », a attribué aux universités des droits de propriété sur les découvertes réalisées avec des fonds fédéraux. La même année, la Cour suprême a décidé à une courte majorité que les êtres vivants étaient des entités brevetables, d'où les brevets sur les gènes. Du jour au lendemain, tous ceux qui séquençaient des gènes sont devenus des entrepreneurs.

Pour certains, le « Bayh-Dole Act » est la loi la plus fructueuse de l'histoire américaine récente.

Si vous mesurez le succès au nombre de brevets déposés par des universités, alors oui. Leur nombre a été multiplié par dix, voire par vingt. Mais si vous posez la question du profit que la société en a retiré, personne ne peut répondre. C'est un aspect qui n'a pas été étudié.

Comment voyez-vous l'avenir ?

Nos universités ont connu divers dysfonctionnements : dans les années 1960, on faisait trop de recherche secrète, dix ans plus tôt, de bons scientifiques étaient licenciés pour des raisons politiques. Ces évolutions ont pu être stoppées. Il n'y a donc aucune raison de croire que la commercialisation excessive de la science ne pourrait pas être jugulée. Les revues scientifiques prennent conscience du problème des conflits d'intérêt et s'efforcent d'être transparentes.

En ce qui concerne le politique, je ne pense pas que les choses bougeront tant qu'il n'y aura pas de changement de majorité au Congrès. Après tout, les universités agissent en réaction aux médias et à la politique. Si cette dernière modifie sa position et si l'éthique scientifique devient un sujet important, alors les universités réagiront comme elles ont réagi face aux médias – elles ne veulent pas de mauvaise presse, et certaines ont eu une très mauvaise presse. ■

* Traduction française : « La recherche face aux intérêts privés », Les empêcheurs de penser en rond, 2004.

** En 2004, les universités suisses ont été financées en moyenne à hauteur de 5,7 pour cent par des sources de l'économie privée (en 1995, cette part se montait à 2,1 pour cent) ; en tête de liste, on trouve les universités de Saint-Gall et de Lausanne avec des parts de respectivement 17 et 11 pour cent (source : OFS).

Sur un îlot de l'archipel d'Hawaii, la biologiste marine Deborah Zulliger (en bas à gauche) étudie la vie des étoiles-peignes (en haut à droite). L'îlot n'a ni bar ni magasin mais en revanche une station de recherche (en bas à droite).
Photos: Deborah Zullinger

A Hawaii, auprès des étoiles de mer

Deborah Zulliger passe quelques semaines par année au bord de l'Atlantique, du Pacifique ou de la Méditerranée pour étudier les diverses espèces d'étoiles-peignes. Elle plonge elle-même à leur recherche, sauf quand des requins se mettent en travers de son chemin.

«Lorsqu'ils apprennent que je suis biologiste marine, certains s'étonnent que je passe la plus grande partie de l'année sur la terre ferme, dans un labo. Mais, pour ma recherche, un accès direct à la mer ne joue aucun rôle: la plupart des échantillons d'étoiles de mer que j'étudie viennent en effet de musées ou de stations de recherche du monde entier. Mes rares semaines au bord de l'Atlantique, du Pacifique ou de la Méditerranée représentent toutefois un moment très fort pour moi!

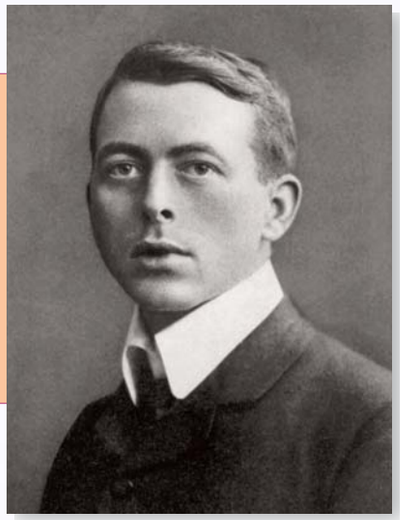
L'an dernier, j'ai planté mes tentes pour deux mois sur un îlot de l'archipel d'Hawaii. L'échange sur place avec de jeunes équipes de recherche internationales a énormément enrichi mes travaux. Et c'était magnifique de voir enfin des étoiles de mer vivantes, d'un orange lumineux, capables de ramper à toute vitesse dans le sable – au lieu des spécimens pâles, desséchés ou conservés dans l'alcool auxquels j'ai affaire le reste de l'année. Même si les conditions de recherche – à vingt dans un labo minuscule! – étaient bien différentes de celles de Zurich. La vie à Hawaii n'était pas très confortable non plus: sur notre îlot, dont on peut faire le tour en dix minutes à pied, il n'y avait ni magasin ni bar, juste un automate à pop-corn dans un auditoire de l'institut, le Hawaii Institute of Marine Biology. Je n'ai donc eu aucun mal à me consacrer entièrement à ma recherche. J'adore aussi plonger. Cela demande beaucoup d'endurance et aussi un peu de courage, entre autres pour ratisser avec le plat de la main le sable du fond marin où les étoiles-peignes s'enfouissent souvent. Mais cette fois-ci, à Hawaii, je n'ai pu plonger que sporadiquement – à cause du mauvais temps et des requins.

Les étoiles-peignes *(Astropecten)* sont des étoiles de mer à cinq bras bordés de piquants et leur diamètre peut atteindre 50 centimètres. En Méditerranée, c'est l'*Astropecten aranciacus* orange qui est la plus répandue, mais il existe aussi des espèces rouges ou bleu violet. Ces vingt dernières années, elles ont été fortement décimées dans toutes les mers du globe.

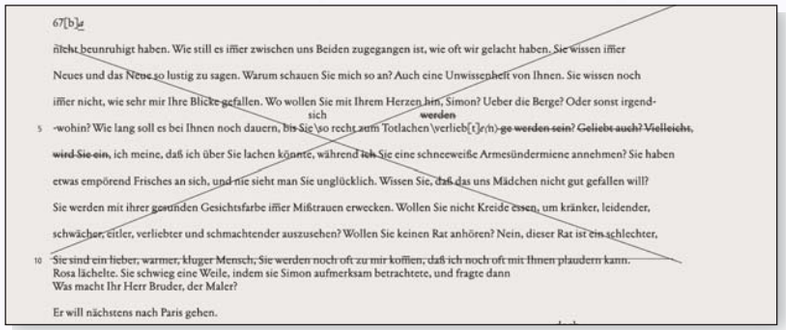
Je m'intéresse aux processus de formation des espèces chez ces animaux. En principe, les invertébrés marins qui, comme les étoiles-peignes, se laissent longtemps porter par le courant à l'état de larve n'ont guère tendance à former de nouvelles espèces. Chez les étoiles-peignes, pourtant, il en existe une étonnante quantité. Je me demande donc depuis combien de temps, sur le plan de leur évolution biologique, ces différentes espèces existent. Ou alors j'étudie si deux espèces venues de mers différentes, mais qui se ressemblent et colonisent un habitat comparable, présentent aussi une parenté génétique. Je cherche également à connaître sur quelle distance les larves d'étoiles de mer se laissent porter par le courant et quelle est l'influence de ce phénomène sur la structure de la population. On peut ainsi savoir si les régions où les étoiles-peignes sont aujourd'hui menacées pourront être naturellement recolonisées à l'avenir. Pour ma part, j'aurai vraisemblablement bientôt l'occasion d'en croiser sous l'eau: lors de mon prochain séjour de recherche à Panama.» ■

Propos recueillis par Ruth Jahn

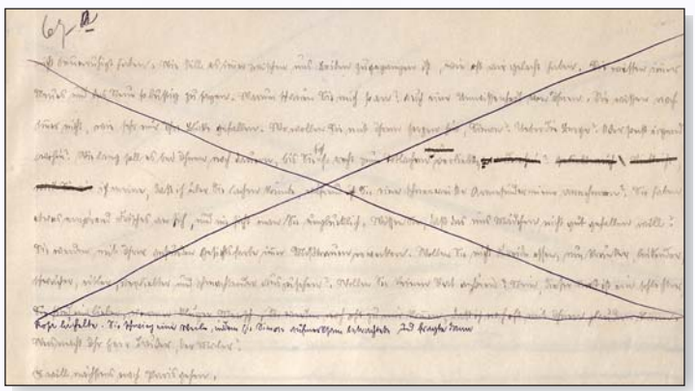
1. Robert Walser à Berlin en 1905.
2. La nouvelle édition complète contiendra tous les textes, bien lisibles, en caractère d'imprimerie mais présentés…
3. …comme les manuscrits originaux (ici : *Les enfants Tanner*).



1



2



3

«Bien sûr, il trouvait qu'il était le meilleur!»

Une équipe de chercheurs en littérature de l'Université de Bâle planifie à long terme une édition critique des œuvres complètes de Robert Walser. Cet auteur suisse est l'un des plus importants représentants de la littérature germanophone du XXe siècle.

PAR SUSANNE BIRRER

PHOTOS ROBERT WALSER-STIFTUNG

«Je n'ai pas été extrêmement productif cette année. J'ai laissé à quelques génies le temps de s'épanouir copieusement, mais je suis toujours le neuvième plus grand poète de la Confédération.» Voilà ce qu'écrivait Robert Walser en 1923 à son amie Frieda Mermet (Robert Walser, Briefe, 1973, p. 209). «En réalité, il trouvait qu'il était le meilleur», note en souriant Wolfram Groddeck, professeur de littérature à l'Université de Bâle.

Robert Walser s'est éteint en 1933, dans un asile psychiatrique. Cet auteur suisse est l'un des écrivains germanophones les plus importants du XXe siècle, hissé depuis longtemps déjà au rang de classique parmi les modernes. Depuis les années 1960, plusieurs de ses écrits ont été publiés dans des éditions à fort tirage. Le déchiffrage de ses «microgrammes» rédigés en caractères minuscules a beaucoup fait parler de lui au début des années 2000. Et actuellement, Robert Walser fait un tabac en France et en Espagne, alors qu'en Suisse, il remplit les salles de séminaires et inspire des thèses de doctorat.

Projet pilote accepté

Aux yeux de Wolfram Groddeck de l'Université de Bâle, tous ces éléments justifient un grand projet: l'édition critique de l'intégralité de ses œuvres. Avec Barbara von Reinitz et Matthias Sprünglin, ce spécialiste de l'édition s'attache ainsi depuis 2004, dans le cadre d'un projet pilote soutenu par le Fonds national suisse, à la mise sur pied d'un concept détaillé. Le projet a été présenté et discuté lors d'une réunion d'experts. «On nous a fait de nombreuses suggestions, notamment au sujet de la banque de données, résume Wolfram Groddeck. Mais aucune critique fondamentale.»

Il est prévu de répartir les œuvres complètes en 40 volumes: la section I regroupant l'ensemble de ses ouvrages publiés, la section II l'ensemble de ses écrits parus dans des revues et des journaux, la section III les manuscrits d'ouvrages et de feuillets isolés, et la section IV, enfin, l'édition intégrale des 526 feuillets des «microgrammes». Selon les chercheurs, cette édition critique se distingue des éditions existantes dans la mesure où elle se concentre sur la transmission, l'écriture, le contexte, l'intention de l'œuvre et la genèse du texte. Elle innove en offrant une représentation intégrale des matériaux manuscrits et imprimés, soit la reproduction dans l'ordre de toutes les variantes du texte, ce qui permet de mettre en évidence sa genèse. D'ordinaire, dans les éditions d'œuvres complètes, les variantes de certains passages contenant d'autres informations sont en effet présentées séparément dans des appareils critiques.

La genèse du texte

Ce n'est que grâce à cette forme novatrice d'édition qu'il sera possible de suivre pas à pas la genèse textuelle en tant que processus et ainsi d'approcher le «véritable Walser». Pour les chercheurs spécialistes des médias et des pages culturelles, c'est la publication des écrits de Walser dans les journaux et les revues qui sera significative. Quant aux «microgrammes», véritables chefs-d'œuvre de calligraphie, leur valeur est même artistique. Ils ont d'ailleurs déjà été exposés à plusieurs reprises.

Le manuscrit encore inédit de son premier roman *Les enfants Tanner* servira de prototype pour l'ensemble de l'édition critique sous la forme d'un fac-similé critique et commenté. Comme les éditions historico-critiques sont très coûteuses, il est prévu de publier des textes extraits de ces volumes à l'attention d'un lectorat plus large et si possible une édition pour étudiants meilleur marché. ■

Le cerveau et nous

Vanessa Püntener/Strates

Rosmarie Waldner est docteure en zoologie et a travaillé durant des années comme rédactrice scientifique au quotidien zurichois *Tages-Anzeiger*. Elle est aujourd'hui journaliste scientifique indépendante et participe à des projets portant sur le dialogue entre science et société et l'évaluation de l'impact des technologies.

Les neurosciences enregistrent de nombreux progrès et modifient notre conception de l'être humain. Elles nous promettent même de l'améliorer. Mais le voulons-nous ?

Cette décennie est celle de la recherche sur le cerveau. Coup sur coup, de nouvelles connaissances voient le jour : sur le fonctionnement du cerveau, l'émergence des sentiments, la constitution de la mémoire et la façon dont nous prenons des décisions. Avec leurs thèses, les neurosciences bousculent les opinions et les enseignements traditionnels. En Allemagne, une discussion passionnée sur l'existence ou la non-existence du libre-arbitre chez l'être humain a opposé durant des mois, dans le journal *Die Welt*, chercheurs sur le cerveau et théologiens, juristes, philosophes et autres spécialistes. De même, 126 Européens de différents âges et de différents horizons ont débattu, sous le patronage du roi Baudouin de Belgique, des dilemmes éthiques que pose la recherche sur le cerveau.

Il est plus que temps. Car chez nous aussi, nombre d'enfants prennent déjà de la Ritaline pour répondre aux normes de comportement scolaires et sociales. Des stimulants de la mémoire ou de l'attention se bousculent sur le marché, alors qu'on ignore leurs conséquences à long terme. Le scanner livre des images cérébrales qui éclairent certains processus mentaux, suscitant l'espoir d'un détecteur de mensonges infaillible, mais aussi la crainte de voir nos pensées percées à jour. Des mots-clés comme neuromarketing ou neuropédagogie donnent des ailes à l'imagination et à l'orgueil de certains économistes et pédagogues. Des papiers stratégiques du Pentagone encouragent même ouvertement la recherche à pratiquer du « human enhancement », à améliorer l'espèce humaine par le biais, par exemple, de médicaments ou en créant des soldats capables de ne pas dormir pendant plusieurs jours.

Voulons-nous tout cela ? Y avons-nous déjà réfléchi ? Une controverse dans les colonnes d'un journal ? Des citoyens qui prennent la parole ? Il n'y a rien de tel chez nous, alors qu'en Suisse romande comme en Suisse alémanique, des centres universitaires font de la recherche de pointe en neurosciences. Ici, le débat public sur les applications qui se dessinent dans ce domaine en est encore à ses premiers balbutiements, comme le constate le Centre suisse d'évaluation des choix technologiques dans son étude consacrée à la neuro-imagerie. Lors de la publication de cette étude, les médias ont commencé à réagir. Mais le débat ne doit pas se cantonner aux images cérébrales.

La Semaine du Cerveau se tient certes chaque année. Mais jusqu'ici, nos chercheurs se sont contentés de présenter leur travail sous un jour favorable et de l'expliquer. Quand seront-ils prêts à discuter avec le commun des mortels, à se pencher sur les espoirs exagérés de guérison et les angoisses diffuses suscités par les manipulations cérébrales ? Quand nos théologiens et nos philosophes, nos éthiciens, nos juristes et nos psychologues prendront-ils la parole dans les médias ? L'Université de Fribourg organise tout de même à la mi-octobre un symposium intitulé « Neurosciences et conception de l'homme ». Dans le cerveau, le corps, l'âme et l'esprit fusionnent pour constituer la personnalité. Ce qu'il en advient ne peut pas nous être égal. « Le cerveau et nous » est un sujet qui nous concerne tous. L'indispensable débat démocratique sur les neurosciences ne peut plus attendre. ■

Les auteurs de cette rubrique expriment ici leur propre opinion. Cette dernière ne reflète pas forcément celle de la rédaction.

énigmes

Lubie de la nature

«Quels animaux peut-on croiser?»

Le croisement du cheval et de l'âne constitue une particularité du règne animal. Normalement, une sorte de «barrière» empêche le croisement de deux espèces animales différentes. Exceptionnellement

Prisma

et pour des raisons non encore entièrement élucidées, cette barrière n'existe pas chez le cheval et son cousin proche l'âne, mais elle existe entre le mouton et la chèvre. Néanmoins le croisement entre espèces différentes a pour prix que la descendance est stérile. Les mules et les bardots ne peuvent pas se reproduire car leurs parents ont des nombres de chromosomes différents. L'âne possède 62 chromosomes répartis en 31 paires, tandis que le cheval a 32 paires, soit 64 chromosomes. Les hybrides nés du croisement des deux espèces ont par conséquent 63 chromosomes, ce qui fait que la méiose ne peut pas fonctionner chez eux.

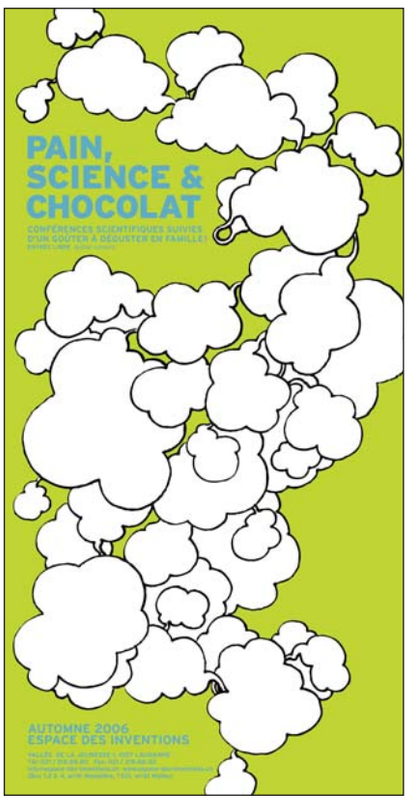
Questions et réponses sont tirées du site du FNS www.gene-abc.ch qui informe de manière divertissante sur la génétique et la technologie génétique.

excursion

Nasa

«Pain, Science & Chocolat»

Des conférences scientifiques, pensées et conçues pour le public exigeant que sont les enfants, le tout suivi d'un goûter à déguster en famille. C'est ce que vous propose l'Espace des Inventions avec «Pain, Science & Chocolat».
Vous pourrez également en profiter pour visiter L'Espace des Inventions, l'un des rares musées où il est vivement recommandé de toucher les objets ! Des jeux et des expériences à manipuler permettront aux enfants, dès l'âge de 7 ans, d'explorer une thématique scientifique avec leurs mains, leurs yeux ou leur cerveau.
Les fourmis des bois, les cellules solaires et la vie des étoiles sont, entre autres, au menu de l'édition 2006. **red** ■



Le programme complet est disponible à l'adresse suivante:
www.espace-des-inventions.ch

Espace des Inventions
Vallée de la Jeunesse 1, 1007 Lausanne
Tél.: 021 315 68 82

impressum

horizons
MAGAZINE SUISSE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

«Horizons» paraît quatre fois par an en français et allemand (Horizonte). L'abonnement est gratuit. (pri@snf.ch).

Le choix des sujets de ce numéro n'implique aucun jugement de la part du Fonds national.
©Droits d'auteur réservés.
Reproduction seulement avec l'autorisation de l'éditeur.

Editeur
Fonds national suisse de la recherche scientifique par le biais de son Service de presse et d'information (responsable: Philippe Trinchan)

Adresse
Wildhainweg 3
Case postale 8232
CH-3001 Berne
Tél.: 031 308 22 22
Fax: 031 308 22 65
E-mail: pri@snf.ch

Secrétariat: Monika Risse-Aebi
Internet: Nadine Niklaus

Rédaction
Anita Vonmont (vo, resp. de cette édition)
Erika Meili (em)
Philippe Morel (pm)
Marie-Jeanne Krill (mjk, rédaction française)

Traduction
Ariane Geiser
Catherine Riva

Graphisme, rédaction photos
Studio25, Zurich:
Isabelle Gargiulo
Hans-Christian Wepfer

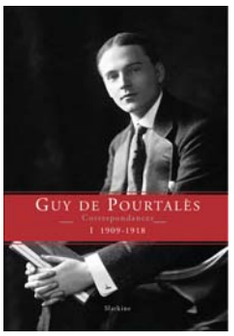
Correcteur
Jean-Yves Dumont

Tirage
14140 exemplaires en allemand, 8438 exemplaires en français

Impression
Stämpfli SA, Berne

Litho
Ast & Jakob, Vetsch AG, Köniz

«Horizons» peut être consulté sur Internet:
www.snf.ch/horizons



D. Jakubec, A.-L. Delacrétaz, R. Bouvier (éd.)

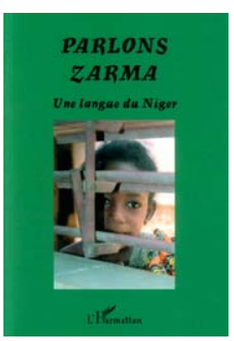
GUY DE POURTALÈS. CORRESPONDANCES I 1909 – 1918

Ce premier volume de la correspondance de Guy de Pourtalès, entièrement inédite, retrace les débuts de l'écrivain et son expérience fondatrice de la Première Guerre mondiale. Il met en lumière la constitution de ses premiers réseaux littéraires, puis, pendant la guerre, son rôle clé en tant qu'intermédiaire entre les différentes armées.
Editions Slatkine, Genève, **CHF 60.—**

Maria Caiata Zufferey

DE LA TOXICOMANIE À LA CONVENTIONALITÉ

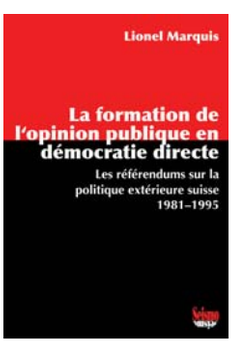
Que signifie sortir de la toxicomanie quand la manière appropriée de se conduire à l'égard des drogues n'est plus si évidente et que l'abstinence n'est plus forcément un but en soi. Pour répondre à cette question quelque peu provocatrice, l'auteure a mené une recherche qualitative auprès d'une trentaine d'anciens toxicodépendants.
Editions Seismo, Zurich, **CHF 48.—**



Sandra Bornand

PARLONS ZARMA
Une langue du Niger

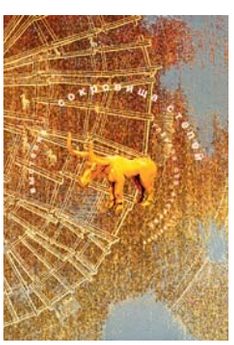
Cet ouvrage propose de découvrir le peuple zarma du Niger, à travers sa langue et sa culture. Il montre les aspects les plus « traditionnels » de cette culture, mais met aussi en évidence les changements qui s'y déroulent. La langue est présentée à travers sa grammaire, des éléments de conversation courante et un lexique bilingue.
Editions l'Harmattan, Paris, **CHF ~ 58.—**



Lionel Marquis

LA FORMATION DE L'OPINION PUBLIQUE EN DÉMOCRATIE DIRECTE

Ce livre retrace la manière dont les élites politiques suisses ont tenté d'influencer les décisions des citoyens en matière de politique extérieure, de politique de la défense et de politique des étrangers et met en évidence une asymétrie dans l'efficacité des campagnes des partisans et des opposants à l'ouverture de la Suisse.
Editions Seismo, Zurich, **CHF 68.—**



Michel Egloff, Yuri Piotrovski, Denis Ramseyer (dir.)

TRÉSORS DES STEPPES
Archéologie russe du Musée de l'Ermitage

Ce catalogue est consacré à l'exposition organisée jusqu'à fin décembre 2006 au Laténium. Le parc et musée d'archéologie de Neuchâtel accueille les collections archéologiques du Musée de l'Ermitage illustrant l'évolution des peuplements humains en Eurasie, du paléolithique aux premiers siècles de notre ère.
Editions du Latenium, Hauterive, **CHF 25.—**

Septembre à décembre 2006

Cafés scientifiques

Neuchâtel : « Les dangers d'Internet : lorsque la toile nous guette » (18 octobre) ; « J'ai mal à mon orthographe » (25 novembre)
Restaurant de l'Interlope, quai Philippe Godet 16, à 18h00
www.unine.ch/cafescientifique

Genève : « Une langue sur le bout de la langue » (12 octobre) ; « L'immigration, nouvelle richesse mondiale ? » (16 novembre)
Théâtre Forum Meyrin, Place des Cinq-Continents 1, 1217 Meyrin, 18h30 – 20h

« Discussions autour de la médecine » (14 – 15 octobre)
HUG, Auditoire Marcel Jenny et salle Opéra, rue Micheli-du-Crest 24, 1205 Genève, à 11h, 13h30 et 16h

« La photo de famille réinventée » (9 décembre)
Les Recyclables, rue de Carouge 53, 1205 Genève, 10h30 – 12h
www.unige.ch/science-cite/

Jusqu'au 24 septembre 2006

« Il y a 75 ans... La stratosphère ! »

Musée du Léman
Quai Louis-Bonnard 8, 1260 Nyon
www.museeduleman.ch

Du 31 octobre 2006 au 18 février 2007

« Robert Hainard, l'eau et la pierre »

Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève
1, route de Malagnou, 1208 Genève
www.ville-ge.ch/musinfo/mhng/index.htm

Jusqu'au 5 novembre 2006

« Pays d'eau, de roseaux... la Grande Cariçaie »

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

Dès le 2 décembre 2006

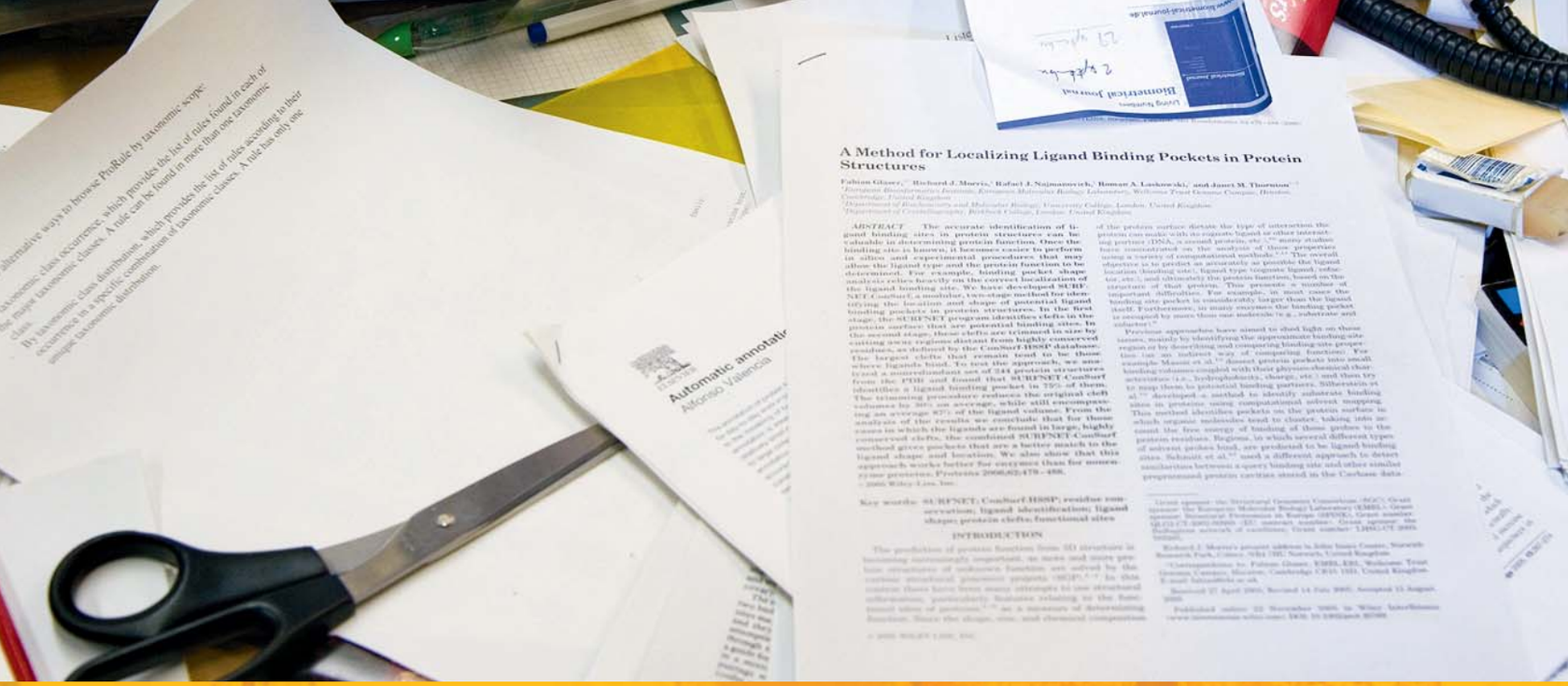
« Corbeaux & Corneilles – Oiseaux de malheur ? »

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

Jusqu'au 25 mars 2007

« Glaciers sous serre »

Musée Alpin Suisse
Helvetiaplatz 4, 3005 Berne
www.alpinesmuseum.ch


A Method for Localizing Ligand Binding Pockets in Protein Structures
Automatic annotatio
Alfonso Valencia