

LE MAGAZINE SUISSE  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
N° 69, juin 2006



# horizons

**CLIMAT:** comment il a influencé nos ancêtres

**EFFET DE SERRE:** des arbres tropicaux qui piègent le CO<sub>2</sub>

**DILEMME:** quand les juristes agissent contre leur conscience

**HORLOGE ATOMIQUE:** mieux comprendre le césium

**FNSNF**

FONDS NATIONAL SUISSE  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

# Rien n'est immuable

**C**haque découverte change l'état de la connaissance, et plus nous en savons, plus nous prenons la mesure de la complexité des choses... Si ce constat est vrai à propos de tous les domaines de la recherche, il est particulièrement frappant dans des disciplines comme l'archéologie où de nouvelles trouvailles toujours sensationnelles font que les vérités d'aujourd'hui seront dépassées demain.

Dans l'histoire de l'humanité, rien n'est figé dans la pierre. Absolument rien depuis que l'intérêt pour les fouilles va au-delà



des découvertes archéologiques elles-mêmes et que l'espace vital de nos ancêtres – plantes, animaux, nature du sol, régime des températures, des pluies ou des vents – est également systématiquement analysé. De par leur ampleur, des projets de fouilles interdisciplinaires ne cessent de faire prendre conscience de manière très explicite du caractère fragmentaire de notre connaissance. Dans le même temps, l'élargissement de l'horizon de l'archéologie à l'archéobotanique, à la géomorphologie, à la

sédimentologie, à la climatologie et à d'autres domaines spécialisés permet toutefois aussi d'établir de nouvelles corrélations intéressantes. Il devient possible de comprendre avec toujours plus de clarté le rôle joué par l'environnement, et plus précisément le climat, dans l'évolution de l'espèce humaine. Dans le dossier principal de ce numéro, nous illustrons, à l'aide d'exemples trouvés au Mali, au Soudan et au Nigeria, la forme concrète que cette influence peut prendre (à partir de la page 9). Nous soulevons également la question de l'étendue de l'influence de l'environnement et du climat sur l'évolution de notre espèce de manière générale (page 15). Les avis des spécialistes sont certes partagés. Un fait reste toutefois incontesté. L'homme est loin d'être aussi autodéterminé qu'il croyait l'être autrefois.

Ce qui apporte probablement de l'eau au moulin de Bertrand Kiefer qui, dans la rubrique «perspective» (page 33), se penche sur le narcissisme humain ou sur les bouleversements que la science fait subir à notre vision égocentrique du monde. Dans les prochains numéros de *Horizons*, Bertrand Kiefer sera le chroniqueur de cette rubrique, en alternance avec la journaliste scientifique Rosmarie Waldner. Nous leur souhaitons à tous les deux une cordiale bienvenue!

Anita Vonmont  
Rédaction de *Horizons*

MAESAO



Au Mali, des archéologues ont découvert les vestiges de la plus ancienne céramique d'Afrique.

Keystone



Des cours donnés dans leur langue maternelle améliorent les compétences linguistiques des jeunes étrangers.

Einar Timdal/nhm.uio.no



Les lichens recèlent encore beaucoup de mystères. Des chercheurs zurichois en ont élucidé quelques-uns.



Photo de couverture en haut : Site de fouille du Ravin de la Mouche à Ounjougou, au Mali. Image: MAESAO

Photo de couverture en bas : Cristaux d'oxalate de calcium sous le microscope électronique. Image: Eric Verrecchia/unine.ch



# «Ceux qui tirent un bénéfice de la recherche devraient aussi être prêts à lui donner quelque chose.»

La professeure de neuropsychologie Stephanie Clarke à propos du projet de loi relative à la recherche sur l'être humain  
Page 28

## Actuel

- 5 Questions-réponses  
Pour contrer le « choc des civilisations »
- 6 La saga statistique de l'enfance  
Attaque cérébrale : un adversaire découvert dans le cerveau  
Quand le travail contribue à l'exclusion...
- 7 En image  
Les plantes Bt bien notées
- 8 Distinction pour René Schwarzenbach  
Lire le passé du climat dans la cellulose  
Vaccin contre la leishmaniose

## Point fort

- 9 L'environnement et nous  
L'évolution de l'homme est influencée de manière décisive par l'environnement. Cet impact a été tout particulièrement important dans les anciennes cultures qui dépendaient fortement des ressources naturelles. C'est ce que montrent des fouilles archéologiques effectuées au Mali (p. 10), au Soudan (p.12) et au Nigeria (p.14). Ces exemples concrets laissent toutefois encore planer quelques mystères (p.15).

## Portrait

- 16 Marguerite Neerman-Arbez:  
entre génétique et art dramatique  
Cette généticienne a renoncé au métier de comédienne pour se consacrer à la recherche. Mais elle a réussi à allier famille et carrière.

## Interview

- 28 «La recherche actuelle sert la génération suivante»  
Stephanie Clarke, membre du Conseil de la recherche du FNS, s'exprime sur le projet de loi relative à la recherche sur l'être humain.

## Autres thèmes

- 18 Un atout pour les enfants immigrés  
Les cours donnés dans leur langue maternelle améliorent leurs compétences linguistiques.
- 20 CO<sub>2</sub> atmosphérique piégé dans le sol  
Une subtile alliance entre un arbre, des champignons et des bactéries permettrait de lutter contre l'effet de serre.
- 23 Des atomes refroidis pour améliorer la mesure du temps  
La fréquence propre du césium qui est utilisée dans les horloges atomiques pour définir la seconde peut être calculée de manière encore plus précise.
- 24 Cette peur de tomber qui fait chuter nos aînés  
La seule crainte de tomber diminue les performances des personnes âgées en cours de réadaptation.
- 25 Le discret art de vivre des lichens  
Il y a dans le monde 15 000 espèces de lichens. Mais rares sont ceux qui les connaissent aussi bien que Rosmarie Honegger.
- 27 Droit contre justice  
Juges et avocats doivent parfois prendre des décisions allant à l'encontre de leur intime conviction. Ce qui peut affecter leur moral.
- 31 Recherche sur le climat aux USA  
Remo Nessler tente de mettre au point un appareil pour mesurer les aérosols.

## Rubriques

- |                   |              |
|-------------------|--------------|
| 4 Opinions        | 34 Enigmes   |
| 4 En bref         | 34 Excursion |
| 22 Boîte à outils | 34 Impressum |
| 32 Cartoon        | 35 A lire    |
| 33 Perspective    | 35 Agenda    |

## Priorités absurdes

N° 68 (mars 2006)

Félicitations pour votre excellent éditorial. L'expérience nous montre qu'il est très difficile de communiquer, au public et au monde politique en particulier, l'impossibilité de fixer des priorités bien fondées à la recherche fondamentale à long terme. La nature même de ce type de recherche est en effet ludique, créative, empreinte de risque et n'est donc pas planifiable. La situation actuelle est particulièrement grave parce que, par le biais de prescriptions budgétaires et de manœuvres administratives, on ampute la recherche fondamentale, si essentielle pour l'avenir de la Suisse, de fonds qui sont attribués à des projets de recherche appliquée ou qui lui sont liés. Votre article très significatif devrait également contribuer à éclairer les politiciens de la Berne fédérale. Le titre journalistique évoquant le principe de l'arrosoir est peut-être aussi un peu équivoque et pourrait, dans la mesure où on oppose la recherche fondamentale à la recherche appliquée, être perçu négativement dans le monde politique qui a une attitude plutôt partagée à l'égard du principe de l'arrosoir. Mais c'est le prix de la concision journalistique.

*Hans-Peter Bernhard, Bâle*

## Respect de la minorité francophone

N° 68 (mars 2006)

J'ai lu avec plaisir la brochure n°68 parce qu'il y a un réel effort en matière de divulgation scientifique et de respect de la minorité francophone en publiant toute la revue en français. Pour cela, merci. Je suis par contre plus critique

concernant la méthode de la diffusion de l'information scientifique en Romandie profane. *Horizons* n'est présent que quatre fois par année. Les médias, eux, ont réduit au minimum leur intervention dans ce domaine. Pour preuve, le choix que vient de faire la Télévision suisse romande (TSR) en supprimant le magazine *Territoire 21* qui n'avait pourtant pas démérité. Au contraire. Remplacé par un magazine santé, ce qui n'a rien à voir avec la science mais avec la société, la TSR offre un petit sucre par une miniserie coproduite, paraît-il, par la Fondation Science et Cité. Quinze épisodes de trois minutes destinés à éveiller la curiosité du grand public et tordre le cou à plusieurs idées reçues, ce n'est pas sérieux. Il y a un demi-siècle déjà, le talentueux Rafaël Carreras dispensait à la jeunesse ce genre d'éveil à la curiosité scientifique. A juste titre, on s'accorde à dire que la recherche scientifique et son domaine d'application doivent être soutenus. Il serait tout de même temps de proposer et d'exiger une meilleure cohérence dans sa divulgation...

*Jean-Marcel Schorderet, Chêne-Bougeries*

pri@snf.ch

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

## La science appelle les jeunes

Lors de la 40e édition du concours « La science appelle les jeunes », 13 travaux sur 44 ont obtenu à la fin avril la mention « excellent ». Les sujets abordés allaient des œuvres de jeunesse de Kafka au génocide des Arméniens, en passant par la théorie du chaos et les pommes de terre résistantes à la pourriture. Le délai d'inscription pour le concours 2007 est le 16 octobre 2006. Celui-ci est ouvert aux jeunes de 14 à 21 ans.

[www.sjf.ch](http://www.sjf.ch)

## Nouveaux subsides de professeurs boursiers

Le FNS a octroyé en février des subsides de professeurs boursiers à 31 jeunes chercheurs qui se distinguent par l'excellence de leurs prestations scientifiques. Ils exercent leurs activités dans sept universités suisses et dans les deux Ecoles polytechniques fédérales. 208 scientifiques avaient fait acte de candidature.

[www.snf.ch/fr/fop/awa/awa\\_pfs\\_info.asp](http://www.snf.ch/fr/fop/awa/awa_pfs_info.asp)

## Nouvelles études de cohorte

Le FNS a autorisé deux nouvelles études de longue durée, dites de cohorte. Il s'agit de la cohorte suisse VIH, dirigée par Patrick Francioli (Université de Lausanne), et de la cohorte SAPALDIA, qui étudie la relation de cause à effet entre pollution de l'air et affections cardiaques et pulmonaires sous la direction de Thierry RoCHAT (Hôpitaux universitaires de Genève). En décembre dernier, trois études de ce type avaient déjà été autorisées (hépatite C, maladies chroniques de l'intestin et plate-forme nationale pour l'analyse de données sur la santé).

## Prix Otto Naegeli 2006



Susan Gasser, biologiste moléculaire et directrice de l'Institut Friedrich Miescher, a reçu le Prix Otto Naegeli 2006 pour ses contributions novatrices sur l'organisation spatiale du noyau cellulaire en relation avec la structure chromosomique supérieure. Doté de 200 000 francs, le prix est attribué tous les deux ans par la Fondation Bonizzi-Theler.

## FNS : sélection drastique

En 2005, le FNS a investi 466 millions pour encourager la recherche. 22 % des subsides ont été distribués en sciences humaines et sociales, 37 % en mathématiques, sciences naturelles et de l'ingénieur, et 40 % en biologie et médecine (1 % non attribuable). Dans la recherche libre, 5000 jeunes chercheurs ont été soutenus. La sélection des projets a été drastique, indique le Rapport annuel 2005 qui vient de paraître.

[www.snf.ch/fr/com/inb/inb\\_rep.asp](http://www.snf.ch/fr/com/inb/inb_rep.asp)

# Pour contrer le « choc des civilisations »

Comment l'état de droit et la société doivent-ils aborder la transformation du paysage religieux en Suisse? Christoph Bochinger, président d'un nouveau programme de recherche, veut ramener cette discussion émotionnelle sur le terrain des faits.



Elisabeth von Pölnitz-Eisfeldt / Nordbayerischer Kurier

## Où voyez-vous la plus grande urgence dans le « paysage religieux » suisse actuel ?

Le paysage religieux suisse s'est énormément modifié. La mondialisation entraîne l'émergence de nouvelles communautés religieuses toujours plus nombreuses. La force d'intégration des églises chrétiennes a diminué, alors que les tendances fondamentalistes augmentent. L'Etat devra aménager sa législation par rapport à cette nouvelle situation. Mais les connaissances fondamentales pour prendre des décisions adéquates font défaut. Comment coordonner les besoins des communautés religieuses, grandes et petites, avec les exigences d'assimilation de l'Etat? Un enseignement religieux neutre encourage-t-il la tolérance ?

### Nouveau programme de recherche

Le Programme national de recherche « Communautés religieuses, Etat et société », auquel le Conseil fédéral a alloué un budget de 10 millions de francs, a été mis au concours début juin. Les principaux axes de recherche sont les communautés religieuses en transformation, la religion et l'individu, la religion dans la sphère publique et dans la société, l'Etat et la religion, ainsi que la religion et la socialisation. Des esquisses de projets peuvent être déposées jusqu'au 15 septembre 2006. Les travaux de recherche débiteront en mai 2007. La durée du programme est de trois ans. [www.snf.ch](http://www.snf.ch)

## « Nous avons grandement besoin de recherches sur les courants fondamentalistes, notamment pour savoir comment la Suisse doit aborder ces tendances. »

### Quels résultats concrets attendez-vous des projets du PNR 58 ?

Notre objectif est d'étudier les différentes positions de la population et de clarifier les conditions d'une coexistence réussie en Suisse entre communautés et individus religieux et non religieux. Le PNR 58 donne la possibilité de réunir des résultats issus de différentes disciplines. J'espère que des juristes et des psychologues, par exemple, y participeront, en plus des chercheurs en sciences des religions, en ethnologie et en sociologie.

La répercussion de la socialisation religieuse sur les individus constitue un autre sujet important. Certains aspects globaux – avec une relation claire à la situation suisse – devront aussi être pris en compte, par exemple dans l'observation de réseaux internationaux.

### L'évolution actuelle ne vous inquiète-t-elle pas ? Quel regard portez-vous sur l'« affaire des caricatures » ?

Evidemment, beaucoup de choses sont préoccupantes. La force de mobilisation des

motifs religieux, dans le cas des attentats suicides ou de l'affaire des caricatures par exemple, est inquiétante. Mais les réactions suscitées en Occident le sont aussi, à l'image du scénario manichéen décrit par Samuel Huntington dans son « Choc des civilisations ». Etudier ces débats est un thème de recherche important.

### Que pensez-vous de l'interdiction du port du voile ?

Sous les voiles, on trouve toutes sortes d'esprits, pas uniquement des esprits aveuglés. Dans ce domaine, nous avons besoin, et vite, d'une recherche dénuée de préjugés. Sans elle, les interdictions à large échelle sont contreproductives. La recherche peut aussi permettre de mieux étayer certaines réglementations, par exemple sur la garantie de la neutralité religieuse dans les écoles.

### Serait-il imaginable qu'en Suisse, des fondamentalistes chrétiens obtiennent une interdiction de l'enseignement de la théorie de l'évolution ?

Nous avons grandement besoin de recherches sur les courants fondamentalistes. Entre autres pour savoir comment le droit constitutionnel laïc en Suisse doit aborder ces tendances. ■

Propos recueillis par Susanne Birrer

Christoph Bochinger est professeur en sciences des religions à l'Université de Bayreuth, en Allemagne, et président du comité de direction du PNR 58.



Keystone

L'étude du professeur Wanner met en évidence les transformations des modes de vie des enfants.

## La saga statistique de l'enfance

La Suisse possède désormais une image socio-démographique des plus complètes du vécu de l'enfance. Une foule d'informations statistiques, issues notamment du Recensement fédéral 2000, sont présentées dans l'étude novatrice « Cadre de vie des enfants, de la naissance au départ du foyer parental » menée par Philippe Wanner, professeur de démographie à l'Université de Genève. On y apprend ainsi que seuls 10% des enfants naissent hors mariage en Suisse, soit l'un des taux les plus bas d'Europe. La quasi-totalité d'entre eux sont cependant reconnus par leur père, de plus en plus souvent avant leur naissance. Une femme sur deux exerce une activité professionnelle lorsqu'elle devient mère. Les couples avec enfants divorcent par ailleurs moins que les autres. Seuls 10% des enfants vivent le divorce de leurs parents au cours de leurs dix premières années d'existence. Mais ce taux double lorsque la mère est de nationalité suisse et le père de nationalité étrangère. Autre donnée intéressante : le premier départ du foyer parental est précoce en comparaison internationale et dans près de six cas sur dix, il précède la fin des études.

Les résultats de cette recherche entreprise dans le cadre du Programme national de recherche « L'enfance, la jeunesse et les relations entre générations dans une société en mutation » (PNR 52) mettent en évidence les transformations des modes de vie des enfants et les interactions entre la situation des parents à la naissance et le déroulement de l'enfance. Ils suggèrent en outre la nécessité de mieux prendre en compte cette période de la vie dans la formulation des politiques familiales. **Ariane Geiser**

## Attaque cérébrale : un adversaire découvert dans le cerveau

Lors d'une attaque cérébrale, une partie du cerveau se retrouve insuffisamment irriguée et les neurones touchés reçoivent trop peu d'oxygène et d'éléments nutritifs. Cela entraîne des modifications biochimiques qui persistent même lorsque le tissu est à nouveau suffisamment irrigué. Un nouveau groupe de substances actives, les neuroprotecteurs, est censé inhiber ces modifications dans les cellules insuffisamment irriguées. Mais les études cliniques sont jusqu'ici restées infructueuses.

Aujourd'hui, l'équipe du neurologue Dirk H. Hermann de l'Université de Zurich a découvert pourquoi ces substances actives n'agissent pas : une protéine fait refluer les neuroprotecteurs en grandes quantités du tissu cérébral vers le circuit sanguin, de sorte que les substances actives ne peuvent pas à atteindre les neurones. Cette protéine, appelée Mdr-1, est produite par le tissu cérébral quand il est mal irrigué, comme lors d'une attaque cérébrale. En inhibant la protéine Mdr-1, les scientifiques ont pu augmenter jusqu'à dix fois la concentration de certains neuroprotecteurs, ce qui a nettement amélioré l'efficacité des médicaments. L'industrie pharmaceutique a déjà développé des inhibiteurs de Mdr-1 qui font actuellement l'objet de tests cliniques. **em**

*Nature Neuroscience* (2006), vol. 9, pp. 487-488



SPL/Keystone

Lors d'une attaque cérébrale, une partie du cerveau se retrouve insuffisamment irriguée.

## Quand le travail contribue à l'exclusion...

Le travail reste une valeur centrale de notre société. Encore glorifié il y a quelques décennies, il n'arrive pourtant parfois plus à assurer la survie économique, l'intégration sociale, la reconnaissance, l'estime de soi, autant de facteurs assurant la dignité humaine. En effet, divers indicateurs montrent que la dégradation des conditions de travail et d'emploi peut mener à l'exclusion sociale. Ce constat inquiétant est tiré de l'étude « Mécanismes d'intégration et d'exclusion par le travail ». Dirigée par

François Hainard, directeur de l'Institut de sociologie de l'Université de Neuchâtel, dans le cadre du Programme national de recherche « Intégration et exclusion » (PNR 51), elle montre que la précarité du travail (insatisfaction quant aux conditions de travail y compris le revenu ou l'atmosphère de travail) semble jouer un rôle plus négatif que la précarité de l'emploi (travail temporaire et risque de licenciement). Selon les chercheuses (Pascale Gazareth, Katia Iglesias et Malika Wyss), la précarité professionnelle (précarité du travail et/ou précarité de l'emploi) représente non seulement un risque de paupérisation mais a également des conséquences négatives sur le bien-être, psychique notamment. Et cela avec des répercussions évidentes sur tout le système de sécurité sociale. Dès lors, l'étude en appelle à une prise de conscience politique afin que les conditions de travail et d'emploi ne soient pas seulement discutées entre patronat et syndicats mais fassent l'objet d'un débat plus large. **Ariane Geiser**



Keystone

La précarité du travail et de l'emploi a aussi des conséquences négatives sur le bien-être psychique.

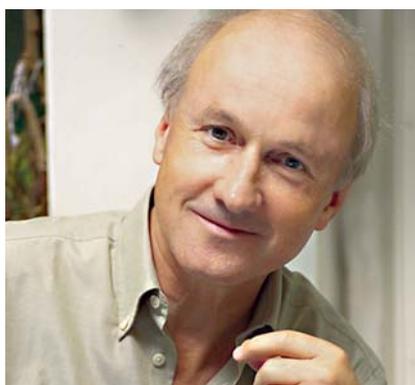
## Les plantes Bt bien notées

Le maïs Bt et le coton Bt génétiquement modifiés sont résistants aux parasites parce qu'ils produisent un poison spécifique qui tue les insectes nuisibles. Dans ce cas, sont-ils également dangereux pour des insectes utiles tels que les coccinelles dévoreuses de pucerons, ou encore les larves de chrysopes se nourrissant de trips (image)? Jörg Romeis, Michael Meissle et Franz Bigler de l'Institut de recherche en écologie agraire et en agriculture à Zurich-Reckenholz se sont penchés sur cette question et ont analysé de nombreuses études. Ils aboutissent à la conclusion que la toxine des plantes Bt n'a aucun effet nuisible sur les insectes utiles. En conséquence, ni le fait de manger la plante Bt, ni celui de consommer une proie qui a absorbé de la toxine Bt ne peut leur nuire. Selon les chercheurs, ce résultat ne peut toutefois pas être transposé aux plantes génétiquement modifiées qui produisent d'autres poisons tuant les insectes. Il conviendrait de procéder isolément aux analyses correspondantes. L'étude fait partie du Pôle de recherche national «Survie des plantes». em ■

*Nature Biotechnology*, vol. 24 (1), pp. 63 – 71  
Photo Gabriela Brändle/Agroscope Reckenholz ART

## Distinction pour René Schwarzenbach

Le Suisse René Schwarzenbach, chimiste de l'environnement, est le premier citoyen non américain à avoir reçu l'«Award for Creative Advances in Environmental Science & Technology». Bien que ce prix de l'American Chemical Society (ACS) ne soit doté «que» de 5000 dollars, il jouit d'un important crédit. «Cela montre que la chimie de l'environnement s'est établie en tant que branche de la chimie», explique le lauréat de 60 ans, qui dirige le Département des sciences de l'environnement de l'EPFZ et est vice-président de la Division recherche orientée du Conseil de la recherche du FNS. Alors qu'il s'apprêtait à travailler comme indépendant en chimie informatique, il est venu à la chimie de l'environnement par hasard, en 1974, lors d'une conférence de Max Blumer, un pionnier de la géochimie. Fasciné, il est parti pour deux ans à l'Institut océanographique Woods Hole à Cape Cod, avant de devenir collaborateur, puis membre de la direction de l'EAWAG, l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux. L'ACS mentionne notam-



ETHZ

ment son ouvrage révolutionnaire publié en 1993 avec Philip Gschwend et Dieter Imboden, le président du Conseil de la recherche du FNS. «Environmental Organic Chemistry» a été le premier traité sur ce thème et est toujours un ouvrage de référence. La deuxième édition, fortement augmentée, fait 1300 pages et a même été traduite en chinois. «Je suis heureux que l'on n'ait pas uniquement donné de l'importance à la recherche mais aussi à l'enseignement», note René Schwarzenbach.

**Antoinette Schwab** ■

## Lire le passé du climat dans la cellulose



Kerstin Treyde/WSL

La cellulose de genévriers millénaires du nord du Pakistan permet de reconstituer l'évolution du climat au cours des siècles.

Les variations de température ne sont pas le seul paramètre à prendre en compte lorsqu'on aborde la question des changements climatiques. En effet, les modifications du cycle hydrologique peuvent avoir une bien plus grande influence sur les sociétés humaines que les variations thermiques. Dès lors comment reconstituer l'évolution de la pluviométrie

d'une région donnée, sachant que les mesures directes ne remontent guère au-delà de la fin du XIXe siècle ?

Des scientifiques de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage ont récemment démontré dans la revue *Nature* que la cellulose des arbres peut jouer un rôle autre que la production de papier dans l'archivage des données climatiques. En analysant les variations du rapport de deux isotopes de l'oxygène contenu dans la cellulose de genévriers, ils ont pu reconstituer l'évolution de la pluviométrie de la région du Karakoram, au nord du Pakistan, depuis l'an 826 après J.-C. Et ceci avec une excellente, et unique, résolution temporelle puisque chaque cerne représente une année de croissance.

Leurs résultats montrent que le XXe siècle fut de loin la période la plus humide des derniers mille ans. Cette augmentation de l'intensité du cycle hydrologique serait due au réchauffement climatique global observé dès la fin du XIXe siècle. **pm** ■

*Nature* (2006), vol. 440, pp. 1179-1182

## Vaccin contre la leishmaniose

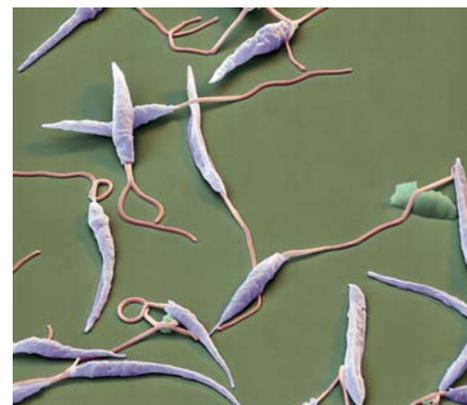
La leishmaniose est une maladie tropicale qui tue chaque année 60 000 personnes. Avec l'Institut tropical suisse à Bâle et l'entreprise Pevion à Berne, le biochimiste Peter Seeberger de l'EPFZ et son équipe ont développé un nouveau vaccin qui a déclenché une forte réaction immunitaire contre la maladie chez les animaux de laboratoire.

Le principe est le même qu'avec d'autres vaccins : le système immunitaire apprend avec ménagement à reconnaître et à combattre l'agent pathogène. Les chercheurs ont utilisé à cet effet une molécule de glucose tirée d'une enveloppe de l'agent pathogène fabriquée artificiellement. Le glucose représentait la cible (l'antigène) du système immunitaire.

D'autres vaccins basés sur une molécule de glucose sont déjà sur le marché, comme celui contre la méningite. Mais ils ont besoin de matières auxiliaires pour déclencher une réponse immunitaire assez forte, ont des effets secondaires et sont peu efficaces.

L'équipe de Peter Seeberger est partie sur une base tout à fait nouvelle. Elle a intégré la molécule de glucose de la leishmaniose dans l'enveloppe vide d'un virus de la grippe. La stratégie a bien fonctionné. Les souris vaccinées ont développé une forte réponse immunitaire avec beaucoup d'anticorps. «L'étude a prouvé que le principe fonctionne», note Peter Seeberger. Ce qui est prometteur pour de nombreuses maladies où des hydrates de carbone agissent comme antigènes. Cela va des maladies infectieuses au cancer. » La mise au point du vaccin contre la leishmaniose nécessitera néanmoins encore beaucoup de travail, au moins encore cinq ans, selon le biochimiste. **em** ■

*ACS Chemical Biology*, vol. 1(3), pp 161-164, www.seeberger.ethz.ch



SPL/Keystone

La leishmaniose est due à des protozoaires flagellés.



## L'environnement et nous

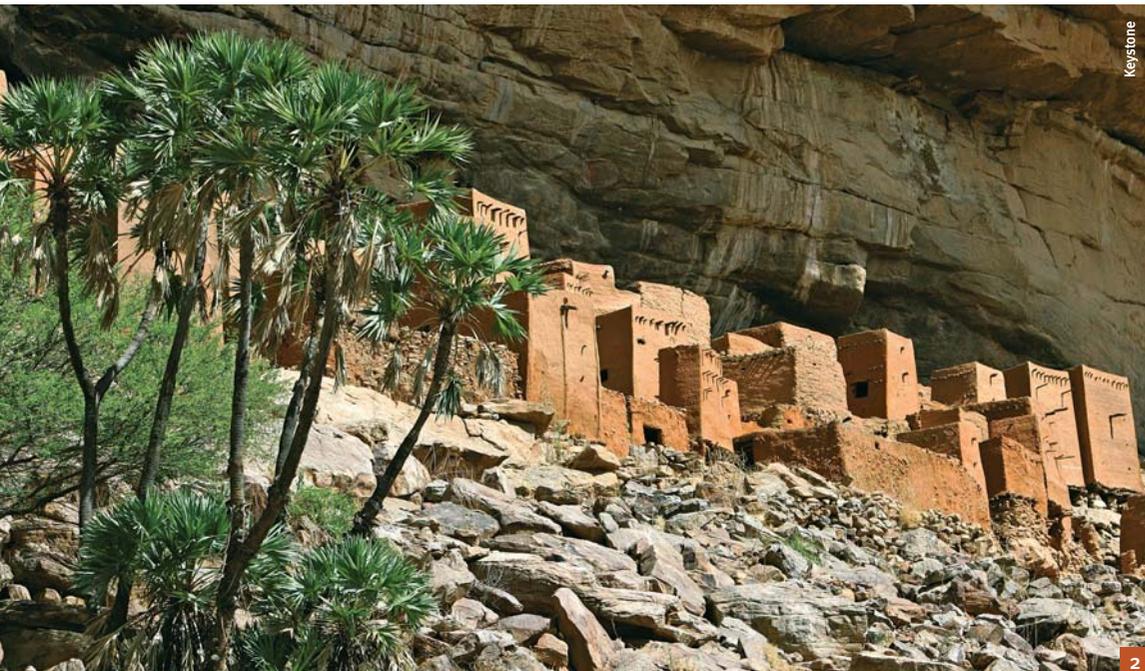
Le facteur environnement a influencé l'évolution des sociétés humaines au cours des millénaires. Des fouilles effectuées par des équipes interdisciplinaires mettent en lumière d'intéressantes interactions entre l'homme et la nature. Photos : Prisma (en haut), MAESAO



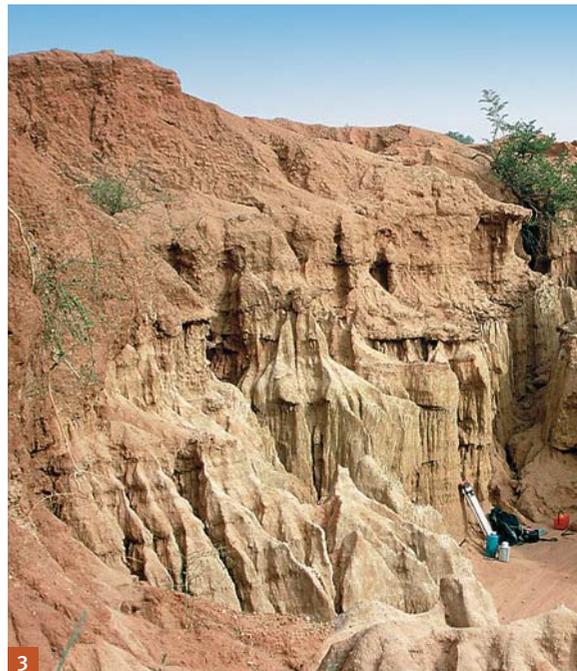
Au Mali, des chercheurs ont découvert les vestiges de la plus ancienne céramique d'Afrique. Cette invention serait liée à l'amélioration du climat au début de l'holocène, il y a plus de 10 000 ans. Par Anita Vonmont, photos MAESAO

Sables actuels du fleuve Yamé

1



Keystone



2

3

## Témoins d'une innovation majeure

Un plateau gréseux, une falaise à pic, des petits villages pittoresques qui perpétuent d'anciennes traditions – le massif de Bandiagara, un paysage naturel et culturel parmi les plus impressionnants d'Afrique de l'Ouest, a été inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Cette région au cœur du Mali possède un attrait de plus depuis qu'une équipe internationale de chercheurs y a trouvé les vestiges de la plus ancienne production de céramique d'Afrique, à ranger parmi les plus anciens témoignages du monde. Il s'agit de fragments, de la taille d'un ongle à celle d'une main, avec des décorations imprimées au peigne. Ils sont constitués d'argile cuite avec des inclusions de chamotte, de quartz ou de grès. Ils proviennent de récipients ouverts datant d'au moins 11 400 ans.

En fait, les scientifiques ne pensaient pas à une telle découverte lorsqu'ils ont

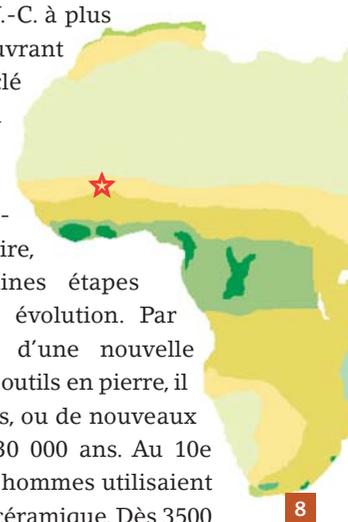
démarré en 1997 leur projet de recherche sur le «gisement d'Ounjougou» dans le Pays Dogon. L'attrait de cette région était ailleurs : située à la confluence de quatre cours d'eau, elle présente plusieurs strates géologiques distinctes naturellement dégagées par l'érosion, jusqu'à des niveaux très profonds. Les vents, les cours d'eau, la pluie, mais aussi les plantes y ont laissé des traces bien visibles.

### INTERACTION AVEC LE CLIMAT

«Tout donnait à penser que l'on pourrait suivre ici l'évolution de l'homme, de l'environnement et du climat sur une très longue période», explique Eric Huysecom. Cet archéologue du Département d'anthropologie et d'écologie de l'Université de Genève y étudie depuis 1988 l'histoire du peuplement dans son interaction avec l'environnement et le climat. Un travail qu'il mène avec une équipe d'archéobotanistes, de sédimentologues, de géomorpho-

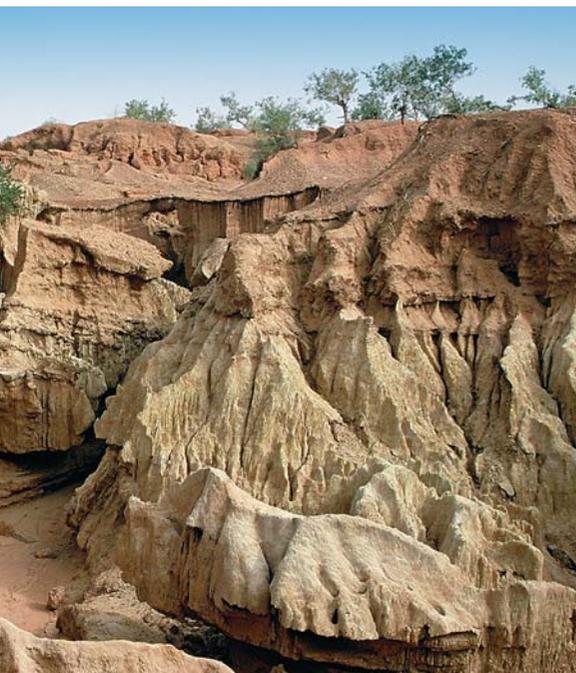
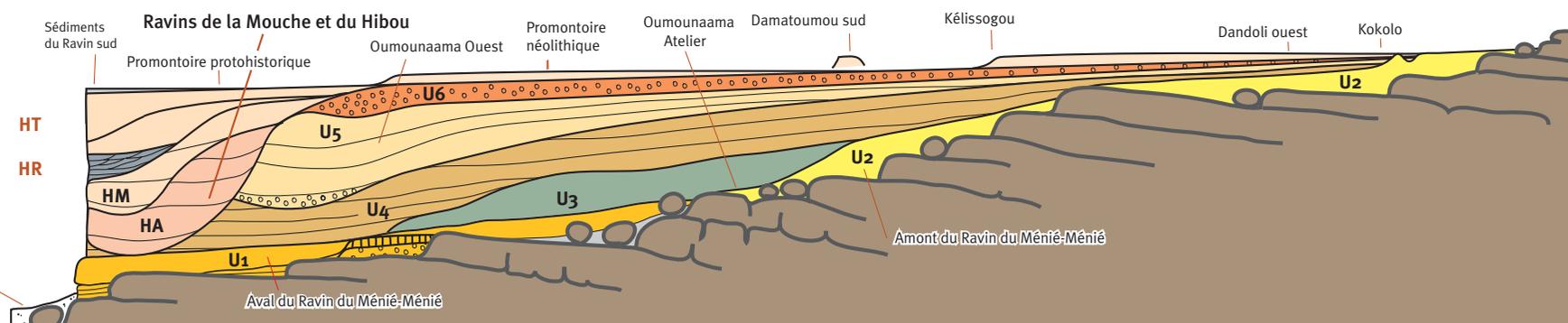
logues, d'ethnohistoriens, d'ethnoarchéologues, de linguistes et d'autres spécialistes. Une trentaine de chercheurs des universités de Genève, de Fribourg, de Bamako, de Francfort, d'Oxford, de Paris, de Rouen et de Caen participent au projet.

Les vestiges découverts remontent du XIXe siècle après J.-C. à plus de 200 000 ans, couvrant ainsi toute la période clé pour la compréhension de l'évolution de l'Homme moderne. Ils offrent une documentation encore lacunaire, mais éclairent certaines étapes importantes de cette évolution. Par exemple l'apparition d'une nouvelle technique de taille des outils en pierre, il y a plus de 150 000 ans, ou de nouveaux types d'outils, il y a 30 000 ans. Au 10e millénaire av. J.-C., les hommes utilisaient déjà des récipients en céramique. Dès 3500

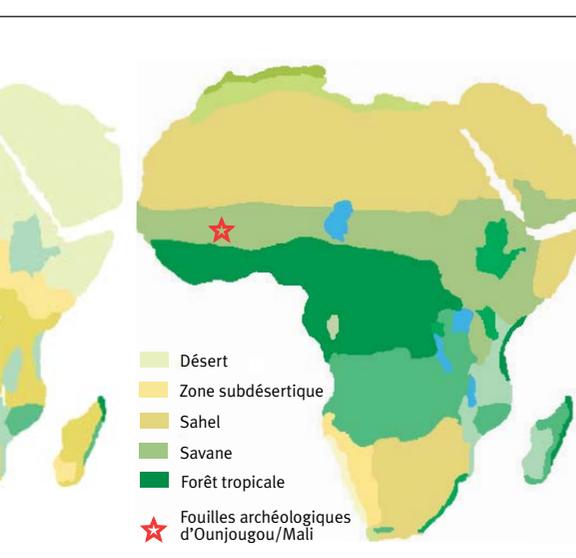


5

8



**1** Profil de synthèse stratigraphique d'Ounjougou, montrant l'alternance des formations sédimentaires fluviales, lacustres ou éoliennes pour les derniers 200 000 ans. Les formations U1 à U6 indiquent les dépôts du pléistocène et les formations HA à HT les dépôts holocènes : holocène ancien (-9500 à -7000), holocène moyen (-7000 à -3500), holocène récent (-3500 à -500), holocène terminal (-500 à aujourd'hui). Les plus anciennes céramiques d'Afrique proviennent du niveau HA.



**2** L'un des pittoresques villages du Pays Dogon.

**3** Ce ravin donne accès à des sédiments de plus de 30 000 ans et illustre bien la profondeur atteinte par les ravinelements du gisement d'Ounjougou.

**4** L'art de la céramique est toujours pratiqué aujourd'hui dans la région d'Ounjougou.

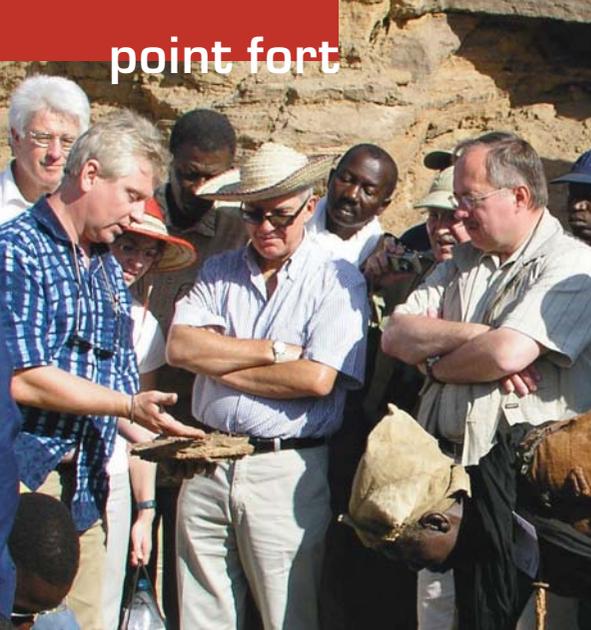
**5** Pointe de flèche bifaciale en quartz du Ravin de la Mouche, découverte dans le niveau du 10e millénaire av. J.-C. ayant livré les premières céramiques.

**6 7** Fragments des plus anciennes céramiques d'Afrique. Le plus vieux (photo 6) a au moins 11 400 ans.

**8** Les variations environnementales en Afrique ont eu un effet sur le peuplement humain. Extrêmement aride et inhabité à la fin du pléistocène (à gauche), le Sahara a vu l'apparition d'une savane et son repeuplement lors de l'amélioration climatique du début de l'holocène (à droite).

av. J.-C., ils incendiaient régulièrement de grandes surfaces de forêt pour gagner du terrain fertile et modifiaient donc déjà le paysage dans lequel ils vivaient. On sait qu'en 1800 av. J.-C. (et peut-être déjà plus tôt), ils pratiquaient la culture du mil. Le 1er millénaire av. J.-C. marque le début de la production du fer et le XIIIe siècle après J.-C. l'émergence de la culture des Dogons, le peuple qui occupe aujourd'hui cette région.

Les fragments de céramique du néolithique ne sont donc qu'une découverte parmi d'autres, mais l'une des plus spectaculaires. Le premier de ces vestiges avait déjà été découvert, il y a quelques années.



Eric Huysecom (à gauche) et Samuel Schmid (à droite) qui a visité le secteur des fouilles d'Ounjougou, alors qu'il était président de la Confédération en 2005.

ries les plus anciennes sont apparues dans des conditions analogues aussi bien en Asie qu'en Afrique. Durant la phase de transition entre la dernière période glaciaire et l'holocène actuel, le climat a oscillé entre périodes chaudes et périodes froides. La céramique est apparue à un moment où le climat est devenu plus favorable à l'homme, c'est-à-dire plus humide notamment.

#### CHANGEMENTS CLIMATIQUES RAPIDES

Le processus de reforestation s'est déroulé très rapidement, comme le prouvent, dans les gorges de Bandiagara, des résidus de pollens de feuilles ou de bois, ainsi que les phytolites, les dépôts minéralisés formés par les plantes. Entre 10000 et 9400 av. J.-C. – les analyses sont encore en cours – les paysages désertiques d'Ounjougou se sont transformés en surfaces herbeuses faiblement arborées, puis peu après en une savane tropicale au couvert arboré dense. Les hommes ont alors intégré dans leur menu des graminées qu'ils devaient cuire afin de pouvoir les digérer. Pour cela, ils avaient besoin de récipients. C'est ainsi qu'ils ont commencé à fabriquer de la céramique.

De nouvelles armes témoignent aussi de ce changement climatique et environnemental, comme des petites pointes de flèches bifaciales qui servaient probablement à chasser lièvres, perdrix et autre petit gibier de ces plaines herbeuses. Elles apparaissent en Afrique de l'Ouest ainsi qu'en Asie du Nord et de l'Est en même temps que la céramique.

#### LE CLIMAT, FACTEUR D'INNOVATION

Depuis les découvertes du Mali, il paraît clair que les hommes ont inventé la céramique dans des conditions climatiques analogues sur deux continents, mais indépendamment les uns des autres. L'Afrique de l'Ouest et l'Asie du Nord-Est sont en effet trop éloignées l'une de l'autre pour envisager un échange culturel à cette époque. Dans le cas de la céramique, les connaissances actuelles permettent donc d'affirmer que les modifications environnementales résultant de l'évolution climatique ont joué un rôle déterminant dans cette invention. ■

[anthro.unige.ch/ounjougo/](http://anthro.unige.ch/ounjougo/)



Dans la vallée du Nil au Soudan, des habitats vieux de plusieurs milliers d'années sont mis au jour. Des campements de chasseurs à la cité de Kerma, en passant par des villages d'agriculteurs, l'aridisation a contraint les hommes à se rapprocher du fleuve.

Par Geneviève Lüscher

Le site archéologique de Kerma se trouve presque à la même latitude que le Mali, mais en face, à l'est du continent. Une équipe d'archéologues suisses y effectue depuis plusieurs décennies des fouilles dans la plaine du Nil en amont de la troisième cataracte, des travaux dirigés d'abord par l'archéologue genevois Charles Bonnet, puis aujourd'hui par Matthieu Honegger de l'Université de Neuchâtel. C'est dans cette fertile vallée que le premier royaume de Nubie a vu le jour vers 2500 av. J.-C. et avec lui sa capitale Kerma dont les ruines sont encore visibles aujourd'hui. Kerma n'a pas surgi du néant. «Des prospections nous ont permis de dé-

#### Datation grâce au soleil

Les chercheurs ont calculé l'âge des poteries découvertes à Ounjougou de manière indirecte. Ils ont d'abord daté des charbons de bois pris dans les sédiments correspondants grâce à la méthode C14 qui mesure la dégradation des variantes de ce carbone dans les matières organiques.

Les scientifiques travaillent en parallèle avec la méthode OSL (Optically Stimulated Luminescence) qui permet de dater les particules de quartz présentes dans le sol. Sous l'effet de la radioactivité naturelle, le quartz emmagasine de l'énergie lorsqu'il est enfoui, et la libère lorsqu'il est exposé à la lumière du soleil. La quantité d'énergie libérée par un éclairage artificiel en laboratoire indique le temps écoulé depuis le dernier enfouissement. vo

Les chercheurs avaient de la peine à le croire car la plus ancienne céramique africaine du Sahara et de la région du Nil datait des 8e et 9e millénaires, tout au plus de la fin du 10e millénaire av. J.-C., et était donc plus récente. Mais aujourd'hui, Eric Huysecom n'a plus de doute. Depuis lors, six autres fragments ont été retrouvés dans la même couche, qui s'est formée il y a plus de 11400 ans. Jusqu'ici, on n'avait découvert des poteries aussi anciennes qu'en Asie (en Sibérie, en Chine et au Japon), leur période de fabrication se situant entre le 9e et le 15e millénaire av. J.-C.

Les analyses géomorphologiques et archéobotaniques ont mis au jour d'autres éléments intéressants. «Nous pouvons avancer aujourd'hui que l'homme a inventé la céramique pour s'adapter à un changement climatique», affirme l'archéologue. Cette thèse s'appuie sur le fait que les pote-



**Vue aérienne de la ville nubienne de Kerma et de son temple principal, encore conservé sur une hauteur de 20 mètres (2500 à 1500 av. J.-C.).**  
Photo Matthieu Honegger (en haut), Prisma



# Du village de huttes à la cité royale

montrer que des hommes vivaient déjà ici au mésolithique, entre 8000 et 6000 av. J.-C.», explique Matthieu Honegger. Une colonisation dont on a pu retrouver les traces de manière plus au moins continue pendant le néolithique (entre 6000 et 3500 av. J.-C.) et ce qu'on appelle le « pré-Kerma » (entre 3500 et 2500 av. J.-C.) jusqu'à l'époque du royaume de Kerma et de sa capitale éponyme (entre 2500 et 1500 av. J.-C.).

## L'AGRICULTURE, UNE RÉPONSE À L'ARIDITÉ ?

«Ce qu'il y a de passionnant dans notre projet, poursuit l'archéologue, c'est qu'il permet de mettre en parallèle un changement climatique et l'évolution culturelle et socio-économique qui va des chasseurs du mésolithique aux citadins de Kerma, en passant par les éleveurs semi-nomades du néolithique et les agriculteurs du pré-Kerma.» Les chercheurs se demandent donc si les changements climatiques n'ont pas partiellement déclenché des innova-

tions culturelles comme l'élevage, l'agriculture et l'urbanisation.

Au mésolithique, le climat était extrêmement humide et la plaine du Nil en proie à des inondations répétées. Les archéologues n'ont trouvé des traces éparpillées remontant à cette époque que sur des terrasses alluviales surélevées, situées à bonne distance du lit actuel du fleuve. Autrefois situés dans la savane, ces sites archéologiques se trouvent aujourd'hui en plein désert.

Au néolithique, les hommes se sédentarisent lentement et par intermittence. Ils élèvent du bétail dans la savane, mais ne connaissent pas encore l'agriculture. Le climat devient plus sec, mais le Nil est encore très large. Ses bras baignent et inondent régulièrement des îles légèrement surélevées. Sur l'une d'entre elles, les archéologues ont découvert une colonie: «Il s'agit des restes de huttes rondes, très simples, de foyers et d'enclos à bétail», note

le chercheur. Les archéologues ont également fait une autre découverte intéressante: des meules. «Nous supposons que les hommes avaient commencé à ramasser des graminées sauvages et à moudre leurs graines, une forme primitive d'agriculture qui se développera par la suite!»

## CONCENTRATION PRÈS DU FLEUVE

Cette île a également été habitée pendant le pré-Kerma. La sécheresse avait mis un terme aux inondations, permettant l'établissement d'une colonie durable. Des huttes rondes et des enclos à bétail y ont été mis au jour, mais aussi des fosses à grain qui témoignent de l'apparition de l'agriculture. «La découverte de deux bâtiments rectangulaires et de restes de fortifications avec de grands bastions a été décisive, poursuit l'archéologue. Ce sont des éléments totalement nouveaux sur le plan architectural.» Selon lui, il pourrait s'agir des premiers indices d'un urbanisme archaïque dû à la concentration croissante de la population près du fleuve. «L'aridité a obligé les gens à s'installer plus près du fleuve. Le changement climatique, la densité de population et une plus grande aisance sont autant de paramètres décisifs pour une urbanisation.»

## Le mystère des grandes colonies

**Vers 500 avant J.-C., des colonies de plusieurs milliers d'habitants ont surgi quasiment du néant en Afrique subsaharienne. La question de leur apparition et de leur disparition peu après reste une énigme.**

Au Nigeria aussi, des archéologues s'activent. Un projet allemand de recherche y étudie les relations entre changement climatique, transformation du paysage et évolution culturelle pendant les deux millénaires qui ont précédé notre ère. L'équipe dirigée par Peter Breunig de l'Université de Francfort travaille notamment dans le bassin du Tchad et étudie les structures d'anciennes cités au moyen, d'une part, de la prospection magnétique à grande échelle et, d'autre part, en fouillant de petites surfaces.

Les chercheurs ont pu établir qu'au cours du deuxième millénaire avant J.-C., une culture florissante basée sur l'agriculture et l'élevage avait traversé une période de crise. Détruisant les bases de son existence, une vague de sécheresse l'aurait incitée à opter pour un autre mode de vie et fait repasser de la sédentarité au nomadisme. Selon Peter Breunig, cela expliquerait l'absence frappante de traces de colonies humaines au cours du premier millénaire dans certains secteurs de la zone étudiée.

### Plutôt des motifs sociaux

Ensuite, vers 500 avant J.-C., de très grandes cités de plusieurs milliers d'habitants ont surgi, quasiment du néant et pour la première fois en Afrique subsaharienne. « C'est un événement sensationnel, note-t-il. Des populations se sont concentrées ici sans que nous puissions expliquer précisément comment et pourquoi. Il se peut que la sécheresse ait été un déclencheur, mais l'émergence d'une cité de cette taille est plutôt due à des motifs sociaux. » Et cela suppose une nouvelle forme de cohabitation et de nouvelles structures sociales. Les recherches effectuées au Nigeria dans la colonie de Zilum montrent ainsi que le site était entouré d'un fossé imposant, carrément « spectaculaire », qu'il aurait été impossible de creuser sans des efforts collectifs. Les ressources avaient-elles tellement diminué qu'il avait fallu prendre des mesures pour se protéger ? C'est la question que se posent les chercheurs.

Cette grande colonie a disparu vers 200 avant J.-C. aussi soudainement qu'elle était apparue. « Apparemment, l'expérience « urbaine » avait échoué », avance Peter Breunig.



Matthieu Honegger

Fouille d'une fortification et d'une entrée de l'agglomération proto-urbaine du pré-Kerma.

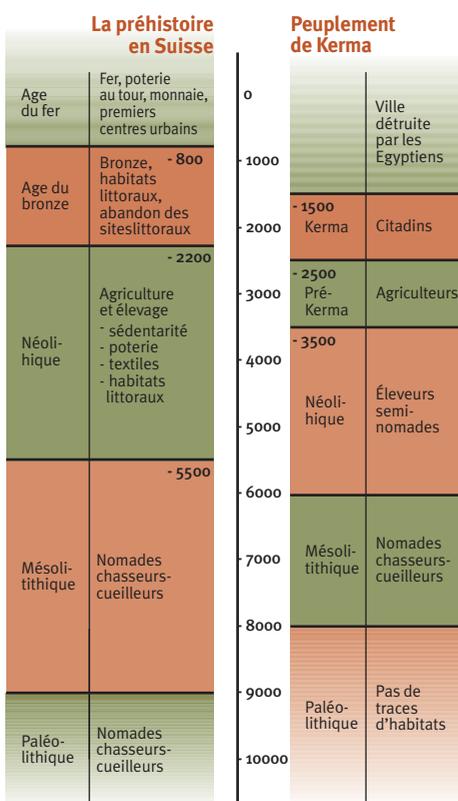
D'après l'archéologue, les différentes offrandes retrouvées dans des tombes de la même époque montrent que la communauté humaine avait commencé à se réorganiser. « A cette époque, on assiste à une différenciation sociale très nette, explique-t-il. L'agriculture rendue possible par l'irrigation et les premières tentatives de commerce avec l'Égypte créent des richesses et donc une élite. » Le royaume de Kerma a vu le jour vers 2500 av. J.-C. et a duré jusqu'à la colonisation de la Nubie par les Égyptiens vers 1500 av. J.-C. Le centre des colonies de peuplement s'est encore

déplacé plus près du Nil, probablement à cause de l'assèchement des bras du fleuve qui coulaient encore au pré-Kerma. La capitale Kerma est sise à quelque 5 kilomètres à l'ouest de l'agglomération qui l'a précédée. La cité présente une structure avec des rues, des places, des temples monumentaux et une muraille avec des portes. Ses bâtiments sont rectangulaires et construits en briques de limon, des éléments qui témoignent de l'influence égyptienne. Hors d'Égypte, Kerma est la plus ancienne ville d'Afrique connue à ce jour.

L'histoire du peuplement de cette zone présente une lacune entre l'agglomération pré-Kerma et la cité royale. « Nous ne connaissons pas les plus anciennes phases de la cité », regrette le chercheur. Il suppose que les premières structures urbaines présentaient davantage de similitudes architectoniques avec l'agglomération pré-Kerma. On a en effet découvert dans les plus anciens quartiers de Kerma des huttes rondes « à l'ancienne » et des fosses à grain.

### DÉTRUITE PAR LES ÉGYPTIENS

Matthieu Honegger n'est pas en mesure d'affirmer si cette ville a été fondée en réponse directe à l'aridisation. En revanche, il est certain que le déplacement du site plus près de l'eau s'est produit pour des raisons climatiques. La ville a connu une forte prospérité grâce à un commerce florissant d'or, de bois d'ébène et d'ivoire venus d'Afrique noire, des matières premières très convoitées par une Égypte alors en plein essor. Mais c'est aussi le pharaon égyptien Thoutmosis I qui a détruit la ville de Kerma en 1500 av. J.-C. et a annexé la Nubie.



Les différences de dates pour des périodes de même nom résultent de développements culturels différents.

Sous les Tropiques notamment, les phases d'apogée coïncident avec des périodes climatiques calmes et plutôt pluvieuses. Ci-contre à droite, un temple maya (Guatemala), une culture qui s'est effondrée après une période d'extrême sécheresse.  
Photo Prisma

« Il existe différentes positions, explique Martin Grosjean, géographe et directeur du Pôle de recherche national «Climat». Avec d'un côté un déterminisme rigide, qui attribue toutes les innovations, technologiques, culturelles, sociales, etc., à des influences de l'environnement. Et de l'autre, ceux qui expliquent tous les changements indépendamment de facteurs externes, uniquement par une évolution de la société. » Malgré tout, c'est une attitude différenciée qui prédomine. « On considère que l'environnement et le climat mettent en place des *windows of opportunity*, des éventails d'évolutions possibles. Et que c'est ensuite à la société de faire usage ou non de cette offre pour franchir certaines étapes. »

#### L'EXEMPLE DE LA CULTURE MAYA

Existe-t-il alors des modifications environnementales et climatiques plus propices aux évolutions que d'autres ? « On observe, notamment sous les Tropiques, que les phases de croissance et d'apogée coïncident avec des périodes climatiques calmes et plutôt pluvieuses, note Gerald Haug du Centre de recherche géographique de Potsdam. En revanche, lors de gros bouleversements climatiques et de faibles précipitations, les cultures fortement développées, notamment, tendent à s'effondrer. » Exemple éloquent : la culture maya classique, dont l'évolution suit exactement les changements climatiques. Le degré d'humidité ou d'aridité des régions joue également un rôle dans la construction des premières villes. Au 4<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., elles se trouvent en Mésopotamie entre le Tigre et l'Euphrate, au 3<sup>e</sup> millénaire en Nubie dans la vallée du Nil. Elles étaient bâties sur des parcelles très fertiles, alors que les environs étaient désertiques. « Une population importante s'est donc concentrée sur un espace restreint, relève Matthieu Honegger, archéologue (voir p. 12). Et a développé des structures de peuplement en conséquence. » En Europe, où l'on bénéficiait de précipitations régulières et où il n'existait pas de pression démographique, les hommes vivaient à l'époque de manière



Dans quelle mesure l'environnement et le climat ont-ils influencé l'évolution humaine ? La question semble simple, mais il reste difficile d'y répondre, selon les experts. **Par Anita Vonmont**

## Encore beaucoup de mystères

encore très disséminée dans des régions à caractère agricole. « Toutefois, il existe toujours des exemples qui contrecarrent ces tendances, car d'autres facteurs influent l'évolution de la société humaine », soulignent Gerald Haug et Matthieu Honegger.

Les paramètres socioéconomiques jouent un rôle important, tout comme le degré de hiérarchisation d'une société, l'existence d'aménagements communs ou la pratique de l'échange avec les régions voisines. Or dans les sociétés anciennes, ce dernier point dépendait par exemple du relief environnant, ajoute l'archéologue Eric Huysecom (voir p. 10) : « Les massifs montagneux et les déserts empêchaient les hommes de passer, alors que les savanes et les plaines fertiles encourageaient la migration. » Il n'est pas facile de dire com-

ment les différents paramètres se combinent et quelle est la signification pour l'homme des facteurs liés à l'environnement et au climat. Notamment depuis qu'il les influence aussi, comme on l'observe à un niveau global depuis 200 ans environ. En revanche, les variations de la végétation dues au climat, par exemple, jouaient un rôle-clé dans la vie des chasseurs-cueilleurs de l'âge de pierre qui dépendaient fortement des ressources naturelles. « Alors qu'aujourd'hui, grâce à l'échange à large échelle, à la mobilité, au transport et à l'approvisionnement en énergie, nous sommes complètement déconnectés de l'environnement local, constate Martin Grosjean. Et son « impact » sur la société est à peine visible, sauf lors d'événements extrêmes ou de catastrophes environnementales. » ■



# Marguerite Neerman-Arbez : entre génétique et art dramatique

PAR MARIE-JEANNE KRILL

PHOTOS MARTINE GAILLARD

**Cette professeure boursière du FNS à l'Université de Genève a renoncé à une carrière de comédienne au profit de la recherche. Grâce aux subsides Marie Heim-Vögtlin du FNS, elle n'a toutefois pas eu à choisir entre carrière et famille.**

« Sans mentir, il n'y a pas un matin où je n'ai pas envie d'aller travailler. Il n'y a aucune routine dans ce métier. On est sans cesse surpris. C'est ce qui est fascinant. » Lorsqu'elle évoque ses recherches sur l'afibrinogénémie, une maladie de la coagulation sanguine qui ressemble à l'hémophilie, Marguerite Neerman-Arbez s'enflamme. « L'espoir de trouver une thérapie génique pour soigner cette affection est réel. Même s'il est difficile de dire quand elle sera au point. »

Aujourd'hui professeure adjointe suppléante et professeure boursière du FNS au Département de médecine génétique et développement de l'Université de Genève, cette jeune femme de 38 ans a réussi à identifier en 1999 le gène responsable de cette maladie héréditaire. Une découverte très remarquée dans le milieu de la génétique et qui lui a valu plusieurs distinctions internationales. « Il y a eu une part de chance dans cette découverte, note-t-elle. C'est un facteur qui entre en ligne de compte lorsqu'on fait de la recherche. Mais la clé de la réussite, c'est la persévérance. Il faut aussi être passionné et ne pas compter ses heures. »

Cette passion pour la génétique, Marguerite Neerman-Arbez la nourrit depuis l'adolescence. Elle s'y est intéressée dès l'école, quand elle a commencé à

étudier les lois de Mendel sur la transmission des caractères et des mutations d'une génération à l'autre. Née en Angleterre, elle a, à l'âge de 14 ans, suivi sa mère à Genève lorsque cette dernière a obtenu un poste à l'ONU. Après un baccalauréat scientifique au Lycée international de Ferney-Voltaire, elle a ensuite entrepris des études de biologie à l'Université de Genève, mais sans viser

## Un programme qui atteint ses objectifs

Les subsides Marie Heim-Vögtlin du FNS sont destinés à soutenir des chercheuses dont la carrière a été retardée, le plus souvent pour des raisons familiales. La Commission de l'égalité du FNS a fait évaluer ce programme par une étude externe. Bilan : ce soutien atteint pleinement ses objectifs. 86 pour cent des femmes encouragées sont restées professionnellement actives, 64 pour cent d'entre elles dans une université ou une haute école spécialisée. Le programme tient compte de la variété des carrières professionnelles des femmes. Et, détail intéressant, celles qui bénéficient du programme MHV ont plus d'enfants que la moyenne. 117 bénéficiaires des années 1991 à 2002 ont été interrogées, et 92 d'entre elles ont fourni des réponses. **em**

L'étude peut être consultée sur : [www.snf.ch/fr/wom/wom\\_enc.asp](http://www.snf.ch/fr/wom/wom_enc.asp)

de prime abord une carrière académique, ni un poste dans la recherche. « Je ne me voyais pas du tout professeure à l'âge de 40 ans », précise-t-elle. Au sein de sa famille franco-irlandaise où l'on cultive la fibre artistique – elle a un frère musicien de jazz –, elle estime d'ailleurs être un cas un peu particulier.

« Je ne me voyais pas du tout professeure à l'âge de 40 ans. »

Reste que si la génétique l'a toujours fascinée, elle a aussi hésité un temps à embrasser une carrière d'actrice. « J'ai suivi les cours du Conservatoire d'art dramatique de Genève. A un moment donné, j'ai dû choisir et je me suis dit que s'il était possible de travailler dans la recherche et de faire du théâtre à côté, l'inverse n'était guère possible. J'ai donc opté pour la recherche. » Et, aujourd'hui, sa formation de comédienne lui est fort utile lorsqu'elle donne des conférences publiques ou anime des cafés scientifiques, des activités qu'elle apprécie tout particulièrement. « Expliquer, aider les gens à se faire une opinion sur le thème controversé des biotechnologies, j'adore cela. Nous n'avons rien à cacher. Lorsqu'on est financé par des fonds publics, on a le devoir d'informer. »

Si elle a dû choisir entre théâtre et recherche, Marguerite Neerman-Arbez n'a en revanche pas eu à choisir entre carrière et famille. Mère d'un garçon de 10 ans et d'une fille de 8 ans, elle a demandé, à la naissance de son fils en 1996, à pouvoir bénéficier des subsides Marie Heim-Vögtlin du FNS. Cela lui a permis, pendant trois ans, de réduire son



**«Lorsqu'on est financé par des fonds publics, on a le devoir d'informer.»**

temps de travail pour s'occuper de ses enfants en bas âge. « Sans cette aide, je n'aurais pas pu rester active dans la recherche à un moment charnière de ma carrière et celle-ci en aurait forcément pâti. Dans un domaine qui progresse aussi rapidement que la génétique, il n'est pas possible de décrocher. Il faut rester sur le bateau, continuer à publier, à participer à des congrès. Sinon, on nous oublie très vite. »

Son parcours demeure néanmoins atypique. Elle n'a ainsi pas effectué de formation postdoc à l'étranger. « Ma situation de famille m'en a empêchée. Avec des petits enfants et un mari directeur général d'une grande entreprise informatique à Genève, ce n'était pas possible. » Elle considère toutefois que cela n'a pas été un handicap pour elle et qu'il y a plusieurs manières de faire son chemin. « Grâce à Internet, les séjours à l'étranger sont moins importants. Il est en revanche indispensable de participer à des congrès internationaux, de faire

connaître ses projets, d'établir des collaborations avec des chercheurs d'autres pays. »

Membre de la Commission pour la promotion de la femme à l'Université de Genève, elle tient à montrer qu'il est possible de mener de front vie de famille et carrière académique, même si cela reste difficile, surtout pendant les premières années, lorsque les enfants sont petits. « J'ai la chance de former une équipe avec mon mari. Il m'a toujours soutenue et réciproquement. Il faut savoir s'organiser. Mais les horaires à l'université ont l'avantage de la souplesse. Ils permettent de s'adapter quand on a un enfant malade. »

**Une motivation supplémentaire**

Et le fait d'être mère de famille peut aussi être un atout dans la recherche. Dans son cas, cela lui permet, elle en est convaincue, de mieux comprendre les préoccupations des parents des enfants touchés par la maladie sur laquelle elle travaille. « Derrière la recherche, il y a des gens, des patients que l'on aimerait aider. Et c'est bien sûr une motivation supplémentaire pour avancer et obtenir des résultats. » ■

L'utilité pour les enfants étrangers vivant en Suisse de suivre des leçons dans leur langue maternelle fait l'objet de controverses. La linguiste Edina Caprez-Krompàk étudie pour la première fois sur une longue durée l'efficacité de cet enseignement.

PAR SABINE BITTER  
PHOTO KEYSTONE

Les enseignants constatent des effets positifs lorsque l'horaire scolaire inclut des cours de langue et de culture du pays d'origine pour les enfants allophones. Ceux qui suivent ces heures supplémentaires chaque semaine s'expriment mieux dans leur langue maternelle mais également en allemand. Les cours favorisent en outre l'intégration des enfants de migrants. C'est ce que révèlent deux études (1999 et 2002) reposant sur une analyse qualitative de cas sélectionnés dans des écoles offrant un enseignement dans la langue du pays d'origine.

L'opinion des élèves est également positive, relève la linguiste dans sa nouvelle étude qui n'est pas encore terminée. La chercheuse a interrogé des enfants albanophones et turcophones scolarisés dans le canton de Zurich. « J'apprends volontiers l'albanais. Le professeur est sympathique et je me réjouis toujours d'avoir ce cours », a ainsi répondu Drenushe, 12 ans.

Edina Caprez-Krompàk étudie en outre les compétences linguistiques de ces enfants immigrés en quatrième et cinquième années d'école. Elle cherche à savoir si, par rapport à une école qui ne propose pas d'enseignement de la langue du pays d'origine, celle qui en offre contribue à améliorer l'expression des enfants dans leur langue maternelle ainsi qu'en

**«J'apprends volontiers l'albanais. Le professeur est sympathique et je me réjouis toujours d'avoir ce cours.»**



# Un atout pour les enfants immigrés

allemand. Son étude intitulée « Evolution de la première et de la deuxième langue dans un contexte interculturel » est la première recherche longitudinale concernant l'efficacité de ces cours et elle pourrait renforcer encore le constat des premières études. Elle est aussi importante du point de vue de la politique de la formation, dans la mesure où de tels cours engendrent des coûts additionnels et qu'ils sont régulièrement contestés.

## Meilleures compétences linguistiques

Pour effectuer son travail de recherche, Edina Caprez-Krompàk, linguiste à l'Université de Zurich, bénéficie du soutien financier du Fonds national suisse par le biais du programme Marie-Heim-Vögtlin. Son étude sera achevée en 2008 au plus tard et elle livre déjà de premiers résultats. Ceux-ci concernent le groupe des enfants albanophones. Au total 129 élèves âgés de 11 et 12 ans ont été soumis à un test écrit de langue standard. Une partie d'entre eux, soit 83 enfants, suivaient l'enseignement dans la langue d'origine alors que les 46 enfants restants constituaient le groupe de contrôle. Les résultats sont très clairs: les élèves parlant l'albanais à la maison obtiennent de meilleurs résultats lorsqu'ils bénéficient d'un enseignement dans leur langue maternelle. La chercheuse est par ailleurs en mesure de démontrer que la fréquentation de deux heures hebdomadaires durant

## Les filles obtiennent dans l'ensemble de meilleurs résultats que les garçons.

une année a déjà des répercussions positives sur les compétences linguistiques des enfants.

L'évaluation du test a également mis en évidence que les filles comme les garçons profitent des cours de langue d'origine. Il y a pourtant une différence entre les sexes: les filles obtiennent dans l'ensemble de meilleurs résultats que les garçons.

Edina Caprez-Krompàk, qui appliquait ce test standard pour la première fois à la langue albanaise, a dépouillé les réponses avec un linguiste albanais. Les résultats montrent que les élèves suivant les cours de langue et de culture font moins de fautes en albanais dans le choix des mots et disposent d'un vocabulaire plus étendu. La chercheuse attribue cela au fait que la compréhension de la lecture est exercée durant ces cours.

## Grammaire mieux maîtrisée

Les enfants suivant des cours dans leur langue maternelle possèdent en général également mieux la grammaire. L'étude a cependant également laissé apparaître

que les enfants, inscrits ou non à ces cours, avaient dans l'ensemble de la peine à utiliser correctement les temps des verbes en albanais standard.

## Préférence pour le dialecte

La linguiste constate par ailleurs que tous les élèves recourent souvent à différentes variantes dialectales. Ceux qui suivent l'enseignement en langue et culture albanaise et qui sont capables de s'exprimer correctement dans cette langue par oral éprouvent aussi des difficultés à écrire des textes corrects en langue standard albanaise. Mais selon Edina Caprez-Krompàk, ceci n'est guère étonnant car les dialectes albanais se différencient fortement de la langue standard.

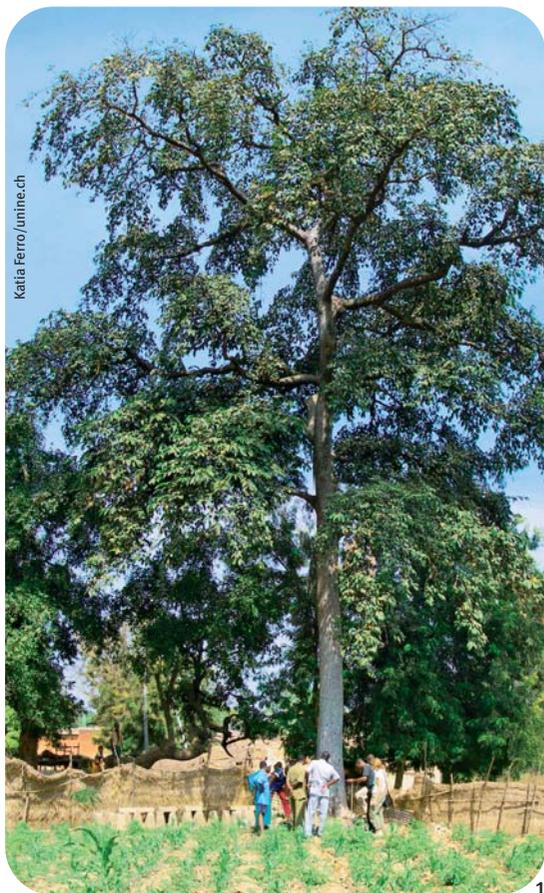
La chercheuse conclut que ces cours sont un bon moyen pour les élèves albanais de développer leur langue maternelle et de l'améliorer. Mais il serait toutefois souhaitable que les enseignants différencient mieux entre dialecte et langue standard afin que les enfants puissent utiliser la langue standard écrite correctement.

Edina Caprez-Krompàk présentera d'autres résultats de son étude au cours des prochains mois. Elle répondra notamment à la question de savoir si l'enseignement en langue et culture du pays d'origine a des répercussions sur les connaissances d'allemand des enfants immigrés. ■

# CO<sub>2</sub> atmosphérique piégé dans le sol

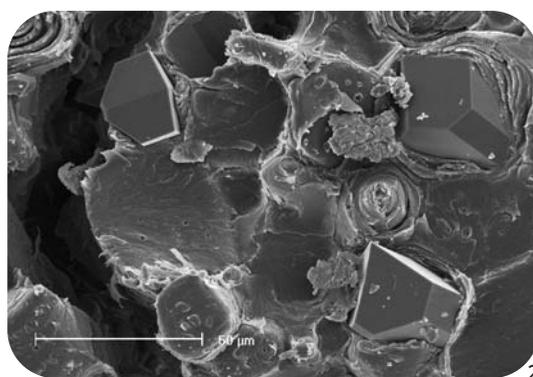
PAR IGOR CHLEBNY  
PHOTO CORBIS/RDB

Une subtile alliance entre un arbre, des champignons et des bactéries permettrait de réduire sensiblement la teneur en dioxyde de carbone dans l'atmosphère, et de lutter ainsi contre l'effet de serre. Des chercheurs de Neuchâtel expliquent comment cette symbiose transforme le carbone atmosphérique en calcaire.



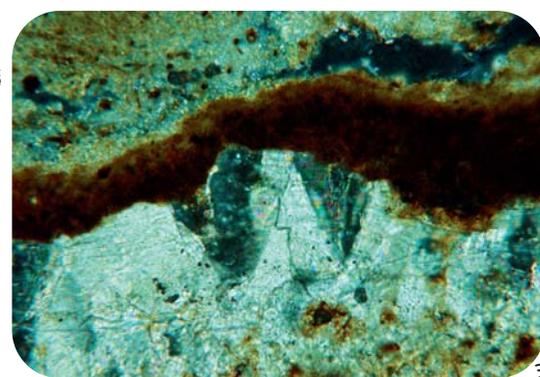
Katia Ferro/umine.ch

1



Eric Verrecchia (3)/umine.ch

2



3

Par la photosynthèse, l'arbre tropical iroko (1) fabrique de la biomasse dont une partie est transformée, directement par l'arbre ou par l'intermédiaire de champignons, en ion oxalate. Cette production s'accompagne d'une accumulation concomitante de calcium, de manière à former un sel insoluble, l'oxalate de calcium. Les cristaux de sel sont visibles dans le bois au microscope électronique (2). Des bactéries du sol transforment ensuite l'oxalate en CO<sub>2</sub> pour finalement le convertir en calcaire (3 et 4) par un processus appelé biominéralisation.

L'effet de serre à l'origine des changements climatiques est principalement dû au dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) relâché dans l'atmosphère par les activités humaines. Des chercheurs de l'Université de Neuchâtel ont découvert un moyen de piéger le carbone atmosphérique dans le sol où il peut rester prisonnier jusqu'à un million d'années. Au cœur de cet étonnant phénomène : un arbre de la famille du figuier appelé iroko (*Milicia excelsa*), associé à des champignons et à des bactéries. A l'Université de Neuchâtel, Eric P. Verrecchia et ses collègues s'efforcent d'en percer les secrets dans le cadre du Pôle de recherche national (PRN) « Survie des plantes ».

« Les premiers résultats sont fantastiques ! », s'enthousiasme le professeur en géodynamique de la biosphère, initiateur du projet avec le professeur Michel Aragno, microbiologiste au sein

de l'Alma mater neuchâteloise. « Imaginez un volume de 5 millions de mètres cubes d'air. Il s'avère que l'activité d'un seul iroko suffit à compenser l'augmentation annuelle du CO<sub>2</sub> atmosphérique observée dans un tel volume. En d'autres termes, un seul arbre parvient à stabiliser la concentration de gaz carbonique dans 5 millions de mètres cubes d'air. C'est considérable ! »

## Calcaire d'origine biologique

Si l'on sait depuis longtemps que les plantes vertes ont besoin de gaz carbonique pour la photosynthèse, la question d'un transfert du carbone atmosphérique vers un carbone minéral stocké dans le sol n'occupe l'esprit des scientifiques que depuis les années nonante. « Le phénomène s'explique par l'activité biologique conjuguée de l'arbre, de champignons et de bactéries », précise Michel Aragno. « Par la photosynthèse, l'arbre fabrique de la

biomasse dont une partie est transformée, directement par l'arbre ou par l'intermédiaire de champignons, en ion oxalate. Cette production s'accompagne d'une accumulation concomitante de calcium, de manière à former un sel insoluble, l'oxalate de calcium. Intervenient alors des bactéries du sol qui transforment ensuite l'oxalate en  $\text{CO}_2$  pour finalement le convertir en calcaire par un processus appelé biominéralisation. »

Ainsi, un seul iroko accumule 5.7 kg de carbone pur par an sous forme de calcaire dans le sol. Et ce carbone n'est pas près de retourner à l'air libre,

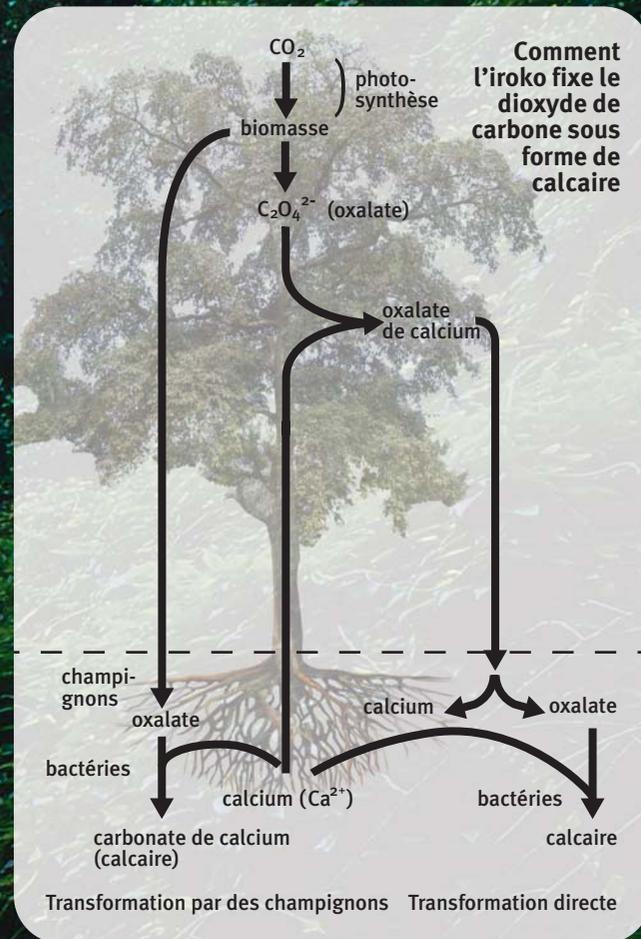
ainsi accumulé prend des formes variées: on trouve des blocs atteignant 1,5 mètre de côté ainsi que des micro- voire des nanocristaux.

La capacité de biominéralisation de l'arbre est impressionnante: un iroko âgé de 80 ans a réussi à produire une tonne de carbone minéral au cours de sa vie, comme l'attestent des prélèvements effectués dans la souche et à son voisinage. L'étude menée en Côte d'Ivoire a également montré qu'une seule espèce végétale dans un seul pays pouvait déjà absorber un centième du  $\text{CO}_2$  émis par les volcans de la Terre entière, confirmant son grand potentiel de fixateur à long terme du dioxyde de carbone.

#### Arbres et cactus prometteurs

Mais il y a mieux! Loin de se limiter à l'iroko, le phénomène est observable chez d'autres arbres tropicaux. Au cours d'une mission au Burkina Faso, Katia Ferro, autre doctorante FNS du professeur Verrecchia, s'est aperçue que l'iroko, pourtant abondant en Côte d'Ivoire voisine, avait été victime d'une vaste campagne de déforestation à la fin des années quatre-vingt. Qu'à cela ne tienne, la biominéralisation n'a pas disparu pour autant. Il suffit d'entendre les ouvriers des scieries se plaindre des problèmes rencontrés lors des découpes de lingué (*Azelia africana*): les lames s'abîment sur les cristaux de calcite incrustés dans le tronc.

Le kapokier (*Bombax costatum*), de la même famille que le baobab, est également un champion de la biominéralisation. Les géologues Katia Ferro et Anouk Zosso ont alors passé au peigne fin la zone racinaire des lingués, des kapokiers et des rares irokos rencontrés durant leur traversée du pays. Elles sont revenues avec de multiples échantillons à analyser: terre, calcite, mais aussi champignons qui jouent un rôle central dans le processus. Les travaux d'Eric P. Verrecchia ont été



récemment confirmés par des chercheurs de l'Université d'Arizona à Tempe (USA). Le phénomène de biominéralisation a été observé dans des déserts où poussent les cactus *Carnegiea gigantea*. Les chercheurs de Neuchâtel continuent, quant à eux, leurs investigations sur le continent sud-américain, où, dans le cadre du PRN «Survie des plantes», ils développent un projet en Bolivie, à la recherche d'espèces végétales amazoniennes présentant des propriétés similaires.

Ce projet s'intégrera à d'autres aspects du développement durable, comme l'optimisation de la culture et du séchage des fruits, et la plantation d'arbres servant à la fois de ceinture de protection pour la forêt et de source de bois. «Ces deux aspects sont liés par l'utilisation possible de la combustion des déchets de bois dans le processus de séchage. Un projet intégrant la biominéralisation du calcaire à une gestion durable de la forêt aurait donc une plus-value certaine, d'autant plus que l'accumulation de calcaire dans les sols améliore considérablement leur fertilité», conclut Michel Aragno. ■

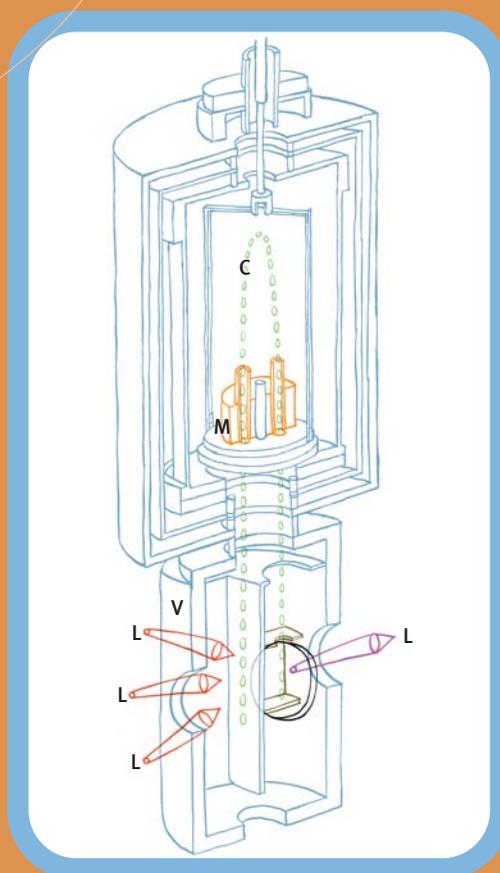
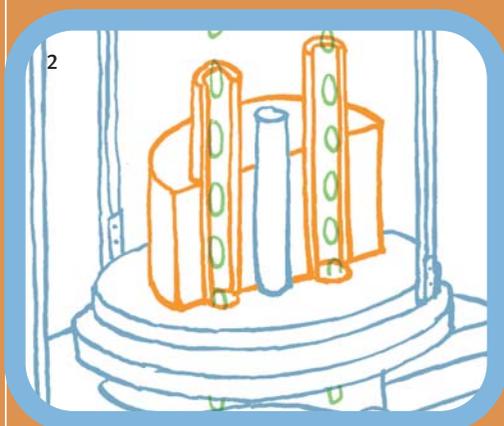
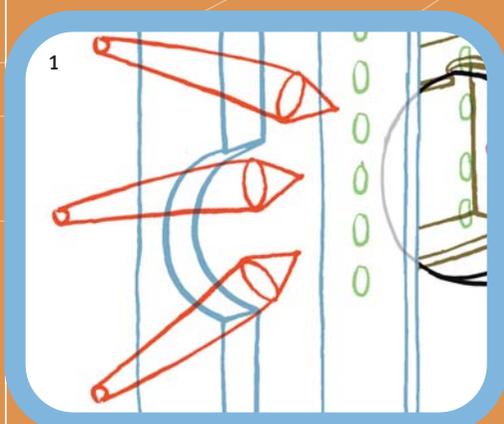
puisque'il y est stocké pour une durée potentielle pouvant atteindre un million d'années. «Un tel transfert du carbone vers le sol peut contribuer de manière significative à la baisse de la concentration du gaz carbonique de l'atmosphère. La plantation d'arbres possédant cette propriété serait donc une contribution à la lutte contre l'effet de serre», commentent les chercheurs.

#### La piste africaine

L'iroko pousse en Afrique tropicale. Les premières prospections ont été réalisées en 2001 et 2002 en Côte d'Ivoire et au Cameroun. Dans leurs thèses, Olivier Braissant et Guillaume Cailleau, alors doctorants chez le professeur Verrecchia, ont prouvé que le carbone stocké sous forme minérale dans le sol était bien d'origine atmosphérique, transitant par la plante, les champignons et les bactéries. Le carbonate de calcium

# Le principe de l'horloge atomique

Dans une horloge atomique, ce sont des atomes de césium qui battent la mesure. Ils passent d'un état d'énergie à l'autre, en absorbant ou en émettant un rayonnement électromagnétique doté d'une fréquence très stable qui est à la base de la définition de la seconde. Texte: Erika Meili, Illustrations: Andreas Gefe



**III. 1** Du césium  $^{133}$  à l'état gazeux est refroidi par laser dans une chambre sous vide, puis concentré en jet atomique continu. Les atomes de césium se retrouvent dans l'un des deux états énergétiques les plus bas. Lorsqu'un atome passe d'un état à l'autre, il absorbe ou émet de l'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique dans le domaine des micro-ondes (9 192 631 770 oscillations par seconde).

**III. 2** La transition d'un état à l'autre est induite par un rayonnement micro-onde. Plus la fréquence micro-onde est proche de la fréquence propre du césium, plus la probabilité de transition est grande.

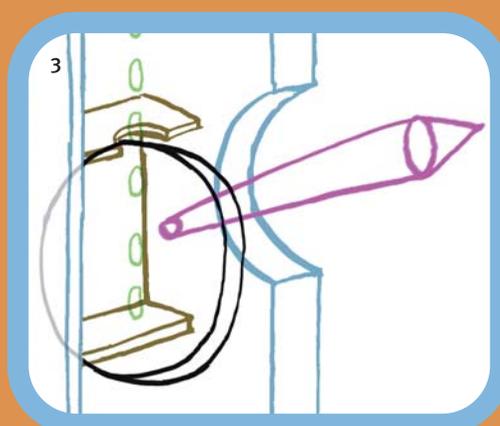
**III. 3** Après l'interaction avec la micro-onde, les atomes de césium sont triés d'après leur état et ceux qui ont absorbé de l'énergie sont comptés. Electroniquement, on règle la fréquence micro-onde de sorte que la probabilité de transition soit maximale. C'est ce qui arrive lorsque la fréquence micro-onde correspond à la fréquence – très stable – des atomes de césium. Et c'est cette fréquence micro-onde qui définit la durée d'une seconde.

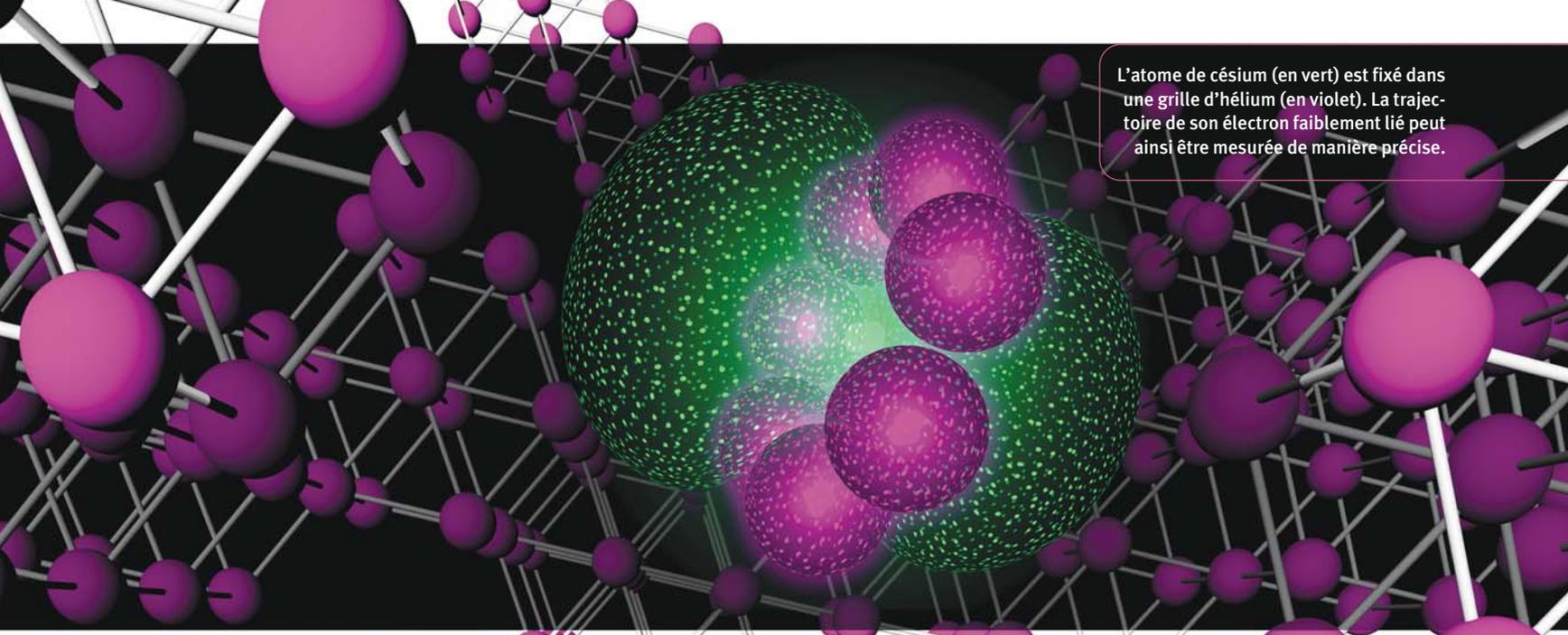
V Chambre sous vide  
C Rayon de césium  
M Chambre à micro-ondes  
L Laser

## Fontaine continue suisse

La fréquence micro-onde peut être réglée d'autant plus précisément sur la fréquence du césium que les atomes peuvent être observés longtemps. Pour cette raison, depuis quelques années, on ralentit les atomes de césium et on les refroidit à quelques millièmes de degré du zéro absolu avant de les utiliser. Dans toutes les installations, cela se fait de manière pulsée. Or si toutes les horloges atomiques du monde reposaient sur ce même principe, des erreurs pourraient se glisser sans qu'on le remarque. L'Office fédéral de métrologie a donc mandaté l'Observatoire de Neuchâtel pour mettre au point une horloge atomique à jet continu d'atomes froids de césium. La première version de cette horloge, baptisée FOCS1 (Fontaine continue suisse), est entrée en fonction au printemps 2003. Les chercheurs de l'Observatoire de Neuchâtel ont à présent réussi une autre percée, en produisant un jet d'atomes froids de césium 40 fois plus intense que celui de FOCS1. Ceci devrait rendre FOCS2 encore plus stable et permettre une évaluation plus aisée de son exactitude.

Au fait, les horloges atomiques n'ont rien à voir avec la radioactivité, les atomes de césium  $^{133}$  sont stables et ne se désintègrent pas.





L'atome de césium (en vert) est fixé dans une grille d'hélium (en violet). La trajectoire de son électron faiblement lié peut ainsi être mesurée de manière précise.

PAR PATRICK ROTH  
ILLUSTRATION MATHIAS BADER

# Des atomes refroidis pour améliorer la mesure du temps

Le césium est utilisé dans les horloges atomiques pour définir la seconde. Les travaux d'Antoine Weis et de son équipe ont permis de mieux comprendre cet élément afin de rendre ces horloges encore plus précises.

L'étude de substances communes sous des conditions peu communes est l'un des défis de la recherche fondamentale en physique. Une équipe du Département de physique de l'Université de Fribourg, dirigée par Antoine Weis, a réussi à forcer des atomes de césium et d'hélium à former une liaison qui n'existe pas dans la nature. Les chercheurs ont injecté du césium chauffé à l'aide d'un laser dans un bloc d'hélium solidifié. Les atomes de césium, excités par le bombardement laser, donnent naissance dans la camisole du cristal d'hélium à un nouveau composé appelé exciplexe.

L'hélium est un élément particulier du tableau périodique. Comme ses deux électrons gravitent de manière compacte autour du noyau, ce gaz rare ne se lie pratiquement pas à d'autres éléments chimiques et se solidifie seulement à une très basse température et sous forte pression. Le césium se comporte très différemment. Parmi tous les éléments, le césium a le plus grand diamètre avec un électron solitaire qui orbite loin du noyau. De ce fait,

le césium est très réactif et s'enflamme spontanément au contact de l'air.

La trajectoire de son électron faiblement lié se laisse facilement déformer par un champ électrique. Des expériences ont révélé, il y a 40 ans déjà, des bosses minuscules dans cette déformation qui ne pouvaient être expliquées de manière satisfaisante par la théorie. En « gelant » des atomes de césium dans un cristal d'hélium, les physiciens fribourgeois ont remesuré la taille de ces bosses et un modèle récemment développé à Fribourg a réconcilié théorie et expérience après quatre décennies de désaccord.

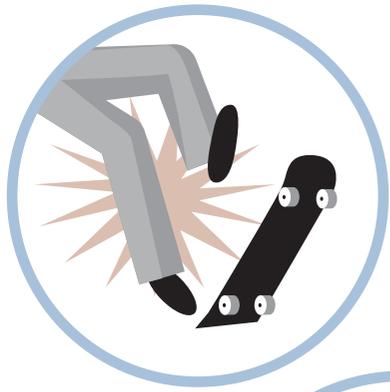
## Une rotation pour mesurer le temps

Dans l'atome de césium, le noyau et l'électron se comportent comme des petites toupies aimantées qui tournent l'une autour de l'autre. Cette rotation périodique est utilisée dans les horloges atomiques pour définir la seconde et donc pour mesurer le temps. Les valeurs mesurées sur les plus de 260 horloges atomiques installées dans une soixantaine d'instituts du monde

entier sont utilisées par le Bureau International des Poids et Mesures de Paris pour déterminer le « Temps atomique international » (TAI).

Une légère variation de la température d'une horloge atomique produit une déformation de l'atome de césium, engendrant des écarts de la fréquence d'oscillation et donc de la mesure du temps. Leurs corrections sont vitales pour assurer l'extrême précision des horloges atomiques actuelles. Grâce au modèle fribourgeois, ces corrections peuvent être calculées de manière très précise. Le TAI devra ainsi être corrigé, même si ce n'est qu'à la 15<sup>e</sup> décimale.

L'amélioration de la mesure du temps au niveau de la millionième partie du milliardième de seconde n'est pas un exercice purement académique, mais offre des applications intéressantes dans les domaines de la métrologie, de la navigation et de la transmission de données. L'exactitude des systèmes de positionnement par satellite (GPS, Galileo) dépend, par exemple, directement de la précision des horloges atomiques. ■



# Cette peur de tomber qui fait chuter nos aînés

La seule crainte de tomber diminue de manière significative les performances des personnes âgées en cours de réadaptation, révèle une étude lausannoise.



PAR ANTON VOS

ILLUSTRATIONS ILANA AHARON

La crainte de la chute, même si celle-ci ne s'est encore jamais concrétisée, est un indicateur indépendant qui permet de prédire les résultats d'un traitement visant à remettre sur pied un patient âgé. C'est en tout cas le résultat auquel est arrivée récemment une étude multidisciplinaire menée par le docteur Christophe Büla, du Service de gériatrie et de réadaptation gériatrique du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV), en collaboration avec la psychologue Chantal Piot-Ziegler, de l'Université de Lausanne, et Kamiar Aminian, chercheur au Laboratoire de mesure et d'analyse du mouvement à l'EPFL.

«Quelques études épidémiologiques ont montré avant nous que les personnes craignant de chuter modifient, consciemment ou non, leur comportement de manière à diminuer leur mobilité ou certaines activités physiques, précise Christophe Büla.

On imagine alors que les patients entrent dans un cercle vicieux. En bougeant moins, ils subissent un déconditionnement musculaire qui fragilise leur équilibre et augmente les risques de chute et/ou de perte d'indépendance (entrée en institution). Pour approfondir notre compréhension du lien entre la peur de tomber et les performances mesurables, nous avons réalisé une étude prospective et suivi durant huit semaines 149 patients de plus de 65 ans.» Les chercheurs ont évalué les performances physiques des patients –

divisés en deux groupes, ceux craignant de tomber et les autres –, mais aussi leur capacité à accomplir des tâches domestiques quotidiennes comme se lever, se laver, s'habiller, etc. Les tests de mobilité ont montré une différence nette entre les personnes craignant la chute et les autres, les premières ayant des performances nettement inférieures aux secondes en fin de réadaptation. Ces résultats suggèrent que, indépendamment de la performance du patient au moment de son admission, la peur de la chute influence ses progrès et prétérite les résultats de la réadaptation.

«Pour éviter que les individus craintifs ne (re)chutent pour de bon, notre étude renforce l'idée qu'il faut tenir compte de cette peur lors de la prise en charge des personnes âgées, souligne Christophe Büla. Il ne faut pas seulement se concentrer sur la réadaptation physique, mais aussi psychologique.»

## Un problème sérieux

Le problème de la chute est sérieux. En Suisse, une personne sur trois âgée de plus de 65 ans et vivant à domicile est victime d'une chute chaque année. Au-delà de 80 ans, cette proportion se monte à 50%. Les conséquences sont loin d'être négligeables puisque cela se traduit par une dizaine de milliers de fractures de la hanche par année, même si seulement entre 1 et 2% des chutes mènent à cette extrémité (la majorité ne provoque que des lésions mineures). Le coût annuel engendré par ces accidents s'élève à 760 millions de francs (en 2000). Il pourrait bien atteindre le milliard de francs par an en 2020, si l'on se réfère aux estimations sur le vieillissement démographique. Du point de vue individuel, la victime développe une peur de rechuter et restreint volontairement son activité physique. Le risque de placement en institution est alors multiplié par trois ou quatre pour cette raison, mais aussi à cause de l'inquiétude suscitée chez l'entourage de la personne âgée. ■



Différents exemplaires de lichens parmi les près de 15 000 espèces connues dans le monde.

Photos Robert Maier/Sutter, Einar Tindal/nhm.uio.no (3)



1



4



2



3

# Le discret art de vivre des lichens

Il y a en Suisse quelque 1600 espèces de lichens et près de 15 000 dans le monde. Mais les lichens, résultant d'une symbiose entre champignons et algues, recèlent encore beaucoup de mystères. Rosmarie Honegger et son équipe en ont élucidé quelques-uns.

PAR RUTH JAHN

Un bouquet de branches d'hamamélis trône sur la table de Rosmarie Honegger. Elles ont été cueillies au jardin botanique, juste à côté de l'Institut de biologie des plantes de l'Université de Zurich où elle travaille. Les petites fleurs jaunes resplendent mais ce qui intéresse la chercheuse, ce sont six espèces de lichens gris vert à peine perceptibles qui colonisent les branches.

Cette experte en lichens est habituée à l'ignorance du public: «Les profanes ne remarquent pas les lichens, mais seulement les fleurs et les champignons, relève-t-elle. Même des personnes sensibles à l'environnement éliminent les lichens des murs de leur terrasse avec un jet à pression.» Il est en outre révélateur que presque aucun lichen ne porte un nom spécifique, hormis peut-être le lichen fruticuleux, le lichen d'Islande ou l'usnée barbue qui est notamment pendue aux sapins dans les forêts de montagne. Même le systématiste Carl von Linné éprouvait peu de sympathie pour les lichens. Il les taxait de «peuple campagnard le plus misérable de la végétation».

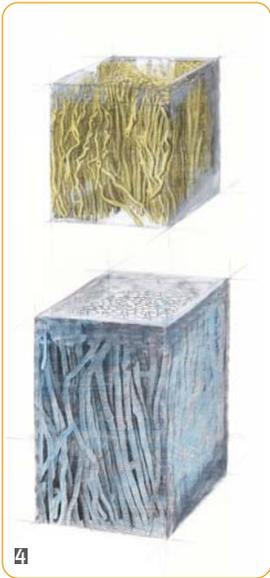
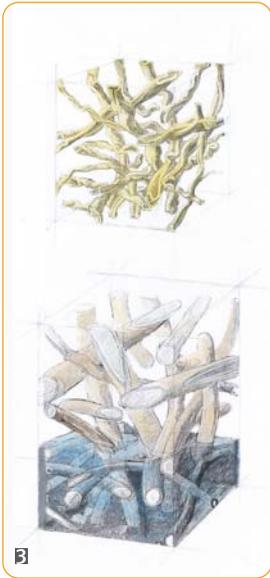
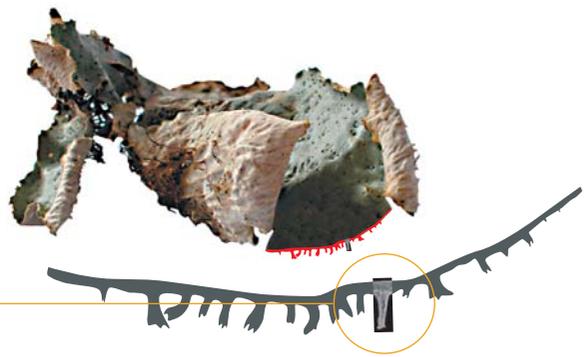
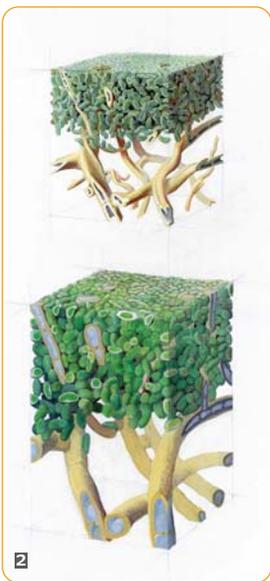
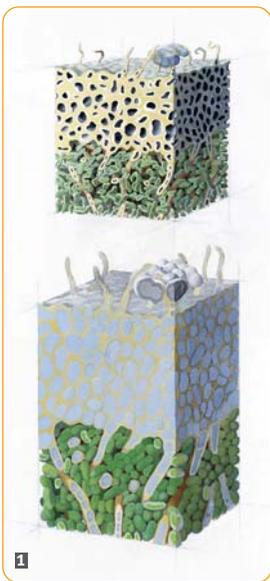
Il y a près de 1600 espèces de lichens en Suisse et 152 ont été répertoriées par Rosmarie Honegger et un de ses collègues

au jardin botanique de l'Université de Zurich. Environ 15 000 sont recensées dans le monde.

Les lichens sont des champignons et forment leur propre règne à côté des animaux, des plantes et des bactéries. Il n'y a pas de honte à l'ignorer car «même les spécialistes de lichens, les lichenologues, parlent souvent de manière erronée de plantes», note la chercheuse.

Environ un cinquième de l'ensemble des champignons peuvent entrer dans une symbiose pour former des lichens. Alors que certains groupes de champignons sont connus en tant que maladie végétale ou comme mycorhizes (champignons des racines), les champignons de lichens s'unissent à des algues vertes ou des cyanobactéries. La symbiose profite aux deux partenaires. Les champignons en retirent de la substance nutritive fournie par les algues ou les cyanobactéries par photosynthèse. Les algues et bactéries, appelées photobiontes, profitent pour leur part d'une niche écologique très particulière. Elles sont exposées de façon optimale dans les corps des lichens et les conditions sont favorables à l'échange gazeux.

Les lichens sont des organismes caractérisés par leur nutrition mais aussi



En cas de déficit hydrique, les lichens ne flétrissent pas, ils rétrécissent. Coupe sous le microscope électronique du lichen *Peltigera aphtosa* (en haut à droite). Les dessins des encadrés 1 à 4 montrent l'état desséché (en haut) et hydraté (en bas) d'un échantillon.

Illustrations Ingrid Berney

par les terrains où ils se développent. Tels des pionniers, ils colonisent une roche nue, vivent sur des troncs d'arbre ainsi que sur la terre, le béton, des clôtures, des pierres tombales, des toits d'Eternit, de la mousse ou utilisent même d'autres lichens comme substrat. Leur forme est variée : en croûte, évanescente, en lobe, ramifiée ou même gélatineuse. Le spectre des couleurs est aussi impressionnant : blanc tirant sur le jaune, orange vif, rouge, rose, brun, vert olive, vert bleu, gris tirant sur le noir.

Les lichens sont dominants dans près d'un dixième des écosystèmes terrestres : l'Arctique, l'Antarctique, les régions de montagne ainsi que les déserts. « Ils vivent

presque sans concurrence dans les endroits où les plantes atteignent leurs limites physiologiques », souligne la scientifique. La survie dans des contrées si inhospitalières est surtout possible grâce à leur capacité hydrique : les champignons des lichens engrangent l'eau passivement et il n'y a pas de protection contre l'évaporation. Les thalles des lichens peuvent ainsi absorber l'humidité comme une éponge et quand l'eau manque, les lichens entrent dans une sorte de léthargie au cours de laquelle le métabolisme du champignon et du photobionte se met en pause durant plusieurs années dans les cas extrêmes. « Dans des conditions de très forte dessiccation, les champignons des lichens et leurs photobiontes peuvent résister à des températures extrêmes », explique la chercheuse. Après une réhydratation, les deux partenaires retrouvent leurs capacités métaboliques en quelques minutes. Cette résistance est très utile car « récoltés frais puis séchés, il est possible de conserver les lichens plus de dix ans dans un congélateur. Ils restent viables. »

En cas de déficit hydrique, les lichens ne flétrissent pas, ils rétrécissent : « Le thalle devient tout sec », précise encore Rosmarie Honegger qui utilise des méthodes à basse température au lieu du traditionnel microscope ionique à balayage pour mesurer les données hydriques des lichens. Les champignons et les algues peuvent ainsi être étudiés dans des conditions d'hydratation ou de dessiccation totale. Son équipe a notamment pu démontrer clairement qu'en situation de stress lié à la sécheresse, les cellules de champignon implosent avec formation d'une bulle. Les lichens surmontent ce traumatisme sans préjudice. Actuellement, la chercheuse et ses collaborateurs s'intéressent avant tout à la sexualité des lichens. Ceux-ci ne se développent pas uniquement par multiplication

végétative au cours de laquelle un fragment de champignons et d'algues se détache d'une souche de lichens pour en former une nouvelle. Les champignons formant les lichens pratiquent également la reproduction sexuée, mais malheureusement pas en laboratoire. Certains lichens ne se reproduisent que rarement et de manière irrégulière. Rosmarie Honegger a ainsi cherché en vain durant de longs mois des corps féconds du très courant *Pseudevernia furfuracea*, le lichen fruticuleux. Elle en a finalement trouvé par hasard sur une pile de harasses dans un garden center zurichois. Ce matériel provenait de Savoie.

Les chercheurs étudient la sexualité des lichens au moyen des empreintes génétiques comme pour un test de paternité. Ils séparent les spores manuellement et les cultivent. Il y a souvent des différences d'apparence entre « frères et sœurs » et s'ils ont une empreinte génétique différente, il s'agit d'une fécondation croisée. Si toutes les petites spores sont pareilles, il s'agit d'une autofécondation. Les échantillons de croisements ont permis de découvrir de nombreux lichens et de caractériser les gènes responsables de la reproduction sexuelle par fécondation croisée ou par autofécondation.

Les travaux de la lichenologue ont permis d'en savoir plus sur la mystérieuse sexualité des lichens. Une question reste toutefois encore sans réponse : pourquoi les champignons formant les lichens ont-ils presque totalement abandonné la reproduction sexuée au cours de l'évolution ? « Des lichens devenus rares n'ont probablement pas trouvé de partenaire adéquat à cause de l'aire de répartition trop fragmentée », avance Rosmarie Honegger qui propose de favoriser la recherche de partenaires grâce à des expériences de transplantation. Le fait qu'une espèce très fréquente de lichen comme le fruticuleux ne se reproduise presque jamais reste toutefois une énigme. ■



PAR MARTIN ARNOLD  
ILLUSTRATION HERMANN SCHMUTZ

# Droit contre justice

Juges et avocats doivent parfois prendre des décisions allant à l'encontre de leur intime conviction. Mais de tels dilemmes affectent leur moral, comme le montre une étude du Centre de compétence de psychologie légale de l'Université de Saint-Gall.

**G**iuseppe Dell'Olivo, avocat à Baden, se proposait d'aider les plus faibles à obtenir justice. Mais sa formation ne lui avait pas suffisamment montré une chose: il arrive qu'un client ne soit pas ou que partiellement dans son bon droit et que l'on doive malgré tout le défendre. Un doute concernant l'innocence de leur mandant peut créer un dilemme chez certains avocats. La situation est identique pour les juges. Ainsi, lorsque le concubinage était encore interdit dans certains cantons dans les années 1970, un juge devait parfois condamner un couple qui, après avoir divorcé, se réconciliait et revivait ensemble.

## Sept situations de dilemme

La psychologue Revital Ludewig-Kedmi a étudié les dilemmes moraux auxquels sont soumis juges et avocats en se basant sur 80 entretiens et 1500 questionnaires. Il y a dilemme lorsque deux valeurs différentes, la loi et la vision du monde d'un avocat ou d'un juge, s'opposent. La chercheuse du Centre de compétence de psychologie légale de l'Université de Saint-Gall a établi quatre situations de dilemme chez les juges et trois chez les avocats. La première

forme de dilemme chez les juges est celle qui est décrite plus haut, lorsque la représentation personnelle des valeurs diffère de celle de la loi. Ils sont 86 pour cent à en avoir fait l'expérience, alors que 82 pour cent ont connu la deuxième forme: bien que deux parties aient dans le fond raison, le tribunal doit trancher en faveur de l'une des deux, comme c'est souvent le cas pour le droit de garde des enfants lors d'un divorce.

## Refoulement de réfugiés

Le troisième dilemme, représenté par les conflits entre droit et justice, a déjà été vécu par 94 pour cent des juges: un juge croit par exemple à la version de l'une des deux parties mais doit édicter une sentence en faveur de l'autre partie car les preuves font défaut à la première. Le quatrième dilemme est lié à la condamnation et 53 pour cent des juges y ont été confrontés au moins une fois: il concerne avant tout les délits de drogue ou les décisions de refoulement de réfugiés.

Les avocats se retrouvent avant tout dans un dilemme lorsque le client a une échelle de valeurs totalement différente de la leur, lorsque, dans la constellation «mon client versus la partie adverse»,

ils voient que la partie adverse est en fait dans son droit ou quand ils se trouvent dans le champ de tension «client versus obligation de respecter la loi».

Les analyses de Revital Ludewig-Kedmi montrent en outre que neuf juges ou avocats sur dix n'arrivent pas à décrocher de leur univers professionnel, ce qui engendre des troubles du sommeil chez 60 pour cent d'entre eux et des tendances dépressives chez 13 pour cent.

Les juristes, comme tous les êtres humains, cherchent d'abord à refouler les problèmes, jusqu'à ce que certains d'entre eux craquent. La psychologue estime que cela pourrait être évité, en augmentant les arrangements et les médiations par exemple dans le cas des juges ou en leur permettant d'exprimer de manière explicite leur opinion à l'énoncé du jugement: «Je crois que la partie A a raison mais par manque de preuves, je dois me prononcer en faveur de la partie B.» L'Université de Saint-Gall propose des cours de formation continue avec des exposés et des ateliers sur le dilemme moral et les stratégies pour les surmonter. ■

\*Bernhard Ehrenzeller und Revital Ludewig-Kedmi (Hg.) *Moraldilemmata von Richtern und Rechtsanwältinnen*, Dike Verlag, Zurich, 2006. CHF 67.— (non traduit en français)

# « La recherche actuelle sert la génération suivante »



PAR ERIKA MEILI

PHOTOS NELLY RODRIGUEZ/STRATES

Neuropsychologue au CHUV, Stephanie Clark a dirigé le groupe de travail ayant élaboré la prise de position du FNS.

**Le projet de loi relative à la recherche sur l'être humain protège bien les personnes concernées, mais n'accorde pas assez d'importance aux bienfaits de la recherche biomédicale, estime Stephanie Clarke, membre du Conseil de la recherche du FNS. Au détriment des générations futures.**

**Pourquoi avons-nous besoin d'une loi relative à la recherche sur l'être humain ?**

**Stephanie Clarke:** Pour deux raisons. D'abord parce qu'il est très important que la recherche biomédicale sur l'être humain soit réglementée au niveau fédéral. La protection des personnes concernées doit être garantie par la loi. Actuellement, il n'y a que des prescriptions incomplètes, et souvent en grande partie uniquement cantonales, d'où des différences entre cantons. Ensuite parce qu'il est important, si l'on

veut remporter l'adhésion de l'opinion publique à la recherche sur l'être humain, de réglementer de manière claire et transparente ce qui peut être fait et quelles sont les limites.

**Ce projet de loi entend concilier la protection des sujets qui participent aux études et la liberté de la recherche. Y est-il parvenu ?**

La protection des personnes concernées y est bien réglementée. C'est essentiel. Mais d'un autre côté, il aurait fallu souligner plus

fortement que la recherche et le progrès médical servent les intérêts de la société et que nous avons de ce fait tous le devoir d'y participer. Les mesures diagnostiques, thérapeutiques et préventives actuelles reposent en effet sur la recherche.

La recherche actuelle ne nous est peut-être pas directement utile, mais elle sert la génération suivante et cette solidarité est l'un des fondements de notre société. C'est un élément qu'il faudrait rappeler.

**Le projet de loi donne-t-il donc l'impression que la recherche est un but en soi ?**

Ce n'est pas dit explicitement. En lisant le texte, on peut toutefois avoir cette impression. Le fait que la recherche sert le bien des patients n'est pas suffisamment mis en évidence. Le principe qui devrait prévaloir est le suivant : ceux qui tirent un bénéfice



« Il y a vingt ou trente ans, les personnes prêtes à autoriser une autopsie étaient beaucoup plus nombreuses. »



« Le fait que la recherche sert le bien des patients n'est pas suffisamment mis en évidence. »

de la recherche devraient aussi être prêts à lui donner quelque chose.

**Quelles sont les conséquences concrètes du fait de ne pas attacher suffisamment d'importance au bénéfice ?**

Le danger existe que les participants aux études soient uniquement considérés comme des victimes, alors qu'ils rendent un grand service à la collectivité. Il y a vingt ou trente ans, les personnes prêtes à autoriser une autopsie ou à faire don de leur

corps à la science pour l'enseignement et la recherche étaient beaucoup plus nombreuses, constatent avec regret les pathologistes. Le risque que l'individu prenne toujours plus d'importance par rapport à la collectivité, au détriment de la santé de la génération à venir, est réel.

**La recherche est-elle fortement entravée par le projet de loi ?**

Non. Mais certains points sont impossibles à appliquer. On exige ainsi des biobanques\* qu'elles obtiennent le renouvellement du consentement du donneur pour chaque projet de recherche, sauf si ce dernier a

donné dès le début son consentement général. Cette obligation pourrait entraver de très bons projets. Le FNS et l'Académie suisse des sciences médicales proposent qu'un patient qui fait, par exemple, don à une biobanque d'une tumeur qui lui a été retirée donne son consentement à tous les examens qui seront autorisés par la suite par une commission d'éthique. La même règle devrait prévaloir pour les tissus retirés lors d'une autopsie. On ne peut pas décemment confronter les proches dans cette situation pénible avec une liste de projets. Ou leur demander des années plus tard s'ils donnent leur consentement pour une nouvelle étude.

**Le FNS demande une révision fondamentale du projet de loi**

Le FNS salue l'effort fait par la Confédération en vue de réglementer la recherche sur l'être humain. Il relève toutefois des lacunes importantes dans le projet de loi, lequel n'atteint ses objectifs que dans le domaine de la protection des patients. Le besoin social de progrès médical ainsi que la liberté de recherche ne sont en revanche pas suffisamment pris en compte. La formulation « Recherche dans le domaine de la santé » est trop vague. La loi

devrait se limiter aux domaines de recherche dans lesquels la santé des personnes impliquées pourrait être mise en cause. Le projet de loi donne en outre trop de directives aux commissions d'éthique. Le fait d'inscrire dans la loi la distinction entre utilité directe et indirecte est également problématique. Le FNS demande donc que le projet de loi soit fondamentalement remanié. Sa prise de position est disponible sous: [www.snf.ch/fr/com/prr/prr.asp](http://www.snf.ch/fr/com/prr/prr.asp)

**Le projet de loi autorise la recherche sur des personnes incapables de discernement. Ce qui provoque de grosses résistances. Pourquoi une telle recherche est-elle nécessaire ?**  
Par personnes incapables de discernement, on entend les enfants, les patients dans le coma et les personnes atteintes de démence. Les exclure de la recherche, ce serait aussi les tenir à l'écart des nouvelles connaissances scientifiques – et donc de nouvelles mesures diagnostiques, théra-

« La pesée entre bénéfiques et risques devrait revenir aux commissions d'éthique. »



« Dans la pratique, la zone de transition entre bénéfice direct et indirect est floue. »

peutiques et préventives. Les problèmes spécifiques de ces groupes de patients ne peuvent pas être étudiés sur d'autres groupes. Il est important que ces personnes soient particulièrement bien protégées, et c'est ce que la loi prévoit.

**La loi distingue entre bénéfice direct et indirect de la recherche. Qu'en pensez-vous ?**

L'idée est que le risque peut être plus élevé quand le patient peut bénéficier lui-même du projet de recherche. Dans la pratique, toutefois, la zone de transition entre bénéfice direct et indirect est floue.

Dans tous les cas, le bénéfice direct, même s'il est supposé, est toujours incertain. Si on savait qu'un traitement fonctionne, on n'aurait en effet plus besoin de l'étudier. La pesée entre bénéfiques et risques devrait revenir aux commissions d'éthique.

**Un rôle important est donné aux commissions d'éthique. Elles doivent aussi vérifier elles-mêmes si leurs conditions sont respectées.**

Les commissions d'éthique jouent un rôle très important. Il est donc fondamental que

leur fonction soit bien décrite, bien ancrée dans le texte de loi, et qu'elles assument leur fonction principale: examiner des projets de recherche et en faire l'expertise d'un point de vue éthique.

Les conditions, en revanche, devraient être contrôlées par un autre organe. Parce qu'une répartition des tâches est préférable et aussi pour éviter que ces commissions soient obligées de mettre sur pied toute une administration.

**Deux modèles sont en discussion: des commissions d'éthique cantonales ou une seule commission d'éthique nationale. Quelle est la variante la plus adéquate pour la recherche ?**

Les deux cas de figure présentent des avantages et des inconvénients. La décision sera donc probablement politique.

La composition des commissions d'éthique, en revanche, est importante. Pour bien peser les intérêts entre les bénéfiques et les risques d'un essai, il faut qu'en plus des éthiciens, des profanes et des professionnels de la santé, des chercheurs actifs en fassent aussi partie. Cela devrait être ancré dans la loi. Or le projet n'évoque

que les professionnels de la santé. D'un autre côté, la loi prescrit des choses sur lesquelles une commission d'éthique serait plus à même de trancher. Par exemple la question de savoir si un accord écrit ou oral du patient suffit. Il y a des projets où l'obtention d'un consentement écrit n'est pas possible, mais où un consentement oral avec confirmation d'un tiers représenterait une possibilité.

**D'un autre côté, cela déchargerait les commissions si les aspects éthiques approuvés par une majorité de l'opinion publique étaient entérinés par la loi.**

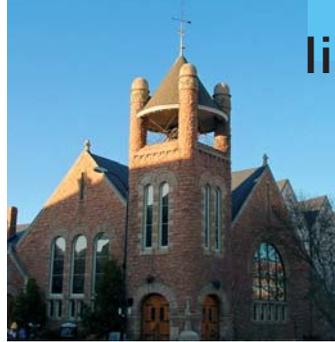
N'oubliez pas que cette loi n'entrera en vigueur que dans quelques années et que sa validité sera de dix ou vingt ans. Or il est impossible de prévoir la façon dont la recherche va se développer, ni la manière dont les aspects éthiques vont être évalués par la société. Les commissions d'éthique pourraient inclure dans leurs décisions l'évolution scientifique et sociale. Par ailleurs, d'autres comités, comme les académies, rédigent des directives que l'on peut adapter plus rapidement qu'une législation.

**Outre une régulation excessive, on reproche au projet de loi de contenir des formulations évasives.**

Le projet évoque, par exemple, la protection des caractéristiques des embryons et des fœtus. D'abord, cette formulation n'est pas claire. Quelles caractéristiques? Ensuite, le développement ultérieur des embryons et des fœtus devrait faire l'objet d'une protection explicite. C'est un point très important.

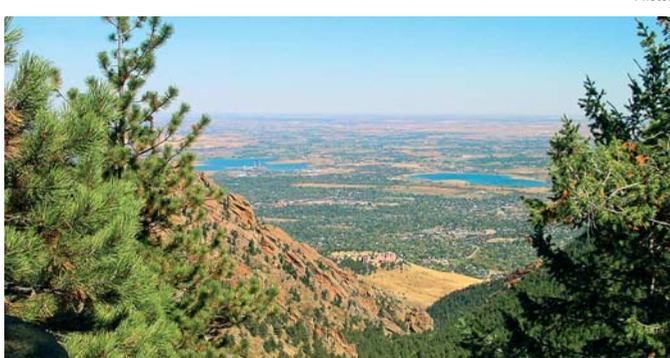
Autre lacune, la recherche sur le placenta n'est pas évoquée, alors qu'il s'agit d'un tissu très précieux pour la recherche génétique. Cela doit être thématiqué, sans quoi la recherche se fera dans un vide juridique. ■

\*Les biobanques sont des banques de données et d'échantillons privées ou publiques dans lesquelles sont conservées des substances du corps humain (sang, urine, ADN, tissus, cellules, etc.). Des données personnelles du donneur (par ex. des facteurs de risque pour certaines maladies) et des informations sur la thérapie et le déroulement de la maladie peuvent aussi y être enregistrées.



Remo Nessler (en bas à gauche) effectue des recherches au sein de la prestigieuse «National Oceanic and Atmospheric Administration» (NOAA) à Boulder dans le Colorado.

Photos: Remo Nessler



# Recherche sur le climat aux USA

Chercheur spécialiste de l'atmosphère, le Suisse Remo Nessler tente de mettre au point un appareil pour mesurer les aérosols.

**J**e suis impressionné par les extrêmes que l'on trouve aux Etats-Unis: villes extrêmement grandes, paysages extrêmement beaux et intacts, mais aussi parfois extrême pauvreté. Je suis arrivé à la «National Oceanic and Atmospheric Administration» (NOAA) de Boulder dans le Colorado l'automne dernier dans le cadre du programme postdoc du FNS.

Je fais des recherches sur les aérosols, ces petites particules liquides ou solides qui jouent un rôle important dans la pollution et ont un impact sur le climat. On ne connaît toutefois pas encore tous les effets des aérosols et ce qui m'intéresse en particulier est l'interaction des aérosols avec la lumière solaire. Selon qu'ils répandent ou absorbent la lumière, ils contribuent à réchauffer ou refroidir le climat. Je travaille notamment à la mise au point d'un appareil destiné à mesurer la quantité de lumière absorbée par les aérosols et je passe beaucoup de temps en laboratoire.

Boulder est une petite ville au pied des Rocheuses, à la même latitude que Naples plus ou moins. Son climat est très sec et chaud durant l'été, alors que les températures atteignent parfois moins 20 degrés la journée en hiver. Je séjourne ici avec mon épouse et nous profitons de nos loisirs pour découvrir le pays: excursions et ski dans les Rocheuses, balades dans les parcs nationaux. Nous avons aussi constaté que la ville de Denver, située à 40 minutes en voiture, avait une mentalité un peu

plus «cowboy» que l'intellectuelle Boulder. Ma jeunesse a été marquée par des discussions virulentes sur la pollution et la prétendue mort des forêts. A l'instar de Faust, j'ai toujours désiré connaître la nature profonde de notre univers. Après avoir passé ma maturité latin-grec, j'ai étudié la physique à l'EPFZ, plus particulièrement la physique de l'atmosphère. L'enveloppe si sensible de notre planète me fascine.

Des données des stations de mesure réparties dans le monde entier affluent à la «Global Monitoring Division», mon département de la NOAA. Plus d'une centaine de scientifiques de diverses disciplines y travaillent: des chimistes, des physiciens mais aussi des géographes et des ingénieurs. La majorité de mes collègues sont américains et beaucoup sont des anti-Bush déclarés. Ils désapprouvent notamment la manière dont les résultats de recherches critiques envers l'économie pétrolière ne sont pas pris en compte. Par ailleurs des coupes budgétaires dans la recherche menacent les emplois de nombreux chercheurs.

Je ne pourrai pas prolonger mon séjour et je rentrerai en Europe durant l'été. D'ici là, j'espère achever les tests sur mon appareil. A mon retour, je terminerai l'évaluation des données et j'enseignerai la physique et les mathématiques dans un lycée. Mais notre enfant naîtra encore aux Etats-Unis!

Je trouve que nous devrions agir de manière à ce que nos lointains descendants aient encore une chance de survivre. La plupart des chercheurs sérieux sont unanimes pour dire que l'être humain provoque les changements climatiques. Quelques doutes justifient-ils qu'on ne fasse rien? ■

Propos recueillis par Susanne Birrer

FACE AU DILEMME  
ENTRE DROIT ET JUSTICE:  
JOUER AVEC DES LOIS  
ÉLASTIQUES!



Magi Wechsler

# Vexations narcissiques

**Bertrand Kiefer** est rédacteur en chef de la *Revue médicale suisse*. Il a une formation de médecin et de théologien.

Les chercheurs dérangent. Par leurs découvertes, ils troublent l'humanité dans le surgissement de son mythe. Et rien n'indique que ce processus de désillusion-vexation par la science ait une fin.

**Q**ue les chercheurs dérangent : aucun doute là-dessus. Et ils ne dérangent pas que la surface de l'époque. Ils troublent l'humanité dans le surgissement de son mythe. Vieille affaire, en réalité. Vous connaissez le célèbre processus de vexations narcissiques en trois temps décrit par Freud : Copernic a donné le premier coup à notre ego collectif en apportant la preuve que la Terre n'est pas le centre du monde. Darwin a continué en montrant que l'homme descend de l'animal. Et enfin lui, Freud, avec la psychanalyse, a montré que le moi conscient n'est pas maître chez soi.

Cette courte liste de vexations établie à l'époque freudienne est évidemment dépassée. D'autres vexations sont apparues, bien plus profondes. L'éthologie humaine a montré que le comportement humain n'est que très peu spécifique de l'espèce, la philosophie des sciences a dévoilé la contingence de toute théorie du savoir, les ordinateurs nous singent et commencent même, çà et là, à faire mieux que nous. Sans compter que leur monde virtuel s'émancipe chaque jour davantage du nôtre. Quant aux biotechnologies, elles s'en prennent au plus intime de nous-mêmes. Liberté, conscience, mémoire, émotion, soi, volonté, autonomie, sentiment, raison, croyance... toutes ces notions apparaissent cernées par l'analyse moléculaire, la causalité biochimique, l'imagerie computerisée. Et rien n'indique que cet étrange processus de désillusion-vexation par la science ait une fin.

Est-ce dramatique pour le chercheur ? Mais non, au contraire. En réalité, comme le rappelle le philosophe allemand Peter Sloterdijk, l'un des meilleurs moyens de sortir vainqueur du dégrisement découlant de la découverte que nous ne sommes que ce que nous sommes, c'est d'être soi-même le vecteur



Martine Gaillard

de la vexation. Ou, selon l'expression de Sloterdijk, d'« inoculer le rétrovirus du savoir dans les systèmes immunitaires narcissiques d'une humanité encore à l'abri de ses illusions ».

Le producteur de la vexation peut en effet compenser le désavantage narcissique qu'il rend public par le gain de narcissisme que lui assure sa divulgation. Voilà une des raisons pour lesquelles le métier de chercheur fascine tant. Démonter le sacré est probablement aussi gratifiant que le construire.

Mais c'est une activité délicate, malgré tout. Et peut-être est-ce une des raisons qui ont poussé de nombreuses hautes écoles suisses à rendre obligatoire un enseignement en sciences humaines (histoire, philosophie, éthique, anthropologie, économie, art) pour tout cursus de science naturelle. Impressionnante mode : bien peu d'universités ou de facultés y résistent encore.

Officiellement, le but est d'ouvrir l'esprit des futurs scientifiques, de modifier leur point de vue. Mais en réalité, il s'agit surtout de les préparer à leur tâche sacrificielle (donc semi-religieuse). De leur apprendre à ne pas être trop brusques avec les mythes. Défaire la tente d'illusions qui protège l'humanité, c'est bien. Mais on doit d'abord se demander si la passion pour la recherche n'est pas elle-même une partie de cette tente, construite avec un autre matériau. Et ensuite se rappeler que l'humanité a été passablement vexée, ces temps. Qu'il faut faire attention avec le morceau de tente qui reste. Et que la nostalgie narcissique peut être très violente.

Pourquoi l'humanité a-t-elle tant besoin de narcissisme ? La question est probablement la face théologique de celle-ci : pourquoi cherche-t-elle sans arrêt la vérité, au prix de vexations narcissiques ? ■

**\* Lubie de la nature**

**Comment la maladie des os de verre se transmet-elle ?**

Cette maladie héréditaire est due à une mutation du gène du collagène qui fixe les tissus du corps ensemble et confère aux os leur maintien et leur fermeté. Elle se transmet selon deux modes : la transmission



Sipal/Dukas

dominante et la transmission récessive. Dans le premier cas, un des deux parents au moins est également malade. Dans le deuxième, les deux parents ne sont pas atteints, mais sont porteurs du gène muté. Comme nous avons tous deux copies de chaque gène, l'activité du gène sain leur permet de ne pas être malades. L'individu touché ayant reçu une copie mutée de ses deux parents, il développe la maladie parce que, dans son génome, il n'a pas de copie saine de ce gène.

Questions et réponses sont tirées du site du FNS [www.gene-abc.ch](http://www.gene-abc.ch) qui informe de manière divertissante sur la génétique et la technologie génétique.

**Vos questions sont aussi les bienvenues :**

« Horizons », Fonds national suisse  
Wildhainweg 3, Case postale 8232,  
3001 Berne, fax : 031 308 22 65,  
E-mail : [pri@snf.ch](mailto:pri@snf.ch)



verdan.ch

**« Du baiser au bébé »**

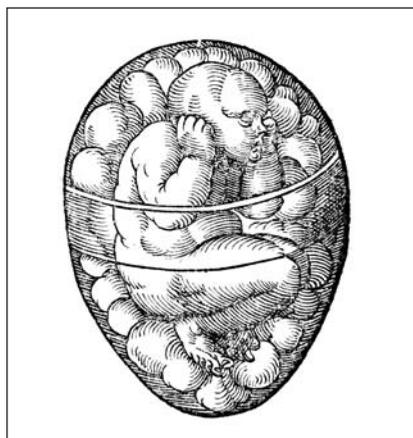
Jusqu'au 7 janvier 2007, la Fondation Verdan – le Musée de la main propose « Du baiser au bébé » et vous invite à suivre les étapes essentielles de la conception des êtres humains. Des jeux de la séduction à la mise au monde, elle offre des éclairages scientifiques, historiques, ethnographiques et artistiques. Les nouvelles formes de procréation et de parentalité sont au centre de cette exposition.

Afin d'approfondir ces thématiques, la Fondation Claude Verdan – le Musée de la



main a concocté un riche programme de rencontres, de projections, d'ateliers et de conférences. Une part importante de ces activités est destinée aux enfants et aux écoles. **red**

**Fondation Claude Verdan**  
Rue du Bugnon 21, 1005 Lausanne  
Tél. 021 314 49 55, Fax 021 314 49 63  
[mmain@hosvpd.ch](mailto:mmain@hosvpd.ch), [www.verdan.ch](http://www.verdan.ch)  
Horaire : ma – ve de 12h à 18h,  
sa – di de 11h à 18h



**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](mailto: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](mailto:pri@snf.ch)

**Secrétariat :** Monika Risse-Aebi  
**Internet :** Nadine Niklaus

**Rédaction**

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

**Traduction**

Ariane Geiser, Catherine Riva, Rolf Lüthi Traductions

**Graphisme, rédaction photos**

Studio25, Zurich :  
Isabelle Gargiulo  
Hans-Christian Wepfer

**Correcteur**

Jean-Yves Dumont

**Tirage**

15 543 exemplaires en allemand,  
8 416 exemplaires en français

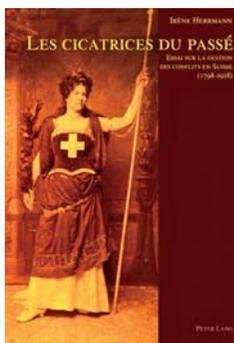
**Impression**

Stämpfli SA, Berne

**Litho**

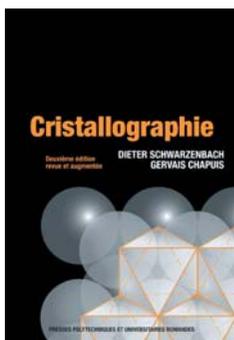
Ast & Jakob, Vetsch AG, Köniz

« Horizons » peut être consulté sur Internet : [www.snf.ch/horizons](http://www.snf.ch/horizons)



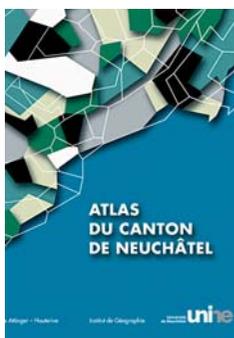
Irène Herrmann  
**LES CICATRICES DU PASSÉ**

Au XIXe siècle, la Suisse a été déchirée par des conflits qui ont failli l'éliminer de la carte de l'Europe. En analysant les pratiques conciliatoires et l'émergence d'une véritable conscience citoyenne, cet ouvrage explique comment, pour quoi et à quel prix la Confédération est finalement devenue si paisible... en apparence. Editions Peter Lang, Berne, CHF 52.—



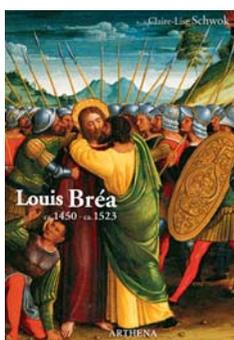
Dieter Schwarzenbach, Gervais Chapuis  
**CRISTALLOGRAPHIE**

Ce manuel de référence, didactique et pédagogique, est une introduction aux notions de base de la cristallographie qui joue un rôle interdisciplinaire entre la physique, la chimie, la biologie, la science des matériaux et les sciences de la terre. Le livre contient aussi une série d'exercices et leur solution. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, CHF 79.50



Ouvrage collectif  
**ATLAS DU CANTON DE NEUCHÂTEL**

Résultat d'un travail collectif, cet ouvrage met en lumière les grandes logiques qui structurent et organisent le territoire neuchâtelois au moyen de 128 cartes et de 50 graphiques. Une partie est aussi consacrée à la population du canton : implantation, densité et dynamique, répartition par âge et état civil, immigration, formation, etc. Editions Gilles Attinger, Hauterive, CHF 58.—



Claire-Lise Schwok  
**LOUIS BRÉA (1450-1523)**

Cette étude approfondie donne un aperçu renouvelé des influences multiples qui ont marqué l'œuvre de ce peintre originaire de Nice. Elle permet pour la première fois de situer de manière convaincante Louis Bréa dans le cours de l'art européen du XVe siècle, sans le présenter pour autant comme un suiveur éclectique. Editions Arthena, Paris, '78.—



François Hainard et Christine Verschuur (éds)  
**MOUVEMENTS DE QUARTIER ET ENVIRONNEMENTS URBAINS**

Fruit d'une recherche internationale menée durant sept ans dans sept pays (Argentine, Brésil, Cuba, Burkina Faso, Sénégal, Bulgarie, Roumanie), ce livre décrit les stratégies des populations locales, surtout celles des femmes, pour tenter de pallier les problèmes d'environnements urbains. Editions Karthala, Paris, '25.—

Juin à septembre 2006

**Cafés scientifiques**

**Fribourg** : « Dragons et autres monstres : mythe ou réalité ? » (22 juin)

Mensa de Pérolles II, boulevard de Pérolles 95, à 18h  
[www.unifr.ch/science/cafes-scientifiques](http://www.unifr.ch/science/cafes-scientifiques)

**Neuchâtel** : « L'air, vecteur de particules biologiques » (25 août) ; « Le retour des grands prédateurs » (20 septembre)

Restaurant de l'Interlope, quai Philippe Godet 16, à 18h00  
[www2.unine.ch/cafescientifique](http://www2.unine.ch/cafescientifique)

Dès le 15 juin 2006

**« Trésor des steppes »**

Espace Paul Vouga, 2068 Hauterive  
[www.latenium.ch](http://www.latenium.ch)

Dès le 22 juin 2006

**« évolution\_révolution »**

Musée d'histoire des sciences, Villa Bartoloni, rue de Lausanne 128, 1202 Genève  
[www.ville-ge.ch/culture/mhs/](http://www.ville-ge.ch/culture/mhs/)

Dès le 26 juin 2006

**« Manger ou être mangé »**

Musée d'histoire naturelle, chemin du Musée 6, 1700 Fribourg  
[www.fr.ch/mhn](http://www.fr.ch/mhn)

Jusqu'au 13 août 2006

**« La force des images ! »**

Musée Alpin Suisse, Helvetiaplatz 4, 3005 Berne  
[www.alpinesmuseum.ch](http://www.alpinesmuseum.ch)

Jusqu'au 20 août 2006

**« Chut ! »**

Muséum d'histoire naturelle, Rue des Terreaux 14, 2000 Neuchâtel  
[www.museum-neuchatel.ch/](http://www.museum-neuchatel.ch/)

Jusqu'au 24 septembre 2006

**« La Genève internationale et la biodiversité »**

Muséum d'histoire naturelle, Route de Malagnou 1, 1208 Genève  
[www.ville-ge.ch/culture/mhng](http://www.ville-ge.ch/culture/mhng)

Jusqu'au 7 janvier 2007

**« Sacrée banane ! »**

Musée de l'alimentation, Quai Perdonnet, 1800 Vevey  
[www.alimentarium.ch](http://www.alimentarium.ch)

