

# GESTION DE L'EAU: LA FIN DE L'«INCERTITUDE PRÉVISIBLE»

**P. 20** LE RECU DES GLACIERS, LES MODIFICATIONS DU RÉGIME DES PRÉCIPITATIONS ET LA HAUSSE DES TEMPÉRATURES VONT BOULEVERSER LE RÉGIME HYDROLOGIQUE DANS LES RÉGIONS DE MONTAGNE D'ICI À 2050. LE PROJET ACQWA ÉVALUE LES CONSÉQUENCES SUR LES RESSOURCES EN EAU

**BIOLOGIE**  
LE GECKO,  
QUANTIQUE DE LA  
TÊTE AUX PIEDS  
PAGE 10

**ARCHÉOLOGIE**  
UN TRÉSOR  
MIS AU JOUR  
À SAINT-ANTOINE  
PAGE 17

**EXTRA MUROS**  
YELLOWSTONE:  
LE RÉVEIL ANNONCÉ  
DU SUPERVOLCAN  
PAGE 44

LE MAGAZINE  
SCIENTIFIQUE  
DE L'UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

N°115  
DÉCEMBRE 2013-  
FÉVRIER 2014

# CAMPUS



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

# A VOUS D'ALLER PLUS LOIN

Eveillez la magie de  
Noël avec le Canon  
PIXMA MG7150



you can

\*[www.canon.ch/cashback](http://www.canon.ch/cashback)

**Canon**

Retrouvez-nous sur Facebook: [www.facebook.com/CanonSuisse](http://www.facebook.com/CanonSuisse)

04 ACTUS

## RECHERCHE

10 BIOLOGIE

### LE GECKO, QUANTIQUE DE LA TÊTE AUX PIEDS

La couleur verte des geckos n'est pas due à des pigments mais à des cellules spécialisées exploitant un phénomène d'optique quantique.



12 GÉRONTOLOGIE

### LE CHOIX DU DERNIER SOUFFLE

Lorsque la mort s'approche, les attentes des personnes résidant en EMS ne sont pas forcément les mêmes que celles de leurs proches ou du personnel soignant.

14 ASTRONOMIE

### UN MILLIARD D'ÉTOILES POUR GAIA

Le satellite de l'Agence spatiale européenne, qui devrait être mis en orbite cet hiver, aura pour mission de mesurer la position et les mouvements d'un milliard d'étoiles.



17 ARCHÉOLOGIE

### LE TRÉSOR DE SAINT-ANTOINE

Les fouilles entreprises sur l'esplanade Saint-Antoine depuis mai 2012 ont livré une impressionnante moisson de découvertes qui permettent de mieux comprendre le passé de Genève depuis l'époque romaine.

## DOSSIER RESSOURCES EN EAU: GÉRER L'INCERTITUDE



### 22 LA FIN DE L'«INCERTITUDE PRÉVISIBLE»

L'administration et la législation valaisannes devront s'adapter pour éviter les conflits causés par les bouleversements des ressources en eau prévus d'ici à 2050 dans le cadre des changements climatiques.

### 25 REcul DES GLACIERS ET BIODIVERSITÉ

Plusieurs espèces d'invertébrés disparaîtront avec les glaciers. Elles seront remplacées par d'autres qui reprendront leur rôle écologique.

### 28 SUR LES TRACES DES LAVES TORRENTIELLES

Les coulées dévastatrices où se mêlent eau, terre et pierres devraient être moins fréquentes mais plus violentes au milieu du XXI<sup>e</sup> siècle. Reportage dans la vallée de Zermatt.

### 32 LES BARRAGES DEVRONT SE SERRER LA CEINTURE

Les ressources en eau des installations hydroélectriques diminueront de 20 % d'ici à 2050. Les progrès technologiques, une gestion optimisée et un changement des comportements permettront d'atténuer le choc.



### 34 LE DÉCLIN DES NEIGES ÉTERNELLES DU KIRGHIZISTAN

Le débit des cours d'eau de la chaîne de montagne Tien Shan s'approche de son maximum. Ensuite, ils diminueront, accentuant la sécheresse estivale et les tensions entre pays.

### 38 PARTAGE DES DONNÉES: DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

En théorie, tout le monde soutient le principe du partage des informations météorologiques ou hydrologiques. En pratique, les scientifiques doivent batailler pour convaincre chaque pays d'ouvrir l'accès à ces données.

## RENDEZ-VOUS



### 40 L'INVITÉ CLAUDE HAGÈGE

Claude Hagège conteste la position dominante dont jouit actuellement l'anglais dans le monde. Une situation qu'il juge injuste, illégitime et nuisible tant à la diversité culturelle qu'à la créativité scientifique.



### 44 EXTRA-MUROS YELLOWSTONE ET LE RÉVEIL DU SUPERVOLCAN

L'analyse de cristaux éjectés par les éruptions passées du supervolcan d'Amérique du Nord permettra de mieux comprendre la chronologie d'un tel cataclysme. Et peut-être de prévoir la date du suivant.



### 48 TÊTE CHERCHEUSE CHARLES-HENRI RAPIN, GUÉRILLERO DU GRAND ÂGE

Pionnier de la gériatrie genevoise, ce fils de meunier a déployé une énergie considérable pour améliorer la qualité de vie des personnes âgées avant de s'éteindre à 61 ans.

### 50 À LIRE 52 THÈSES DE DOCTORAT



## SCIENCES DE LA TERRE

### UN TSUNAMI A RAVAGÉ LES RIVES DU LÉMAN À L'ÂGE DU BRONZE

#### LE CANCER DU SEIN ET LE STRESS DES HOMMES

Le stress généré par la déclaration d'un cancer du sein est tout aussi élevé, voire supérieur, chez les hommes que chez les femmes. Celles-ci ont un ennemi clair à combattre, alors que leurs compagnons se sentent «ballotés et sans contrôle de la situation». C'est le résultat auquel est arrivé Nicolas Favez, professeur à la section de psychologie, dans une étude menée dans le cadre du Pôle de recherche national LIVES.

#### L'INFLUENCE NUANCÉE DE L'ÉPIGÉNÉTIQUE

L'épigénétique – c'est-à-dire les facteurs chimiques qui influencent l'expression des gènes sans en modifier la séquence ADN – joue un rôle moins important que prévu sur l'expression des gènes. Tel est le résultat d'une étude menée par une équipe de chercheurs dirigée par Emmanouil Dermitzakis professeur à la Faculté de médecine et publiée dans la revue *Science* du 18 octobre. Il en ressort que les modifications épigénétiques peuvent servir d'indicateur pour la prédisposition aux maladies mais probablement pas de cible dans une démarche thérapeutique.

#### DOMESTIQUER L'EFFET THERMOÉLECTRIQUE

Des chercheurs du Département de physique de la matière condensée ont participé à la réalisation d'un système expérimental «modèle» grâce auquel on peut étudier le mécanisme de l'effet thermoélectrique. Ce phénomène permet de convertir directement de l'énergie thermique en énergie électrique. Publiés dans la revue *Science* du 8 novembre, ces travaux permettront d'optimiser la conception de nouveaux matériaux thermoélectriques.

Aux alentours de 1750 av. J.-C., les habitants des rives du Léman ont essuyé un tremblement de terre suivi d'un raz-de-marée d'une rare violence. Dévastés, certains villages sur pilotis ont alors été abandonnés. A l'appui de ce scénario : les restes d'un glissement de terrain gigantesque retrouvés dans les sédiments du Grand-Lac, entre Lausanne et Evian, et décrits dans un article à paraître en janvier dans la revue *Earth and Planetary Science Letters*.

«Des mesures de sismique réflexion, une technique qui exploite la propagation des ondes sonores dans le sol, ont révélé la présence d'une couche de dépôts très épaisse dans les sédiments au fond du lac, explique Stéphanie Girardclos, maître d'enseignement et de recherche à la Section des sciences de la Terre et de l'environnement et l'un des auteurs de l'article. A l'aide de forages, nous avons extrait et daté du matériel organique appartenant à cette couche.»

Mené par Katrina Kremer dans le cadre de sa thèse en sciences de la Terre, ce travail a établi que ce matériel s'est déposé durant l'âge du Bronze, entre 1865 et 1608 av. J.-C. Après l'analyse des carottes et de la carte du relief lacustre, il semble qu'une énorme masse de sédiments (au moins 0,13 km<sup>3</sup>), située à plus de 80 mètres de profondeur en face de Lausanne, se soit détachée et ait glissé quasiment d'un seul morceau jusqu'au fond du lac. Il est peu probable que cet événement ait été causé par une tempête ou une crue.

«Nous avons trouvé deux autres glissements plus petits provenant de la rive sud, précise Stéphanie Girardclos. Ils datent tous de la même période. Ce synchronisme de lieu et de temps suggère que l'élément déclencheur est un tremblement de terre.»

Une magnitude d'environ 6 est nécessaire pour provoquer un tel éboulement. Selon les géologues, il existe assez de failles à proximité (près d'Aigle et dans le Chablais, par exemple) capables de produire un séisme aussi puissant. Une simulation par ordinateur menée par Guy Simpson, chargé de cours, a montré que le glissement de terrain principal aurait, à lui seul, pu créer une vague atteignant jusqu'à 6 mètres de hauteur à certains endroits du lac.



Coincidence : les fouilles de Pierre Corboud, du Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie, ont montré qu'aucun abattage d'arbre ni aucune construction de maisons n'a eu lieu dans les villages lacustres de Préverenges et de Morges/Les Roseaux à cette même époque, durant au moins vingt-huit ans (entre 1758 et 1730 av. J.-C.). Comme s'ils avaient été abandonnés.

C'est le deuxième tsunami identifié dans le Léman. En 563, une vague de 8 mètres a en effet atteint les murs de Genève à la suite d'un éboulement en Valais provoquant un glissement sous-lacustre au niveau du delta du Rhône (lire *Campus* n°113). AV

## ASTROPHYSIQUE

### UNE ROUE DANS L'ESPACE

Une équipe dirigée par Stéphane Paltani, maître d'enseignement et de recherche au Département d'astronomie (Faculté des sciences), a livré fin octobre un instrument de haute précision destiné à être monté sur le futur satellite japonais ASTRO-H. Il s'agit d'un appareil en forme de roue qui, en tournant, permet de placer différents filtres devant le détecteur du satellite afin d'optimiser les mesures de ce dernier.

ASTRO-H, dont le lancement est prévu en 2015, étudiera les sources de rayons X comme les trous noirs, les étoiles à neutrons, les sursauts gamma ou des amas de galaxies. Doté d'une technologie inédite, dont un calorimètre cryogénique refroidi à 0,05 °K (proche du zéro absolu), il doit prendre la succession des satellites INTEGRAL, dont le centre de traitement de données est installé à Ecogia, près de Versoix, et XMM-Newton.

## MÉDECINE

## VERS UN TRAITEMENT DU DIABÈTE SANS INSULINE

Bonne nouvelle pour les diabétiques : la vie sans insuline est possible. Du moins pour les souris. En ce qui concerne l'être humain, il convient de patienter encore quelque temps. Dans un article paru dans la revue *Cell Metabolism* du mois de septembre, une équipe menée par Roberto Coppari, professeur au Département de physiologie cellulaire et métabolisme (Faculté de médecine), montre en effet que des rongeurs dépourvus d'insuline, essentielle à la régulation du glucose dans le sang, ont survécu grâce à l'administration d'une autre hormone, la leptine. Cette dernière est connue pour son rôle essentiel dans la gestion des réserves de graisse dans l'organisme.

Dans le monde, plusieurs millions de personnes souffrent de diabète de type 1 ou 2, une

maladie caractérisée par une carence, voire une absence totale d'insuline. Cette affection peut avoir des conséquences létales si elle n'est pas traitée. A ce jour, seules les injections quotidiennes d'insuline permettent aux patients de survivre. Mais elles entraînent à leur tour des effets indésirables dont des crises d'hypoglycémie ou une augmentation du cholestérol dans le sang, elle-même associée au développement de maladies cardiovasculaires.

La leptine présente l'avantage sur l'insuline de ne pas provoquer ces effets-là. Cette découverte ouvre donc la voie à un nouveau traitement du diabète. En attendant, les scientifiques cherchent à comprendre les mécanismes d'action de la leptine sur la régulation du glucose.

### LES PALMES ACADÉMIQUES POUR MARIE BESSE



Responsable du Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie de la Faculté des sciences, la professeure Marie Besse a été nommée Chevalier dans l'ordre des Palmes académiques par le premier ministre français, Jean-Marc Ayrault. Cette décoration, destinée à honorer les membres éminents de l'Université, est la plus ancienne des distinctions françaises décernées uniquement à titre civil.

## GÉOLOGIE

## L'ÉRUPTION MYSTÉRIEUSE DE L'AN 1257 A EU LIEU EN INDONÉSIE

Après trente ans d'investigations infructueuses, l'énigme est enfin résolue : C'est le volcan Samalas en Indonésie qui est responsable de l'éruption volcanique mystérieuse de 1257, probablement l'une des plus violentes que la Terre ait connues ces derniers 10000 ans. C'est la conclusion d'un article paru le 30 septembre dans la version électronique des *Proceedings of*



*the National Academy of Sciences (PNAS)* et à la rédaction duquel a participé Markus Stoffel, professeur assistant au sein de la Section des sciences de la Terre et de l'Institut des sciences de l'environnement (Faculté des sciences).

L'existence et la date de cet événement volcanique apparaissent pour la première fois dans les années 1980 à la suite de la découverte de dépôts de sulfates dans les glaces du Groenland puis dans celles de l'Antarctique. Par la suite, les données dendrochronologiques

et archéologiques montrent que l'événement a eu un impact significatif sur le climat mondial l'année suivante. Les chroniques médiévales font état d'un été très froid cette année-là, avec des pluies incessantes, des crues dévastatrices et des récoltes anémiques. Les scientifiques ont proposé tour à tour l'Okataina (Nouvelle-Zélande), El Chichón (Mexique) et le Quilotoa (Equateur) comme responsable de cette «année médiévale sans été».

Il semble en réalité que le Samalas, adjacent au mont Rinjani sur l'île de Lombok, à l'est de Bali, soit un bien meilleur candidat. Un choix confirmé par l'analyse géochimique des roches issues des dépôts volcaniques, la datation de charbon de bois (issu probablement de la forêt calcinée lors de l'éruption), les données stratigraphiques et de nouvelles chroniques médiévales. Celles-ci évoquent un hiver 1257/1258 chaud à Arras (nord de la France) avec des violettes, des fraisières et des pommiers en fleur au mois de janvier, ce qui constitue une réponse classique à une atmosphère chargée de sulfates après une éruption ayant eu lieu dans les tropiques (au même titre qu'un été froid l'année suivante).

Les auteurs de l'article des *PNAS* estiment que l'éruption du Samalas, d'une magnitude d'au moins 7, est comparable à celle de Santorin en Grèce (lire en page 44) en 1600 av. J.-C.

### CHRISTINE BOUCHARDY DISTINGUÉE PAR LE «SWISS BRIDGE AWARD»

Professeure à l'Institut de médecine sociale et préventive et responsable du Registre genevois des tumeurs, Christine Bouchardy a été récompensée par le 1<sup>er</sup> prix du *Swiss Bridge Award for Cancer Research 2013* pour le projet *Breast Cancer Quality of Care and Outcome According to Surgeon's Caseload* dont l'objectif était d'évaluer l'impact de l'expérience du chirurgien sur la qualité des soins et le pronostic du cancer du sein.

### HABIB ZAIDI HONORÉ PAR L'ASSOCIATION AMÉRICAINE DE PHYSIQUE MÉDICALE

Privat-docent à la Faculté de médecine et responsable de son Laboratoire d'instrumentation et de neuro-imagerie, le Dr Habib Zaidi a reçu le 2013 *John S. Laughlin Young Scientist Award* décerné par l'Association américaine de physique médicale pour ses recherches et publications dans le domaine de la physique de l'imagerie médicale.

## L'INSTITUT D'ÉTUDES GLOBALES OUVRE SES PORTES

L'Institut d'études globales (GSI) est entré en action depuis la rentrée 2013. Cette nouvelle structure reprend le Baccalauréat universitaire en relations internationales et les cursus dispensés par l'Institut européen de l'UNIGE. Elle propose également de nouveaux enseignements autour de problématiques transversales à dimension mondiale, comme la santé globale.

## CRÉATION D'UN PÔLE UNIVERSITAIRE ROMAND EN SANTÉ PUBLIQUE

Née d'une convention entre six institutions universitaires (les Universités de Genève, de Lausanne et de Neuchâtel, les Hôpitaux universitaires de Genève, le Centre hospitalier universitaire vaudois et l'Institut universitaire romand de santé au travail), l'Ecole romande de santé publique (ERSP) vise à utiliser de manière optimale les ressources des six partenaires pour développer une offre de formation, de recherche d'expertise de haute qualité. Le pôle genevois se concentrera sur la santé internationale et humanitaire, la prévention du cancer, du tabagisme et d'autres addictions ainsi que sur la prévention des affections bucco-dentaires.

## MÉDIAS: GENÈVE ET NEUCHÂTEL SE PARTAGENT LES TÂCHES

Les Universités de Genève et de Neuchâtel ont regroupé leurs compétences en matière de formation en journalisme, communication et médias. La convention signée cet automne par les deux institutions attribue l'orientation « information, communication et médias » à Genève et l'orientation « journalisme » à Neuchâtel. Chaque université proposera une maîtrise et délivrera son propre titre.

## RECHERCHE

# CAMPUS BIOTECH ACCUEILLE SES PREMIERS LOCATAIRES



Depuis le début du mois de novembre, une soixantaine de chercheurs du Centre interfacultaire en sciences affectives (CISA) ont pris leurs quartiers dans une partie des bureaux et des laboratoires du Campus Biotech sur l'ancien site de Merck Serono. Ils seront prochainement rejoints par les chercheurs impliqués dans le Human Brain Project (HBP) et le Blue Brain Project (BB) de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), qui constituent

le plus important projet de recherche de l'Union européenne sur le cerveau.

Acquis par la Fondation Wyss et la famille Bertarelli afin d'être réaménagé en un complexe de recherche dans le domaine des neurosciences et des biotechnologies, ce complexe est occupé pour partie par l'EPFL, l'Université de Genève et leurs partenaires. Il est dirigé par Benoît Dubuis, ancien doyen de la Faculté des sciences de la vie de l'EPFL et cofondateur de l'incubateur Ecllosion.

Le Campus Biotech est constitué par le centre Wyss, qui concentrera ses recherches sur deux thématiques, la bio et la neuro-ingénierie et par le Campus Biomédical. Près de 8000 m<sup>2</sup> sont par ailleurs réservés au secteur industriel, ce qui permettra à des sociétés d'interagir avec les programmes de recherche et développement du campus en vue d'élaborer des projets collaboratifs inédits et innovants.

## FORMATION

# LA FACULTÉ DES SCIENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES SERA SCINDÉE EN DEUX

Dès le 1<sup>er</sup> janvier 2014, à la veille de son centenaire, la Faculté des sciences économiques et sociales (SES) sera scindée en deux entités distinctes. L'une sera consacrée à l'économie et au management, l'autre aux sciences sociales et politiques, à l'économie politique ainsi qu'à la géographie.

La création de ces deux nouvelles structures en lieu et place de l'actuelle Faculté des SES est l'aboutissement d'un processus de consultation qui a duré plusieurs années. Celui-ci a sollicité l'avis de diverses instances de l'Université de Genève, en particulier celui du Conseil participatif de la Faculté des SES, ainsi que celui d'experts externes. Le projet a également obtenu les préavis favorables de l'Assemblée de l'Université, du Conseil d'orientation stratégique et du Conseil rectorat-décanats, conformément à la Loi sur l'Université.

La création de ces deux nouvelles facultés, ratifiée par le Conseil d'Etat, vise à constituer deux ensembles cohérents de disciplines afin d'améliorer la gouvernance et la collaboration

interdisciplinaires. Le projet a également pour objectif de permettre au domaine des hautes études commerciales de développer une meilleure visibilité internationale.

L'étape suivante du processus consistera à mettre en place les conseils participatifs chargés d'élaborer les règlements, les programmes d'enseignement et les structures de leurs entités respectives. Les étudiants actuellement inscrits en SES termineront leurs programmes d'études inchangés d'ici à la fin de cette année académique. Les premiers baccalauréats universitaires des nouvelles facultés seront proposés dès la rentrée 2015.

Pour le recteur, Jean-Dominique Vassalli, la création de ces deux facultés ne signifie pas que l'on cherche à séparer les aspects économiques et sociaux dans l'analyse des phénomènes de société. « *Au contraire, il sera plus facile pour les deux pôles de dialoguer et de mettre en place des passerelles lorsque chacun d'eux se sentira à l'aise dans sa propre structure, estime-t-il. C'est là un des buts de cette réforme.* »

## CARNET NOIR

## DÉCÈS DU PROFESSEUR ØYSTEIN FISCHER

Fondateur du Pôle de recherche national MaNEP (Materials with Novel Electronic Properties), Øystein Fischer est décédé au mois de septembre dernier à l'âge de 71 ans. Spécialiste mondialement reconnu de la supraconductivité, Øystein Fischer est né le 9 mars 1942 à Bergen (Norvège). Après des études de physique à l'EPFZ, il rejoint l'Université de Genève en 1967. Nommé professeur assistant quatre ans plus tard, il accède au titre de professeur ordinaire en 1977. Inventeur des premiers matériaux à la fois supraconducteurs et magnétiques dans les années 1970, il s'est par la suite attaché à comprendre les mécanismes intimes des supraconducteurs à l'aide de techniques de microscopie avancées.

En 2001, Øystein Fischer crée et prend la tête du Pôle de recherche national MaNEP consacré à l'étude de nouveaux matériaux électroniques aux propriétés nouvelles et qui rassemble aujourd'hui 250 scientifiques à travers toute la Suisse. Il figure également parmi les initiateurs du Geneva Creativity Center, dont le but est de stimuler les échanges entre



le monde académique et les secteurs industriels afin de trouver des solutions innovantes aux défis technologiques futurs, ainsi que du projet de Centre universitaire des sciences astronomiques, physiques et mathématiques de Genève.

En 2012, Øystein Fischer a été distingué par le Prix Kamerling Onnes, l'une des distinctions les plus prestigieuses au monde qui récompense tous les trois ans des travaux d'exception.

### LE «DIES ACADEMICUS» CÉLÈBRE LA SANTÉ ET L'ÉDUCATION

Lors du *Dies academicus* célébré le 11 octobre, l'Université de Genève a décerné la Médaille de l'innovation à Daphne Koller, cofondatrice de la plateforme de cours en ligne Coursera et professeure à l'Université Stanford. Le titre de docteur *honoris causa* a été attribué à Olga Cosmidou, directrice générale à la Direction générale de l'interprétation et des conférences du Parlement européen, Julio Frenk, ancien ministre mexicain de la Santé et doyen de la Harvard School of Public Health, Tullio de Mauro, professeur émérite à La Sapienza, Università di Roma, ancien ministre italien de l'Instruction publique, André Vauchez, ancien directeur de l'Ecole française de Rome, professeur émérite à l'Université Ovest Nanterre La Défense. La Médaille de l'UNIGE a été décernée à Ruth Dreifuss, ancienne conseillère fédérale.

# ABONNEZ-VOUS À «CAMPUS»!

Découvrez les recherches genevoises, les dernières avancées scientifiques et des dossiers d'actualité sous un éclairage nouveau. Des rubriques variées vous attendent, sur l'activité des chercheurs dans et hors les murs de l'Académie. L'Université de Genève comme vous ne l'avez encore jamais lue!

Université de Genève  
 Presse Information Publications  
 24, rue Général-Dufour  
 1211 Genève 4  
 Fax 022 379 77 29  
 E-mail [campus@unige.ch](mailto:campus@unige.ch)  
[www.unige.ch/campus](http://www.unige.ch/campus)

Abonnez-vous par e-mail ([campus@unige.ch](mailto:campus@unige.ch)) ou en remplissant et en envoyant le coupon ci-dessous :

Je souhaite m'abonner gratuitement à « Campus »

Nom

Prénom

Adresse

N° postal/Localité

Tél.

E-mail

## KEPLER 78B, UNE PLANÈTE EXTRASOLAIRE QUI BRÛLE DE RESSEMBLER À LA TERRE



VUE D'ARTISTE: DAVID A. AGUILAR

Une équipe du Département d'astronomie a montré, dans la revue *Nature* du 31 octobre, que l'exoplanète Kepler 78b, située à 430 années-lumière, a un diamètre valant 1,2 fois celui de la Terre et une densité identique. C'est la première exoplanète connue qui ressemble à ce point à la planète bleue. Il demeure encore quelques différences : Kepler 78b tourne autour de son astre en 8,5 heures et la température à sa surface est d'au moins 2000 °C.

### 5,6 MILLIONS DE FRANCS POUR ID QUANTIQUE

L'entreprise genevoise ID Quantique, une start-up issue de l'Université de Genève, a reçu 5,6 millions de dollars du fonds d'investissement QWave pour sa solution d'encryptage quantique et conventionnelle haut débit. Le produit d'ID Quantique est susceptible d'intéresser une clientèle internationale (gouvernements, organismes financiers) dans le récent contexte du scandale de la NSA, l'agence de renseignement des États-Unis, qui a rendu cruciale la question de la sécurité des terminaux.

### ASTROPHYSIQUE

## UN PULSAR A ÉTÉ VU EN TRAIN DE BOIRE SON ÉLIXIR DE JOUVENCE

Certains pulsars, des étoiles très petites et très denses qui tournent sur elles-mêmes à une vitesse vertigineuse, ne font pas leur âge : malgré leurs 100 millions d'années, ils ne ralentissent toujours pas. Comme le rapporte un article paru dans la revue *Nature* du 26 septembre, une équipe internationale, dont font partie trois membres du Département d'astronomie de la Faculté des sciences (Carlo Ferrigno, Enrico Bozzo et Lucia Pavan), a détecté pour la première fois un signal envoyé par un tel astre – l'apparition d'une émission de rayons X – permettant de valider une des hypothèses expliquant leur éternelle jeunesse. Une hypothèse selon laquelle le pulsar avale ce qui ressemble singulièrement à un élixir de jeunesse.

Un pulsar naît de l'explosion d'une étoile plus massive. Au moment de sa création, il peut tourner sur lui-même des milliers de fois par seconde émettant un signal radio pulsé qui permet de le reconnaître. Ensuite, après des dizaines de

millions d'années, le pulsar, dissipant son énergie sous la forme du rayonnement radio, finit par ralentir fortement. En 1982, cependant, de « vieux pulsars » tournant aussi vite qu'aux premiers jours ont été découverts.

Les astronomes ont alors proposé l'explication selon laquelle ces pulsars insolites forment en réalité des systèmes binaires avec une étoile classique et qu'ils avalent de la matière perdue par leur compagnon. Cette chute de matière accélère la cadence du pulsar et le réchauffe de manière à ce qu'il émette, en plus du rayonnement radio, des rayons X plus énergétiques.

Quatorze pulsars X ont été détectés depuis 1998, dont quatre par le satellite européen INTEGRAL, dont le centre de traitement de données (ISDC) se trouve à Ecogia, près de Versoix. Mais c'est la première fois que des astronomes observent en direct un pulsar radio devenir un pulsar X. C'est la preuve qui manquait pour valider l'hypothèse.

## ÉTHIQUE BIOMÉDICALE

# EN BIOÉTHIQUE, LA DÉFINITION DE LA VULNÉRABILITÉ A ÉTÉ RÉDIGÉE À GENÈVE

En 2008, Samia Hurst, professeure associée à l'Institut d'éthique biomédicale de la Faculté de médecine, publie une définition de la personne vulnérable dans le cadre de la recherche médicale sur l'être humain. Cet automne, l'Association médicale mondiale l'a officiellement adoptée pour qu'elle figure dans la dernière version de la Déclaration d'Helsinki. Explications

## Qu'est-ce que la Déclaration d'Helsinki ?

SAMIA HURST : C'est un texte qui édicte des principes éthiques en matière de recherche médicale sur l'être humain. Il a été rédigé il y a 50 ans et a été revu plusieurs fois. Avant 1964, les médecins n'avaient à leur disposition que le Code de Nuremberg. Cette liste de conditions auxquelles doivent satisfaire les recherches sur l'être humain a été utilisée par les juges lors du procès des médecins nazis auteurs d'«expérimentations» criminelles sur les prisonniers des camps de concentration durant la Deuxième Guerre mondiale. Elle contient donc, en creux, les transgressions possibles dans ce domaine. Jugeant ce texte insuffisant, l'Association médicale mondiale en a rédigé un autre, prenant cette fois un point de vue médical. C'est ainsi qu'est née la Déclaration d'Helsinki dont la dixième version a été publiée dans le *Journal of the American Medical Association* du 19 octobre.

## Quel poids a cette déclaration sur le plan international ?

La Déclaration d'Helsinki jouit d'une reconnaissance internationale importante. La plupart des législations nationales qui traitent de ce sujet s'en sont inspirées, dont la Loi suisse relative à la recherche sur l'être humain qui entre en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2014. L'institut suisse de surveillance du marché des produits thérapeutiques Swissmedic et la FDA (Food and Drug Administration) aux Etats-Unis y font également référence tout comme de nombreuses commissions d'éthique. Il s'agit d'un texte qui se situe en amont des lois nationales d'éthique de la recherche mais qui est parfois aussi directement opérant dans les pays où une telle législation n'existe pas.

**La dixième version de cette déclaration, approuvée au Brésil cet automne, intègre votre**



## définition de la vulnérabilité. Une telle définition n'existait donc pas encore ?

Définir cette notion est beaucoup plus difficile qu'il n'y paraît. En revenant des Etats-Unis, où j'ai travaillé dans le Service de consultation en bioéthique au sein des NIH (National Institutes of Health), j'ai été chargée d'un enseignement à la Faculté de médecine sur les personnes vulnérables. Je pensais avoir été formée parfaitement sur ce thème. Mais en creusant le concept, je me suis rendu compte que même les meilleurs spécialistes n'avaient en réalité qu'une idée intuitive de la vulnérabilité. Pour les étudiants, il me fallait quelque chose de plus précis.

## Que dit la littérature scientifique à ce sujet ?

J'y ai trouvé un chaos de définitions. Jusqu'à présent, il existait en gros deux façons d'aborder le concept de vulnérabilité. La première consistait à établir une liste de catégories de personnes (enfants, femmes enceintes, handicapés, prisonniers, réfugiés...) méritant une attention spéciale ou une protection dans le cadre d'une recherche clinique. Il est toutefois difficile de trouver des facteurs communs à tous ces groupes et on risque d'en oublier. La seconde, plus spécifique, revenait à déclarer vulnérable toute personne n'ayant pas les moyens de comprendre pleinement les enjeux de l'étude clinique à laquelle on désire les faire participer. Et ce, pour quelque raison que ce soit (manque de discernement, privation

de liberté...). Ce raisonnement peut toutefois déboucher sur des affirmations paradoxales ou insultantes, comme le fait de dire que les personnes pauvres ou les femmes enceintes ne sont pas capables de comprendre. Ces définitions risquent de semer la confusion chez ceux qui sont justement censés protéger les personnes vulnérables. Je me suis donc lancée dans une entreprise de clarification du concept.

## En quoi a consisté votre définition ?

L'article que j'ai publié dans la revue *Bioethics* du mois de mars 2008 propose de considérer comme vulnérable, et ayant donc droit à une protection spéciale, «toute personne étant à risque accru de subir un tort». Cette définition oblige à réfléchir sur la nature du tort que peut subir quelqu'un et sur la protection appropriée qui doit lui être offerte. Elle reprend les éléments des définitions antérieures tout en permettant de ne pas «oublier» des catégories de personnes et d'éviter des contresens dans le choix de la protection. Il vaut mieux en effet inclure des individus vulnérables dans un essai clinique et les protéger convenablement, afin qu'ils puissent bénéficier des retombées de la recherche, plutôt que de simplement les exclure, comme cela se fait trop souvent. Dans mon article, je présente aussi une «boîte à outils» permettant d'utiliser concrètement ma définition sur le terrain.

## Qui sont les personnes qui présentent un risque accru de subir un tort ?

Ce sont celles pour qui il est difficile d'obtenir un consentement éclairé parce qu'elles ne parlent pas la langue, sont incapables de discernement ou encore ne sont pas libres de faire un choix volontaire; celles qui n'ont pas accès aux bénéfices éventuels d'une recherche clinique parce qu'elles habitent une région défavorisée et/ou sont dépourvues de couverture sociale; celles qui souffrent d'une maladie orpheline, sur laquelle il est difficile de réaliser une étude scientifique rigoureuse, et qui risquent ainsi de participer à un essai en pure perte; celles pour lesquelles on considère parfois que les aléas encourus sont moins graves que pour d'autres (malades en phase terminale, personnes pauvres dans les pays en développement...); etc. Dans chaque cas, une protection sur mesure doit être prévue. AV

LES DESSOUS DE L'ÉVOLUTION

# LE GECKO, QUANTIQUE DE LA TÊTE AUX PIEDS

**LA COULEUR VERTE** DES GECKOS N'EST PAS DUE À DES PIGMENTS MAIS À DES CELLULES SPÉCIALISÉES EXPLOITANT UN PHÉNOMÈNE D'OPTIQUE QUANTIQUE



**L**es geckos sont dotés de superpouvoirs quantiques. C'est en effet grâce à une force d'une telle nature (celle de van der Waals) qu'ils sont capables d'adhérer et de grimper sur des parois verticales et dépourvues de toute aspérité comme si la gravité n'existait pas. Et il s'avère désormais que c'est un phénomène d'optique, lui aussi quantique, qui produit les couleurs vives qu'arborent un certain nombre d'espèces de ces petits reptiles. C'est en tout cas ce que démontre une étude menée sur des geckos appartenant au genre *Phelsuma* et parue dans la revue *BMC Biology* du mois d'octobre 2013. Réalisée par une équipe multidisciplinaire sous la direction de Michel Milinkovitch, professeur au Département de génétique et évolution, en collaboration avec l'équipe de Dirk van der Marel, professeur au Département de physique de la matière condensée (tous deux à la Faculté des sciences), la recherche dévoile le fonctionnement hautement sophistiqué des iridophores, les cellules de la peau responsables des couleurs vives des geckos.

«Les vertébrés ne possèdent pas de pigments verts ou bleus, explique Michel Milinkovitch. Du moins, aucune molécule jouant ce rôle n'a été identifiée à ce jour chez ces animaux (à l'exception d'une seule espèce de poisson). Pourtant, ces deux couleurs sont fréquentes chez les reptiles, poissons, oiseaux ou encore batraciens. En réalité, ces teintes sont générées par un autre mécanisme qui met en jeu de minuscules cristaux de guanine (un des constituants de base de l'ADN) présents au sein des iridophores. Toutefois, jusqu'à présent, les biologistes

et les physiciens ignoraient comment cela fonctionnait précisément.»

En regardant des coupes d'iridophores de plus près à l'aide d'un microscope électronique, il s'avère que les cristaux de guanine, dont la taille ne dépasse pas les 100 nanomètres (milliards de mètre), sont parfaitement alignés, comme des rangées de sièges dans un théâtre.

«Nous avons démontré que cette disposition crée ce que l'on appelle un cristal photonique, observe Michel Milinkovitch. La lumière incidente traverse une succession de couches de deux types ayant chacun un indice de réfraction différent : l'une

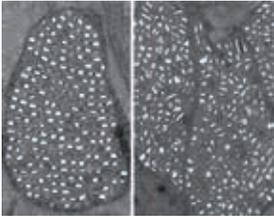
## LES CRISTAUX DE GUANINE SONT PARFAITEMENT ALIGNÉS, COMME DES RANGÉES DE SIÈGES DANS UN THÉÂTRE

est composée de cristaux de guanine, l'autre de cytoplasme, à savoir le gel qui remplit n'importe quelle cellule. Selon les équations de la physique quantique, une telle géométrie, si elle est hautement régulière, permet d'obtenir un miroir sélectif qui ne réfléchit qu'une seule couleur, très pure, avec une excellente efficacité. Cette teinte est définie par la taille des cristaux et la distance séparant chaque rangée.»

Pour vérifier leur hypothèse, les biologistes ont d'abord comprimé les iridophores du lézard en appliquant une pression mécanique. Cette



**COLORATION** LA COULEUR VERTE DES GECKOS «*PHELSUMA*» EST DUE À DES IRIDOPHORES, DES CELLULES CONTENANT DES CRISTAUX DE GUANINE. CES DERNIERS PRODUISENT DU BLEU ET SONT RECOUVERTS D'UNE COUCHE DE CELLULES CONTENANT UN PIGMENT JAUNE, CE QUI PERMET D'OBTENIR DU VERT.



DANS LA CELLULE DE GAUCHE, LES CRISTAUX NANOSCOPIQUES SONT BIEN ALIGNÉS ET PRODUISENT UNE COULEUR VERTE OU BLEUE. DANS CELLE DE DROITE, ILS SONT DÉSORDONNÉS ET PRODUISENT DU BLANC.

**ADHÉSION** SOUS LES DOIGTS DES GECKOS (ICI LE «*PHELSUMA GRANDIS*»), DES MILLIONS DE POILS MICROSCOPIQUES PERMETTENT À L'ANIMAL D'ADHÉRER À DES SURFACES, SÈCHES, LISSES ET VERTICALES.

DANS UN ARTICLE PARU LE 17 SEPTEMBRE 2002 DANS LA REVUE «PNAS», DES CHERCHEURS ONT MONTRÉ QUE L'ADHÉSION DES GECKOS FAIT APPEL À DES FORCES DITES DE VAN DER WAALS, C'EST-À-DIRE DES FORCES ÉLECTRIQUES QUI S'EXERCENT DIRECTEMENT ENTRE LES MOLÉCULES DES EXTRÉMITÉS DES POILS DU REPTILE ET CELLES DE LA SURFACE.

action entraîne une diminution de la distance entre les couches de cristaux et une modification de la couleur sélectionnée par les iridophores.

Résultat : une fois comprimées, les cellules, vertes au départ, deviennent bleues et, au fur et à mesure qu'elles reprennent leur forme originale, retournent au vert vif.

Les chercheurs ont également déshydraté des iridophores, ce qui revient à diminuer la quantité de cytoplasme dans ces cellules et, là aussi, à réduire la distance entre les couches de cristaux de guanine. Comme prévu, le vert devient alors bleu, tourne légèrement au violet, puis disparaît carrément. A ce stade, les iridophores réfléchissent en effet l'ultraviolet, invisible à l'œil nu, et deviennent transparents à toute lumière visible.

Pour compléter leur démonstration, les auteurs de l'article ont développé un modèle mathématique simulant le fonctionnement des iridophores et des cristaux de guanine qu'ils contiennent. Ils ont ainsi réussi à reproduire tout le camaïeu de verts et bleus existant chez ces diverses espèces de geckos en jouant sur la distance entre les rangées de cristaux au sein des iridophores mais aussi sur les épaisseurs des différentes couches de cellules superposées.

**Blanc immaculé** La plupart du temps, en effet, la livrée des geckos est obtenue grâce à une couche d'iridophores elle-même couverte par une couche de cellules contenant des pigments classiques, les chromatophores. Ainsi, le vert du *Phelsuma grandis* est en réalité le résultat de la combinaison d'un bleu structural et d'un jaune pigmentaire.

Qu'en est-il, dès lors, des taches rouges que cette même espèce arbore sur la tête et le dos et du blanc de son ventre ?

«Les taches du dos sont colorées grâce à des chromatophores contenant des pigments rouges, précise Michel Milinkovitch. En dessous, on retrouve des iridophores. Curieusement, ceux-ci ne sont ni bleus ni verts mais tous blancs (comme ceux qui tapissent le ventre d'ailleurs et qui ne sont recouverts par

aucun pigment). Cette sous-couche permet de produire un rouge particulièrement intense.»

Mais comment les iridophores font-ils pour réfléchir du blanc ? La réponse est fournie une fois de plus par le microscope électronique. Les iridophores blancs contiennent eux aussi des cristaux de guanine mais ceux-ci ont perdu leur bel alignement. A la place, ils sont distribués de manière totalement aléatoire. Du coup, ils ne sont plus capables de réfléchir collectivement une couleur bien définie, mais renvoient toute la gamme de longueurs d'onde de l'arc-en-ciel dont le mélange produit un blanc. L'ensemble produit un blanc immaculé.

«Ce qui nous surprend, c'est que l'ensemble soit si bien organisé, note Michel Milinkovitch. Là où se trouvent des iridophores bleus, les chromatophores qui les couvrent sont jaunes. Et aux endroits où les iridophores sont blancs, les chromatophores sont rouges. On ne rencontre pas d'autres combinaisons.»

Autre curiosité : les pigments jaunes et rouges sont en réalité des molécules parfaitement identiques. S'ils donnent l'une ou l'autre couleur, c'est uniquement en fonction des conditions chimiques (acidité et état d'oxydo-réduction) régnant à l'intérieur des cellules où ils se trouvent. Un peu plus d'acidité et le pigment donne du rouge, un peu moins et c'est du jaune.

«Nous cherchons maintenant à comprendre les mécanismes développementaux qui sont à l'origine de cette co-localisation précise des différents types de chromatophores et iridophores, souligne Michel Milinkovitch. Nous aimerions également en savoir plus sur les mécanismes physiques à l'origine de l'organisation ou la désorganisation des cristaux de guanine.»

Anton Vos

FIN DE VIE

---

# LE CHOIX DU DERNIER SOUFFLE

**LORSQUE LA MORT** S'APPROCHE, LES ATTENTES DES PERSONNES RÉSIDANT EN EMS NE SONT PAS FORCÉMENT LES MÊMES QUE CELLES DE LEURS PROCHES OU DU PERSONNEL SOIGNANT. C'EST CE QUE DÉMONTRE UNE ENQUÊTE QUALITATIVE MENÉE SOUS L'ÉGIDE DE L'ASSOCIATION UNI3

---



**D**epuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013, les directives anticipées sont explicitement ancrées dans le droit fédéral. Autrement dit: avec l'entrée en vigueur de la nouvelle législation sur la protection des adultes, cette déclaration par laquelle un patient peut désigner les traitements auxquels il consent ou non dans le cas où il ne serait plus en mesure d'exprimer sa volonté devrait être effectuée de manière systématique, notamment lors de l'entrée d'une personne âgée dans un établissement médico-social (EMS). Confirmant plusieurs travaux préalables, une enquête menée par la Commission santé de l'association Uni3 – l'Université des seniors de Genève – montre que cette pratique est encore loin d'être entrée dans les mœurs, tant des patients que de leurs proches ou du corps médical. Elle révèle surtout les très nombreuses discordances qui entourent encore les derniers instants de la vie. Explications.

Lorsqu'un événement soudain et grave affecte la santé d'une personne âgée vivant en EMS et donc souvent déjà fragilisée, la décision de poursuivre ou d'arrêter les soins est souvent difficile à prendre. Jusqu'où la médecine doit-elle aller dans ce cas de figure? A qui revient le dernier mot: à la personne concernée, à son entourage familial, au corps médical?

Destinée à éclairer la position de l'ensemble des acteurs impliqués dans cette délicate problématique, l'enquête d'Uni3 repose sur une cinquantaine d'entretiens effectués avec des personnes résidant en EMS âgées de 66 à 94 ans, leurs proches (conjoint, parent ou personne de confiance), ainsi que leurs infirmières et leurs médecins. Tous avaient à se prononcer sur un scénario hypothétique: la survenue d'une pneumonie aiguë alors que le patient se trouve soit dans son état de santé actuel, soit dans un état grabataire, soit dans un état de démence. Pour chacun de ces cas de figure, une question portait sur le choix du lieu de soins (rester dans l'EMS ou être transféré à l'hôpital) et une autre sur l'orientation à donner aux soins, la première option consistant à se limiter à des soins de confort et la seconde à tenter tout ce qui est médicalement possible. Pour chaque situation, il a par ailleurs été demandé aux personnes interrogées de motiver leurs choix. Enfin une question subsidiaire concernait l'existence et/ou le contenu d'éventuelles directives anticipées.

«**Comme un pacha**» Le principal résultat de ce tour d'horizon montre une très forte discordance sur le choix du lieu de soins. D'un côté, les proches et la majorité du personnel soignant montrent ainsi une très nette tendance à se prononcer en faveur d'une hospitalisation. De l'autre, les résidents sont globalement hostiles à ce transfert. Loin de considérer que leur vie en

EMS est toujours agréable («*C'est une maison de fous*», «*J'ai le sentiment de devenir complètement gâteux ici*»), ils s'y sentent néanmoins chez eux («*Ici, je suis comme un pacha*», «*C'est ici ma maison*», «*On est dans une bonne ambiance*»).

Selon les auteurs du rapport, la première cause de ces différences de point de vue tient à l'absence de directives claires, qui fait que les décisions sont, au final, le plus souvent prises en fonction de l'état du patient, de la disponibilité des infirmières ou de la position morale du médecin.

Deux autres éléments sont également à prendre en compte selon eux. Le premier est l'image très négative – souvent forgée par des expériences précédentes – que les résidents ont de l'hôpital. Le second est lié au fait que les personnes vivant en EMS ont souvent une appréciation de leur état de santé qui ne correspond pas à celle que s'en font les médecins, les infirmières, voire les proches.

Pour les médecins interrogés dans le cadre de l'enquête, la «*qualité de vie*», expression qui n'est employée par aucun résident, se mesure en effet sur la base de critères tels que l'âge, les aptitudes cognitives ou les capacités physiques du patient.

«**Laissez-moi tranquille**» Aux yeux des résidents, en revanche, ce qui semble compter avant tout, c'est d'éviter de souffrir inutilement, de perdre sa dignité et de tomber dans la démence. Préparés de longue date à l'idée de leur mort prochaine, ils se disent pour la plupart «*au bout du rouleau*» et souhaiteraient surtout qu'on les «*laisse tranquille*». «*J'ai plus peur de vivre que de mourir*», résume ainsi l'un d'eux. Par ailleurs, et bien que tous les intervenants s'accordent sur le fait que les choses seraient plus simples si cette dernière étape de la vie avait été planifiée au travers de directives anticipées, l'étude montre que cette pratique reste mal connue et peu répandue, puisqu'elle n'est utilisée que par 20% des personnes âgées en Suisse. Selon les auteurs du rapport, le système des directives anticipées pêche par son caractère trop général, qui est difficilement conciliable avec les spécificités entourant la mort de chaque individu.

En guise de conclusion, le rapport recommande donc une série de mesures parmi lesquelles une meilleure prise en compte de l'avis des résidents sur leur état de santé; un rôle accru dévolu aux infirmières lors des décisions prises en commun; une remise en question de la pertinence du concept de qualité de vie tel qu'il est utilisé aujourd'hui par les médecins; l'émission de directives claires de la part des EMS quant à leurs possibilités d'assumer des soins lourds; une réflexion de l'hôpital sur les raisons qui font que son image est si mauvaise auprès de cette catégorie de la population.

Vincent Monnet

## EUTHANASIE: SORTIR DE L'IMPASSE

En Suisse, le débat sur l'euthanasie active est dans l'ornière. Tel est le point de départ de la réflexion menée par les auteurs du douzième numéro des *Cahiers d'Uni3*. Alors que l'assistance au suicide est permise par la législation nationale pour autant qu'il n'y ait pas d'intervention d'une tierce personne, un certain flou entoure l'usage de procédés qui permettent d'anticiper ou de provoquer la mort par injection de substances. Tandis que le Conseil fédéral a décidé de maintenir le *statu quo* sur l'assistance au suicide, plusieurs sondages montrent que l'acceptation sociale de cette pratique est toujours plus grande, ce dont témoigne l'acquiescement récent d'une femme médecin par le Tribunal de Boudry. Trouver un terrain d'entente entre ces deux tendances semble toutefois difficile sans une clarification des termes, les mêmes mots ne recouvrant pas toujours une même réalité, ce qui est source de confusions, voire de blocages. Constatant par ailleurs que la situation actuelle se heurte à la loi morale de nos sociétés, qui privilégie l'autonomie de la personne et son droit à disposer d'elle-même, les auteurs prônent une adaptation du droit actuel sur le modèle de ce qui s'est fait aux Pays-Bas ou en Belgique, où l'euthanasie est dépenalisée. **VM**

«Euthanasie: réflexion et essai de clarification», Cahiers d'Uni3 Genève n° 12



INVENTAIRE DU CIEL

# UN MILLIARD D'ÉTOILES BRILLENENT DANS LES YEUX DE GAIA

**LE SATELLITE** DE L'AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE DOIT ÊTRE LANCÉ CET HIVER. UNE FOIS MIS EN ORBITE, IL AURA POUR MISSION DE RÉPERTORIER PLUS D'UN MILLIARD D'ÉTOILES ET DE MESURER LEUR POSITION ET LEURS MOUVEMENTS AVEC UNE PRÉCISION INÉGALÉE

« **G**aia va faire un malheur ! » lance Laurent Eyer, maître d'enseignement et de recherche au Département d'astronomie (Faculté des sciences), avec l'enthousiasme d'un impresario un peu nerveux vantant les mérites de sa ballerine favorite juste avant qu'elle n'entre en scène. Gaia, en l'occurrence, est un satellite d'observation astrophysique que l'Agence spatiale européenne (ESA) s'apprête à lancer depuis la base de Sinnamary près de Kourou en Guyane française (la fenêtre de tir se situe entre le 17 décembre et le 5 janvier). Avec une danseuse de ballet, l'appareil de l'espace partage au moins deux points communs : la capacité de tourner sans relâche sur lui-même sans attraper le tournis et le fait d'avoir des étoiles plein les yeux. Un milliard d'étoiles, pour être exact. L'objectif de la mission scientifique consiste en effet à mesurer, avec une précision inégalée, la

position, le mouvement, la couleur et l'éclat de plus de 1000 millions d'astres répartis sur toute la voûte céleste. Après cinq ans de prises de vues dans toutes les directions, les chercheurs pourront dresser la carte en trois dimensions de notre galaxie (la Voie lactée) la plus complète à ce jour. Une carte dynamique, qui plus est, puisqu'en connaissant la vitesse de déplacement des étoiles, il sera possible de calculer les trajectoires qu'elles suivront dans le futur.

« *L'appareil mesurera la position des étoiles sur la voûte céleste avec une précision de 24 microsecondes d'arc*, explique Laurent Eyer, qui est aussi membre du comité exécutif scientifique de Gaia. *Cette valeur correspond à l'angle sous lequel on verrait le diamètre d'une pièce de monnaie éloignée d'une distance aussi grande que celle qui sépare la Terre de la Lune. Grâce à la méthode dite de la parallaxe (une forme de triangulation), il sera possible de déterminer la distance de ces astres avec une erreur aussi petite que 0,001 %.* »

◀ **VUE D'ARTISTE DU SATELLITE GAIA** AVEC LE BOUCLIER THERMIQUE DÉPLOYÉ. L'APPAREIL, FABRIQUÉ PAR L'AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE (ESA), EMPORTE AVEC LUI UNE HORLOGE ATOMIQUE DE GRANDE PRÉCISION FABRIQUÉE PAR L'ENTREPRISE NEUCHÂTELOISE SPECTRATIME.

**PETITE HISTOIRE DES CATALOGUES ASTROMÉTRIQUES D'ÉTOILES,** QUI RÉFÉRENCENT LA POSITION, LA DISTANCE ET LE MOUVEMENT DES ASTRES.

**150 AVANT J.-C.:** **HIPPARQUE**, ASTRONOME GREC (UN MILLIER D'ÉTOILES AVEC UNE PRÉCISION DE MILLE SECONDES D'ARC, SOIT QUELQUES DEGRÉS).

**1598: TYCHO BRAHE**, ASTRONOME DANOIS (1004 ÉTOILES AVEC UNE PRÉCISION DE 30 SECONDES D'ARC).

**1725: JOHN FLAMSTEED**, ASTRONOME BRITANNIQUE (3000 ÉTOILES AVEC UNE PRÉCISION QUI S'APPROCHE DES 10 SECONDES D'ARC).

**1859: LE «BONNER DURCHMUSTERUNG»**, PAR L'ASTRONOME PRUSSIE FRIEDRICH WILHELM ARGELANDER (325 000 ÉTOILES AVEC UNE PRÉCISION D'UNE SECONDE D'ARC).

**1997: HIPPARCOS**, PAR L'ESA (120 000 ÉTOILES AVEC UNE PRÉCISION DE 0,001 SECONDE D'ARC).

**2019: GAIA**, PAR L'ESA (UN MILLIARD D'ÉTOILES AVEC UNE PRÉCISION DE 0,00001 SECONDE D'ARC).

En d'autres termes, Gaia produira le plus grand catalogue d'objets célestes jamais rassemblés avec une telle méticulosité. L'ouvrage ne pourra cependant pas être rangé dans une bibliothèque à côté de ses illustres prédécesseurs comme l'Almageste de Ptolémée, le catalogue de Tycho Brahe ou encore celui en 17 volumes d'Hipparcos, le satellite européen qui a précédé Gaia entre 1989 et 1993. Il faudrait pour cela disposer de 10 kilomètres de rayonnement. Les quelques pétaoctets d'informations (ou millions de milliards de caractères) contenues dans le catalogue de Gaia resteront donc sur des serveurs informatiques, accessibles à tous via Internet.

**Estomac galactique** Les mesures du satellite permettront, entre autres, de décrire beaucoup mieux qu'on ne le fait actuellement la structure de la galaxie. Comme une ville, cette dernière est composée de quartiers formés d'étoiles aux caractéristiques semblables. Grâce à l'analyse de la chimie des astres, les scientifiques pourront notamment déduire leur âge et la génération d'étoiles à laquelle ils appartiennent, ouvrant la porte sur l'histoire de la Voie lactée, de sa naissance à nos jours.

En passant en revue ce milliard de sources lumineuses, les astronomes pourront aussi se faire une meilleure idée de l'appétit de notre galaxie. Grâce au programme américain *Sloan Digital Sky Survey* lancé en 2000, on sait que, dans le passé, la Voie lactée a gobé (ou fusionné avec) quelques autres consœurs dont les étoiles, aujourd'hui mélangées, peuvent être reconnues par un mouvement, une distribution et une composition qui leur sont propres. Gaia effectuera une image sans équivalent de ce grand estomac galactique qui conserve très probablement des traces de bien d'autres gueuletons astronomiques.

Autre défi: la chasse à la matière noire. Les physiciens ignorent tout de la nature de cette matière. Selon eux, elle existe en grandes quantités dans l'espace interstellaire et intergalactique. La force de gravitation qu'elle exerce

permettrait d'expliquer les mouvements des étoiles et des galaxies. En mesurant la position et le mouvement d'un milliard d'étoiles, le satellite européen devrait contribuer à déterminer la distribution de cette matière noire dans la Voie lactée.

Dans un autre registre, le catalogue de Gaia comptera aussi des naines brunes, qui sont des étoiles qui n'ont pas acquis assez de masse pour déclencher une réaction de fusion en leur cœur. Se basant sur la théorie de la formation stel-

## DANS LE PASSÉ, LA VOIE LACTÉE A GOBÉ (OU FUSIONNÉ AVEC) QUELQUES AUTRES CONSŒURS

laire, les astronomes estiment que ces astres devraient être beaucoup plus nombreux que ceux que les télescopes parviennent à détecter aujourd'hui. L'œil acéré de Gaia permettra de repeupler ce « désert de naines brunes » avec des dizaines de milliers d'objets errant dans l'espace interstellaire ou orbitant autour d'autres étoiles.

**Cent millions d'étoiles variables** « Gaia tourne sur lui-même en six heures, explique Laurent Eyer. Sa caméra d'un milliard de pixels étant capable de pointer dans deux directions à la fois, chaque astre bénéficie d'un suivi régulier durant quelques heures à quelques jours avant de disparaître pour plusieurs mois, le temps que l'objectif de Gaia soit redirigé vers le même coin du ciel. En moyenne, chaque étoile sera mesurée 70 fois au cours des cinq ans. »

Ce suivi est particulièrement important pour le travail de l'astronome genevois. Sa tâche, au sein de la mission, consiste en effet à diriger une unité de coordination dédiée au traitement et à l'analyse des sources lumineuses



CETTE IMAGE DU CENTRE DE LA VOIE LACTÉE A ÉTÉ PRISE PAR LE TÉLESCOPE VISTA DE L'OBSERVATOIRE EUROPÉEN AUSTRAL (ESO) AU CHILI.

REPRÉSENTANT UNE PORTION DE LA CONSTELLATION DU SAGITTAIRE, CETTE PHOTOGRAPHIE CONTIENT UN MILLION D'ÉTOILES ENVIRON.

LE SATELLITE GAIA DÉTERMINERA LA POSITION ET LE MOUVEMENT DE MILLE FOIS PLUS D'ASTRES AVEC UNE PRÉCISION INÉGALÉE.

ESO/VISTA

dités variables. Tous les astres dont l'éclat n'est pas stable tombent dans son escarcelle: les pulsantes classiques, les systèmes doubles à éclipse, la présence de taches à la surface de l'astre en rotation, etc. Laurent Eyer estime que Gaia répertoriera une centaine de millions d'étoiles variables, soit 10% du catalogue.

Parmi elles, on trouvera plusieurs milliers de supernovas, c'est-à-dire des étoiles géantes qui explosent. Un système d'alerte précoce, basé à Cambridge en Grande-Bretagne, permettra d'avertir les astronomes du monde entier de la survenue d'un tel événement, avant même qu'il n'atteigne son maximum de brillance, leur laissant le temps de pointer leur télescope dans la bonne direction. La mesure de ce pic lumineux

est notamment essentielle pour le calcul de la distance de ces astres.

Par ailleurs, Gaia devrait détecter des phénomènes aussi divers que des étoiles dont la position et l'éclat dans le ciel changent sous l'effet du passage dans la ligne de visée d'une masse importante qui dévie momentanément les rayons de lumière (microlentille gravitationnelle); des planètes extrasolaires qui passent devant leur étoile et en diminuent l'éclat apparent (transit); des sursauts gamma (explosions titanesques et lointaines impliquant dans certains cas une étoile à neutrons et un trou noir); des quasars, etc.

Enfin, les astronomes s'attendent à ce que Gaia révolutionne les connaissances dans un

domaine nettement plus local: la détection des astéroïdes, notamment ceux qui menacent de tomber sur Terre. «*Gaia fera beaucoup mieux que tout ce qui existe actuellement*, note Laurent Eyer. *Il calculera avec une très haute précision les orbites des comètes et des astéroïdes vagabondant près de la Terre, dans la "ceinture d'astéroïdes" située entre Mars et Jupiter. On pourra en déduire, avec une précision inédite, les probabilités de collision avec notre planète.*»

Si ça se trouve, Gaia nous renseignera peut-être même sur la date de la fin du monde.

**Anton Vos**

CHANTIER ARCHÉOLOGIQUE

# UN FORMIDABLE TRÉSOR MIS AU JOUR À SAINT-ANTOINE

**LES FOUILLES**  
ENTREPRISES SUR  
L'ESPLANADE  
SAINT-ANTOINE DEPUIS  
MAI 2012 ONT LIVRÉ  
UNE IMPRESSIONNANTE  
MOISSON DE  
DÉCOUVERTES QUI  
PERMETTENT DE  
MIEUX COMPRENDRE  
LE PASSÉ DE GENÈVE  
DEPUIS L'ÉPOQUE  
ROMAINE.  
VISITE GUIDÉE

« **D**écouverte du siècle » pour les uns, trouvailles « exceptionnelles », « fabuleuses » ou « inespérées » pour les autres, les recherches archéologiques menées depuis mai 2012 sur l'Esplanade Saint-Antoine, à deux pas du Collège Calvin, suscitent l'enthousiasme tant auprès des scientifiques que des journalistes ou des hommes politiques.

La raison de cet engouement général tient non seulement à la nature et à la quantité des vestiges mis au jour par l'équipe de Jean Terrier, archéologue cantonal et professeur titulaire au sein de la Faculté des lettres, mais également à leur remarquable état de conservation.

Dès les premiers sondages, les fouilles ont ainsi révélé les murs des fortifications qui protégeaient le côté est de la ville au XVI<sup>e</sup> siècle (le Mottet de Saint-Laurent).

Les archéologues ont ensuite mis au jour une casemate de la même époque, puis une série de tombes.

Dans les couches inférieures sont apparues d'autres sépultures, nettement plus anciennes, ainsi que les fondations d'une église du V-VI<sup>e</sup> siècle et les soubassements d'un bâtiment romain érigé au I<sup>er</sup> siècle de notre ère. Enfin, que ce soit dans le matériel utilisé pour les remblais ou dans les tombes, de très nombreux objets de la vie quotidienne ont également été exhumés.

Extrêmement rare en milieu urbain, cette abondante moisson doit moins au hasard qu'au zèle que les Genevois ont mis à défendre leur

cité après la Réforme. C'est en effet grâce à la construction du Mottet de Saint-Laurent en 1537 que la zone a pu échapper aux chamboulements qu'a connus le sous-sol du reste de la ville avec la progression inexorable de ses fortifications qui, au XVIII<sup>e</sup> siècle, formaient une immense ceinture de 800 mètres de largeur

## **C'EST GRÂCE AU MOTTET DE SAINT-LAURENT QUE LE SITE A ÉCHAPPÉ AUX CHAMBOULEMENTS QU'A CONNUS LE RESTE DE LA VILLE**

avant d'être définitivement rasées vers 1850. Ici, heureusement, rien n'a bougé depuis le milieu du XVI<sup>e</sup> siècle.

La zone étant par ailleurs toute proche de l'axe principal autour duquel s'est développée l'urbanisation de la ville depuis l'époque antique, les chercheurs ont pu remonter jusqu'à l'époque romaine, en attendant de retrouver trace d'une possible occupation celtique, avérée sur les sites tout proches de la cathédrale Saint-Pierre et du Temple de Saint-Gervais. Visite guidée à l'heure où l'Université célèbre les 125 ans de l'enseignement de l'archéologie en ses murs.



### 1 LE MOTTET DE SAINT-LAURENT

Terre-plein en forme de prisme, le Mottet de Saint-Laurent a été construit en 1537 devant le mur d'enceinte de la ville. Délimité par un mur de 3 mètres de large, dont les fouilles ont permis de retrouver les flancs sud et est, cet ouvrage défensif, dont des éléments ont également été retrouvés dans la cour du Collège Calvin, précédait le bastion de Saint-Antoine, plus vaste et dont une partie du flanc sud et de la courtine sont aujourd'hui visibles depuis le parking souterrain du même nom.

### 2 LA CASEMATE DU BASTION DE SAINT-ANTOINE (HORS CADRE)

Cet ouvrage souterrain situé à l'extrémité sud-ouest de l'Esplanade et remarquablement bien conservé (sa voûte étant intacte) était utilisé

par la garnison pour rejoindre les chambres de tir, conservées dans le parking Saint-Antoine.

### 3 L'ÉGLISE DE SAINT-LAURENT

Même si son existence était mentionnée par des sources écrites depuis le XII<sup>e</sup> siècle, on ignorait jusqu'ici l'emplacement exact de l'église de Saint-Laurent. Pour l'équipe de Jean Terrier, il ne fait aucun doute que les murs retrouvés durant les fouilles constituaient la nef de cet édifice détruit en 1532. Un certain nombre de tombes ont été découvertes à l'intérieur de l'église, ainsi que dans un espace qui devait servir de cimetière et qui est situé devant sa façade occidentale. La construction de cette église est consécutive à l'installation d'un évêque à Genève en 380 et à l'adoption du christianisme comme religion d'Etat, ce qui se traduit notamment par

l'édification d'un groupe épiscopal comprenant trois cathédrales, un baptistère ainsi qu'un palais épiscopal. De grandes églises funéraires, comme celle de Saint-Laurent, situées dans des zones extérieures à la ville servent dès lors de lieu de sépulture à une grande partie de la population. Même si, jusqu'à l'époque de Charlemagne, les évêques rappellent à chaque concile les interdits, dont celui d'enterrer à l'intérieur des églises, la présence de défunts dans le périmètre de l'église s'explique par le fait que cette pratique constitue une telle source de revenu pour le clergé que les transgressions sont fréquentes.

### 4 LES SÉPULTURES

Environ 160 tombes installées entre le IV<sup>e</sup> et le XII<sup>e</sup> siècle ont été dégagées jusqu'ici par les chercheurs. Une partie des défunts ont été ensevelis en pleine terre, les autres ont été déposés

dans des coffres constitués de dalles de molasse. Les tombes les plus anciennes sont comparables à celles qui ont été retrouvées dans la cour de la prison Saint-Antoine, à l'emplacement d'une ancienne domus romaine, ainsi que dans le quartier de la Madeleine. Fait rarissime, certaines des tombes des VI<sup>e</sup> et VII<sup>e</sup> siècles, situées à l'intérieur du périmètre de l'église et probablement au niveau du sol, étaient encore couvertes par une dalle de pierre indiquant leur présence.

Deux tombes conservent par ailleurs des inscriptions. La première sépulture date de l'époque chrétienne, mais son coffre a été fabriqué à partir d'un bloc antique portant une inscription païenne dédiée au dieu Mercure. La seconde se trouvait à l'intérieur de l'église, elle est marquée au sol par une dalle où sont gravés le nom et la qualité



de cette personne inhumée dans le courant du VI<sup>e</sup> siècle, une religieuse appelée Lassara ou Massara.

Enfin, les chercheurs ont également dégagé des sépultures collectives. Certaines ont été réutilisées au cours du temps, le corps précédant étant dans ce cas poussé au fond de la tombe, ce qui était une pratique courante à l'époque. Les autres abritent plusieurs individus ensevelis simultanément. C'est notamment le cas pour un groupe composé de quatre sépultures multiples contenant des adolescents (trois fois deux personnes et une fois trois personnes). Réunis alors que cela ne correspond pas aux rites connus de l'époque, ils ont été déposés avec un soin qui n'a pas manqué d'attirer l'attention des chercheurs. Probablement décédés de manière brutale, ils ont peut-être succombé à un épisode de

peste. Pour en savoir davantage, des prélèvements ADN ont été effectués ce printemps sur six d'entre eux.

#### 5 LA MAISON ROMAINE

Construite à l'époque où Genève était encore une ville secondaire, la capitale régionale étant Nyon (Noviodunum), cet édifice dont il ne reste que les soubassements devait se situer dans la pente, à l'arrière des bâtiments principaux du quartier. Servant probablement à stocker des denrées périssables, il est équipé d'un système de vide sanitaire fabriqué à partir d'amphores à huile d'olive renversées. Un système connu à l'époque romaine, mais dont aucun exemple n'avait jusqu'ici été retrouvé à Genève. La construction du bâtiment remonte au I<sup>er</sup> siècle après J.-C., mais les tessons de céramique retrouvés dans les remblais ultérieurs indiquent que la zone a été occupée jusqu'au II<sup>e</sup> siècle

avant d'être abandonnée suite à la construction d'une enceinte réduite au sommet de la colline Saint-Pierre laissant ce quartier sans protection. C'est dans les ruines de ces bâtiments que vont progressivement être installées des sépultures, transformant les lieux en aire funéraire.

#### LES OBJETS

Dans le matériel de remblais, à proximité ou à l'intérieur des sépultures, une grande quantité d'objets ont été mis au jour sur tout le périmètre du chantier. Pour la période romaine, il s'agit notamment de nombreuses lampes à huile. Produits en série, ces luminaires sont souvent ornés de motifs décoratifs évoquant la vie quotidienne. Offerte pour le Nouvel An, l'une d'entre elles est décorée d'une devise (« Que la nouvelle année te soit heureuse et prospère »), ainsi que des présents que l'on s'offrait à ce

moment de l'année (dattes et autres fruits, pièces de monnaie). Elle arbore également une représentation de Janus, la divinité tutélaire du mois de janvier et différents thèmes illustrant la paix instaurée par l'empereur Auguste.

Des amphores, des fibules (des agrafes servant à attacher les vêtements sur les épaules), ainsi que des stylets en os servant à l'écriture, des ustensiles de maquillage, quelques couteaux de cuisine, des clous de chaussure et des bijoux (sans doute destinés à accompagner les défunts dans l'au-delà) figurent par ailleurs à l'inventaire des archéologues. On y trouve en outre une multitude de jetons de jeux. En os ou en pierre polie, ces objets très courants à l'époque, servaient aussi bien à des jeux de société que comme éléments de comptage ou comme viatique porte-bonheur pour les morts.

PROJET ACQWA

---

# GESTION DE L'EAU:

## LA FIN DE L'«INCERTITUDE PRÉVISIBLE»

**LE REcul** DES GLACIERS, LES MODIFICATIONS DU RÉGIME DES PRÉCIPITATIONS ET LA HAUSSE DES TEMPÉRATURES VONT BOULEVERSER LE RÉGIME HYDROLOGIQUE DANS LES RÉGIONS DE MONTAGNE D'ICI À 2050. LE PROJET ACQWA ÉVALUE LES CONSÉQUENCES SUR LES RESSOURCES EN EAU

---



**S**i la forêt amazonienne est le poumon de la planète, les montagnes en sont le château d'eau. Source de 60% des eaux de surface au niveau planétaire, ces régions s'avèrent cependant très sensibles à l'évolution du climat, puisque la hausse des températures y est deux ou trois fois plus rapide que la moyenne. Evaluer l'impact du réchauffement climatique sur les ressources en eau qui s'y trouvent, cerner l'effet de ces changements sur l'économie comme sur l'environnement et dessiner des stratégies d'adaptation : tels étaient les principaux objectifs d'ACQWA (Assessing climate impacts on the quantity and quality of water).

Pour relever le défi, les équipes mobilisées dans le cadre de ce projet européen lancé et coordonné depuis 2008 par le professeur Martin Beniston, directeur de l'Institut des sciences de l'environnement de l'UNIGE, ont concentré leur attention sur cinq sites principaux : la vallée du Rhône et la plaine du Pô dans les Alpes, les alentours de l'Aconcagua au Chili, les régions de l'Amou-Darya et du Syr-Darya au Kirghizistan. Leurs résultats ont été présentés le 4 septembre dernier au siège de l'Organisation météorologique mondiale à Genève. Malgré les efforts déployés (11 millions de francs de budget et une centaine de chercheurs issus d'une trentaine d'institutions réparties dans dix pays) et la complexité des modèles mathématiques utilisés, le premier constat qui s'impose est qu'il reste très difficile de donner une image univoque de ce que sera le climat des régions de montagne en 2050, compte tenu notamment des incertitudes sur les émissions futures de gaz à effet de serre. Selon les chercheurs, il est donc essentiel que les décideurs songent dès aujourd'hui à conserver une certaine marge de manœuvre dans leurs prévisions pour éviter toute mauvaise surprise.

Globalement, les résultats obtenus par les différentes équipes d'ACQWA permettent toutefois d'établir certains faits. Ainsi, il est acquis qu'il fera plus chaud qu'aujourd'hui dans les régions de montagne, que les étés y seront plus secs et que les précipitations y seront plus abondantes durant l'hiver.

Les conséquences de ces changements sont multiples. L'allongement de la période de croissance des végétaux permettra, par exemple, d'augmenter le rendement des cultures. En contrepartie, ces dernières exigeront davantage d'eau et seront plus exposées aux risques de sécheresses et de canicules estivales.

L'augmentation des chutes de neige, elle, n'empêchera pas le recul des glaciers mais se traduira par des fontes plus importantes au printemps, ce qui, associé au réchauffement du permafrost, risque de générer des crues, des chutes de pierres ou des coulées de lave torrentielles d'une amplitude supérieure à celle que l'on connaît aujourd'hui.

Comme l'indiquent les chercheurs, le moment de l'année où le débit des rivières est le plus élevé est par ailleurs en train de se déplacer de l'été vers le printemps. Conséquence : certaines populations, notamment au Kirghizistan, risquent d'être privées d'eau au moment où celle-ci est la plus nécessaire autant pour l'irrigation que pour la consommation domestique. Sans oublier les importants conflits d'intérêts entre l'agriculture, le tourisme et l'industrie hydroélectrique que cette situation ne manquera pas de créer, tant dans les Alpes que dans les autres zones d'études du projet ACQWA.

**LES DÉCIDEURS  
DOIVENT SONGER  
DÈS AUJOURD'HUI  
À CONSERVER  
UNE CERTAINE  
MARGE DE  
MANŒUVRE  
DANS LEURS  
PRÉVISIONS**

Dossier réalisé par Vincent Monnet et Anton Vos

## GOVERNANCE DES BASSINS-VERSANTS

# «LE SYSTÈME DE GOUVERNANCE DU VALAIS MANQUE DE SOUPLESSE»

**D'ICI À 2050** EN VALAIS, LES RESSOURCES EN EAU VONT CONNAÎTRE DES BOULEVERSEMENTS DUS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES. POUR ÉVITER LES CONFLITS ENTRE RÉGIONS ET SECTEURS D'ACTIVITÉS, L'ADMINISTRATION ET LA LÉGISLATION DOIVENT S'ADAPTER, ESTIMENT LES CHERCHEURS

**L'**«incertitude prévisible», en matière de gestion de l'eau, est en passe de devenir une «incertitude imprévisible». Jusqu'à présent, en effet, lors de la construction d'infrastructures ou le développement de l'agriculture dans les régions de montagne comme le Valais, on a toujours estimé que les fluctuations futures des précipitations, de la température, des crues et d'autres événements hydrologiques resteraient confinés entre les extrêmes enregistrés au cours de l'histoire.

Malheureusement, les changements climatiques, dont les conséquences déjà visibles ne feront que s'accroître avec le temps, modifient la donne. La variabilité du cycle hydrologique s'accroîtra, les extrêmes prendront plus d'ampleur, et toute tentative de planification deviendra plus ardue.

Après analyse de la situation, les chercheurs du projet ACQWA constatent que le système de gouvernance qui existe actuellement en Valais n'a pas la flexibilité ni la capacité d'adaptation nécessaires pour se prémunir contre cette évolution. Ils proposent donc des pistes pour y remédier. Explications avec Margot Hill, chercheuse à l'Institut des sciences de l'environnement.

«Les ressources en eau subissent de nombreuses pressions, précise la chercheuse. Dans ce contexte, les changements climatiques ne représentent qu'une composante supplémentaire du bouleversement que vivent les montagnes. Mais cette composante a la spécificité d'exacerber toutes les autres, surtout en période de pic.»

Selon les projections réalisées par les chercheurs

d'ACQWA, le débit total des cours d'eau ne subira pas de grands changements. Toutefois, durant les prochaines décennies, les étés seront en moyenne de plus en plus secs et les précipitations plus intenses au printemps et en automne. Le recul des glaciers entraînera, à terme, une diminution de la quantité d'eau de fonte dans les torrents. La température, quant à elle, augmentera d'un peu moins d'un degré avec des pics dans certaines régions.

**« NOUS N'AVONS MÊME PAS UNE BASE DE DONNÉES COMMUNE SUR LES RESSOURCES EN EAU. CHAQUE SECTEUR (AGRICULTURE, ÉNERGIE, ENVIRONNEMENT...) POSSÈDE LA SIENNE »**

**Grandes variations** Cette évolution ne suivra pas une courbe lisse. Elle sera au contraire marquée par de grandes variations. C'est la tendance générale, calculée sur plusieurs décennies, qui suivra la direction dictée par les changements climatiques.

«Les problèmes apparaîtront localement et se traduiront en particulier par des manques d'eau à la fin de l'été, surtout dans les vallées de la rive droite plus exposées au soleil, note Margot Hill. Cette situation est susceptible de créer des tensions entre les régions ou entre les secteurs d'activité comme le tourisme, l'agriculture, la production d'énergie ou encore la consommation d'eau privée. Sans oublier la

préservation de l'environnement qui, en retour, fournit le précieux liquide.»

La particularité du Valais est que la gestion de l'eau se trouve en grande partie entre les mains des communes voire, pour certains usages, entre celles des privés. Il n'y a que le Rhône qui soit géré par le canton. Toutes les vallées latérales



échappent à son contrôle. Il en découle un risque important de blocage à un niveau régional, voire cantonal.

*«Ce niveau d'autonomie municipale entrave la planification de la gestion à plus long terme de l'eau sur l'ensemble d'un bassin-versant, souligne la chercheuse. Il manque aussi des mécanismes formels pour gérer la compétition ou la collaboration entre les différents secteurs dans un même bassin-versant. Il existe bien des règles entre les communes et les entreprises privées, par exemple, mais elles sont informelles.»*

Pour ne prendre que cet exemple, les concessions des barrages hydroélectriques, ouvrages essentiels dans la redistribution de l'eau au cours de l'année, sont octroyées par les communes aux entreprises qui les exploitent et leur durée atteint entre cinquante et cent ans. Cette situation n'est pas des plus adaptées aux bouleversements futurs. La fonte de plus en plus précoce des neiges au printemps et le recul des glaciers modifieront en effet l'alimentation des lacs de retenue, ajoutant une couche supplémentaire d'incertitudes sur les prévisions hydrologiques (lire en page 32).

**Éviter les conflits d'intérêts** *«Ce qui manque, c'est une vision politique globale qui traverse les régions et les secteurs d'activité,*

*résume Margot Hill. Il faudrait un organisme cantonal qui puisse gérer les ressources en eau de manière proactive et en évitant les conflits d'intérêts, tout en intégrant les données et les scénarios issus de la recherche scientifique sur le climat.»*

La chercheuse préconise par ailleurs que les ressources en eau et leur gestion soient soumises à une révision régulière afin de pouvoir réajuster les règles et les lois en fonction des changements intervenus. Des procédures devraient également exister à une échelle plus grande que celle de la commune, notamment pour faire face à des pénuries locales d'eau ou d'engorgement de l'acheminement du précieux liquide. Se basant sur ce qui existe dans d'autres pays, Margot Hill évoque également la possibilité de mise en place d'un système de licences (notamment pour l'eau potable) qui soit limité dans le temps et surtout qui puisse intégrer les différents usages possibles de l'eau.

Selon elle, ces changements sont indispensables pour que, sur le terrain, des solutions concrètes puissent être mises en œuvre : rassembler les autorités compétentes dans la gestion des sols et celles dédiées à la gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants ; favoriser la renaturation des cours d'eau, comme cela est d'ailleurs prévu avec la troisième correction

L'EAU DANS LES MONTAGNES A DE MULTIPLES USAGES: EAU POTABLE, IRRIGATION, INDUSTRIE, PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ, TOURISME (CANONS À NEIGE), ÉCOLOGIE (RENATURATION DES COURS D'EAU)...



du Rhône; diversifier le tourisme de manière à ce que ce secteur ne dépende plus autant de la production de neige artificielle après 2050; promouvoir des pratiques agricoles plus adaptées aux nouvelles conditions climatiques en favorisant notamment la capacité de rétention d'eau des sols; optimiser la gestion des réservoirs et des lacs en les destinant par exemple à des usages multiples et redondants afin de disposer d'une marge de manœuvre suffisante en cas d'événement climatique inattendu.

**Fixer les priorités** L'idéal, finalement, serait de disposer en Valais d'un Centre cantonal de compétence sur l'eau. Ce sur quoi l'administration du canton, conscient du problème, planche depuis plusieurs années. «*Nous avons commencé par déterminer la stratégie que devrait suivre le canton en matière de gestion de l'eau*, explique Richard Zurwerra, chef de l'Office des améliorations structurelles du Service de l'agriculture au sein du Département valaisan de l'économie, de l'énergie et du territoire. *Elle devra s'articuler autour des objectifs suivants: accès à l'eau potable, protection contre les dangers naturels, production d'énergie hydroélectrique, approvisionnement pour l'agriculture, l'industrie et le tourisme, conservation des écosystèmes le long des cours d'eau, sensibilisation de la population et consolidation de la recherche et du développement.*»

L'établissement formel de l'ordre des priorités – en les faisant entrer dans la loi par exemple – ne se fera pas sans

mal. Si l'accès à l'eau potable peut facilement prétendre à la première place, les autres donneront forcément lieu à de sérieuses bagarres, entre les différents secteurs impliqués, mais aussi entre le canton et les communes, très autonomes et sans lesquelles il ne sera pas possible d'avancer.

«*En Valais, nous avons l'habitude des batailles autour de l'eau*, tempère Richard Zurwerra. *Les premiers écrits que l'on a retrouvés dans les archives cantonales en font déjà mention. Elles ont été ravivées lors de la construction des barrages, ce qui a notamment débouché sur la décision que l'irrigation devait primer sur le turbinage électrique. Avec les principales concessions qui arriveront à terme entre 2020 et 2060, nous savons que les conflits reprendront avec l'ingrédient supplémentaire des changements climatiques.*»

C'est justement pour répondre à ce risque que le canton cherche à mettre sur pied ce Centre de compétences sur l'eau. A cause du manque de moyens, les discussions actuelles ne s'orientent cependant pas vers la création d'un nouveau service dédié à la gestion de l'eau mais plutôt vers la mise en place, au sein de l'administration, d'une plateforme ou d'un instrument de coordination où pourraient se retrouver les responsables des différents services concernés.

«*A l'heure actuelle, chacun fait correctement son travail mais sans sortir de son secteur*, déplore Richard Zurwerra. *Nous n'avons même pas une base de données commune sur les ressources en eau. Chaque secteur (agriculture, énergie, environnement...) possède la sienne.*»

LARVE DE «DIAMESA LATITARSIS», UNE ESPÈCE D'INSECTE QUI VIT DANS LES TORRENTS INSTABLES, FROIDS ET TROUBLES DES COURS D'EAU À LA SORTIE DES GLACIERS.



BRIGITTE LODS-CROZET/MUSÉE ZOOLOGIQUE DE LAUSANNE

DISPARITION D'UN ÉCOSYSTÈME

## LE RETRAIT DES GLACIERS MINE LA BIODIVERSITÉ. ET ALORS?

**PLUSIEURS** ESPÈCES D'INVERTÉBRÉS, ADAPTÉES AUX CONDITIONS DE VIE TRÈS RUDES DES RIVIÈRES GLACIAIRES, DISPARAÎTRONT EN MÊME TEMPS QUE LES GLACIERS. ELLES SERONT REMPLACÉES PAR D'AUTRES, VENUES DE PLUS BAS, QUI PRENDRONT LEURS FONCTIONS ÉCOLOGIQUES

**C'**est inexorable. La fonte des glaciers entraînera la disparition d'espèces d'invertébrés spécialement adaptées à la vie dans l'eau glacée et trouble jaillissant de ces champs de glaces. En d'autres termes, la Suisse doit se préparer à perdre irrémédiablement une forme de biodiversité à haute valeur patrimoniale puisqu'elle n'existe que dans les premiers tronçons de ses rivières glaciaires. Face à cette perte biologique, Alexander Milner, professeur à l'Université de Birmingham, spécialiste des écosystèmes des rivières et membre du projet ACQWA, s'est fendu d'un commentaire pour le moins provocateur : «*Est-ce vraiment si important ?*» Le point de vue iconoclaste du chercheur britannique s'explique par un raisonnement fonctionnel. Ce qui est important, pour lui, c'est que les fonctions biologiques essentielles que remplit cette microfaune (la dégradation de la matière organique grossière, le filtrage de l'eau, la consommation des ressources, etc.) soient préservées. Et il se trouve que les espèces qui disparaîtront en même temps que le tarissement de l'eau de fonte des glaciers seront aussitôt remplacées par d'autres qui jouent actuellement le même rôle biologique mais plus en aval. Explications.

«*La biodiversité est une notion plus complexe qu'il n'y paraît, relève Emmanuel Castella, maître d'enseignement et de recherche à l'Institut des sciences de l'environnement. En restant dans l'exemple des cours d'eau glaciaires, on peut estimer leur biodiversité en comptant le nombre d'espèces vivant dans une portion de torrent. Il est également possible de la mesurer à une*

*échelle plus grande en observant la diversité des espèces existant entre plusieurs rivières comparables. Un autre indicateur valable est la diversité génétique présente au sein d'une seule espèce.*»

De manière générale, plus un écosystème est riche en espèces, plus il est robuste et susceptible de s'adapter aux changements de conditions. Dans cette optique, la disparition de formes de vie endémiques représente évidemment une perte irremplaçable. À première vue, c'est un peu comme si la «*valeur biologique*» de la Suisse allait chuter d'un cran.

**Moucherons sans ailes** En l'occurrence, les animaux dont il faut d'ores et déjà faire le deuil sont essentiellement des larves d'insectes (du genre *Diamesa*, notamment) qui ne sortent de la rivière, dans leur phase adulte, que durant un très court laps de temps, juste assez pour se reproduire et mourir. Ce sont souvent des moucherons dépourvus d'ailes pour offrir moins de prises au vent et au froid. Le reste du temps, les larves survivent aux conditions stressantes offertes par les rivières glaciaires : le lit du torrent est très instable, la température ne dépasse pas 1 °C, l'eau est troublée par des sédiments minéraux rendus par le glacier (la farine glaciaire).

Les travaux d'Alexander Milner ont porté sur une demi-douzaine de minuscules glaciers des Pyrénées françaises. Ces derniers, dont la surface est comprise entre 0,08 km<sup>2</sup> et 0,46 km<sup>2</sup>, sont passablement éloignés des Alpes helvétiques mais leur évolution préfigure ce qui se passera en Suisse dans 50 à 100 ans, en tout cas pour les glaciers de petite taille.



**VUE AÉRIENNE DU  
GLACIER DU RHÔNE  
DANS LES ANNÉES  
1990. ON APERÇOIT AU  
PREMIER PLAN LA VALLÉE  
DE LA MUTT, LE PREMIER  
AFFLUENT DU RHÔNE.**

DÉPUIS 1850, LE GLACIER  
A RECLÉ DE 2,3 KM,  
DONT LA MOITIÉ AVANT  
LE DÉBUT DES MESURES  
EN 1880.

IL A NÉANMOINS VÉCU  
QUELQUES AVANCÉES,  
NOTAMMENT ENTRE  
1915 ET 1921.

UNE PHASE DE RETRAIT  
RAPIDE S'EST PRODUITE  
ENTRE 1942 ET 1951  
(-359 M EN NEUF ANS).

DÉPUIS, LE GLACIER A  
CONTINUÉ SON RECLÉ  
DE FAÇON PLUS LENTE  
(-255 M EN CINQUANTE  
ANS).

AUJOURD'HUI, LE GLA-  
CIER DU RHÔNE MESURE  
ENCORE PLUS DE 9 KM  
DE LONGUEUR.

Ses observations, qui s'étalent sur plus d'une décennie, couplées à des modèles de simulation incluant des scénarios climatiques et hydrologiques, ont produit des prédictions jusqu'en 2080. Au cours de ce laps de temps, la contribution de l'eau de fonte des glaciers devrait s'effacer au profit de celle des précipitations. La pluie, la fonte de la neige et l'eau souterraine génèrent, quant à elles, des conditions de vie nettement plus stables pour les insectes.

**Nouveaux prédateurs** Résultat: à la sortie des glaciers, le nombre d'espèces du genre *Diamesa* et leurs consœurs des têtes de torrents vont progressivement diminuer jusqu'à disparaître totalement vers 2080. Dans le même temps, dès les années 2020, les espèces vivant plus en aval, beaucoup plus nombreuses et diversifiées que les *Diamesa*, commenceront à coloniser la source des torrents. Ce faisant, elles modifieront l'équilibre de l'écosystème, notamment en introduisant de nouveaux prédateurs, ce qui ne fera qu'accélérer le processus d'extinction.

*«D'un côté, les premiers tronçons des torrents glaciaires perdront de la biodiversité avec la disparition des Diamesa mais, d'un autre, ils en gagneront avec l'arrivée de ces espèces venues de plus bas, commente Emmanuel Castella. Il est indéniable que si l'on restait au même endroit au bord de la rivière durant cinquante à cent ans, on assisterait à une augmentation progressive du nombre d'espèces. Le paradoxe ne s'arrête d'ailleurs pas là. Cette évolution entraînera en effet une homogénéisation de la biodiversité à l'échelle régionale. Les espèces qui vont remplacer les Diamesa sont certes plus nombreuses mais ce sont les mêmes dans toutes les vallées.»*

## «LES ESPÈCES QUI VONT REMPLACER LES “DIAMESA” SONT CERTES PLUS NOMBREUSES, MAIS CE SONT LES MÊMES DANS TOUTES LES VALLÉES.»

EMMANUEL CASTELLA, MAÎTRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE À L'INSTITUT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Alexander Milner s'est aussi intéressé à la diversité génétique au sein d'une autre espèce d'éphémères habitant les rivières glaciaires (*Baetis alpinus*). Selon son analyse, cette diversité devrait elle aussi diminuer avec la disparition des conditions extrêmes de vie générée par l'eau de fonte des glaciers.

En conclusion, afin de ne pas accélérer inutilement un processus qui semble de toute façon inévitable – qui peut empêcher la fonte des glaciers? –, le chercheur britannique recommande de limiter au maximum les facteurs de stress supplémentaires, comme le pâturage par bétail, la captation d'eau pour l'irrigation ou la production hydroélectrique.

## LA CAMARGUE, BIENTÔT ENTRE LES BRAS DE LA MUTT

Il y a quelques années, des chercheurs des Ecoles polytechniques de Lausanne et de Zurich ont réalisé une simulation prédisant que le glacier du Rhône allait totalement disparaître d'ici à 2100. Si cela devait se produire, il est possible que le fleuve qui s'écoule jusqu'en Méditerranée doive changer de nom. En effet, les scientifiques estiment que sans glacier pour l'alimenter et ne dépendant plus que des précipitations et de l'eau souterraine, le débit du premier tronçon du Rhône ne pourrait plus rivaliser avec celui de son premier affluent actuel qui le rejoint à un kilomètre au-dessus du village de Gletsch, sur sa rive gauche: la Mutt. Du coup,

verra-t-on la Camargue tomber entre les bras de la Mutt? L'appellation contrôlée des Côtes de la Mutt séduira-t-elle autant les amateurs de vin que son homologue rhodanien? Et que dire des touristes fortunés cherchant à Genève la fameuse rue de la Mutt pour faire leurs emplettes de luxe? Ce changement de nom est peu probable. Ce n'est pas la première fois que la règle, selon laquelle l'affluent au plus gros débit donne son nom à la rivière en aval, ne soit pas respectée. En revanche, la modification des débits des torrents glaciaires a, quant à elle, plus de chances de se réaliser. Emmanuel Castella, maître d'enseignement et de recherche à l'Institut

des sciences de l'environnement, étudie depuis plusieurs années le glacier de la Mutt. Actuellement en cours, ses recherches comprennent notamment l'analyse de la biodiversité du cours d'eau issue de ce petit champ de glace d'un demi-kilomètre carré. Pour l'instant, les données sont cohérentes avec les résultats obtenus par Alexander Milner, professeur à l'Université de Birmingham (lire ci-dessus). Le torrent glaciaire de la Mutt suit également la même évolution hydrologique, avec seulement quelques décennies de retard, que ceux des Pyrénées étudiés par le chercheur britannique. Le glacier, en pleine phase de recul, n'alimentera bientôt

plus le cours d'eau. Le maximum du débit, aujourd'hui encore situé en juillet-août, se décale lentement vers le printemps, dépendant de plus en plus des précipitations neigeuses. Et le débit accusera une perte considérable durant la saison chaude qui deviendra plus sèche que par le passé. Dans certains cas, ce phénomène pourrait entraîner l'assèchement du cours d'eau si les précipitations et l'eau stockée dans le sous-sol ne sont pas suffisantes pour l'alimenter. Et à ce petit jeu, qui deviendra effectif dans un siècle, la Mutt devrait s'en sortir mieux que le premier tronçon du Rhône, estiment les spécialistes.

REPORTAGE À GASENRIED

# DANS LES PENTES DU RITIGRABEN, SUR LES TRACES DES LAVES TORRENTIELLES

**LES COULÉES DÉVASTATRICES** OÙ SE MÊLENT EAU, TERRE ET PIERRES DEVRAIENT ÊTRE MOINS FRÉQUENTES MAIS PLUS VIOLENTES AU MILIEU DU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE. C'EST LE PRINCIPAL RÉSULTAT DES TRAVAUX MENÉS DANS LE CADRE DU PROJET ACQWA DANS LA VALLÉE DE ZERMATT

**C**oincée entre Zermatt et le Mont Rose, la région du Ritigraben abrite un site qui fait figure de référence incontournable pour tous les spécialistes des laves torrentielles. On y trouve en effet le cône de déjection de ces redoutables coulées le plus étudié au monde. Responsable scientifique du projet ACQWA et professeur assistant au sein de la Section des sciences de la Terre, Markus Stoffel y est pour beaucoup. Né à Viège, un peu plus bas dans la vallée, il connaît en effet comme sa poche chaque sentier, chaque arbre et chaque caillou de cette région dont il a fait son laboratoire. Reportage.

La meilleure façon de se faire une idée du potentiel devastateur des laves torrentielles est peut-être de faire le voyage jusqu'à Gasenried, dans la vallée de la Viège. Peu avant l'entrée dans la forêt se trouve un petit pont de béton. C'est sous cet ouvrage anodin qu'est passée, en septembre 1993, la «mère» de toutes les laves torrentielles. «L'événement, une succession de 11 coulées, a charrié 60 000 m<sup>3</sup> de matériaux, soit l'équivalent de 10 000 camions de chantier, et provoqué des centaines de milliers de francs de dégâts», explique Markus Stoffel.

Jusqu'à là le chenal mesurait environ 2 mètres de large pour une profondeur à peu près égale. Après le passage des laves torrentielles, il était devenu cinq fois plus grand. Le spectacle est éloquent : sur 10 bons mètres, les énormes blocs de pierre qui formaient le front de la coulée ont tout arraché, laissant derrière eux une tranchée chaotique aux flancs lacérés. «J'ai assisté à quelques coulées de laves torrentielles beaucoup moins importantes durant mes recherches», ajoute Markus Stoffel. Et c'était déjà extrêmement impressionnant. Sous l'effet des vibrations, je sentais la terre trembler sous mes pieds et puis il y avait cet énorme grondement qui faisait penser à un avion au décollage.

Bien qu'exceptionnelle par son ampleur, la coulée survenue au Ritigraben en septembre 1993, était loin d'être une

première. On savait en effet déjà à l'époque que de tels événements étaient survenus dans l'ensemble des Alpes depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Ce qu'on ignorait en revanche, c'est leur fréquence et la nature du lien qu'ils pouvaient avoir avec l'évolution du climat.

«Outre la coulée du Ritigraben, il y a eu de nombreuses autres catastrophes naturelles dans les années 1990, comme les inondations de Brigue», explique Markus Stoffel. Compte tenu de l'ampleur des dégâts occasionnés (650 millions de francs dans le cas de Brigue), les autorités ont lancé un Programme national de recherche sur le sujet (le PNR 31) pour tenter d'y voir plus clair.

**EN SEPTEMBRE 1993, LA «MÈRE» DE TOUTES LES LAVES TORRENTIELLES A CHARRIÉ L'ÉQUIVALENT DE 10 000 CAMIONS DE CHANTIER**

Concernant les laves torrentielles sur le site du Ritigraben, les résultats obtenus ont permis de répertorier une dizaine d'événements depuis 1922. Avec des coulées en 1987, 1991, 1993 et 1994, on pouvait avoir l'impression que les choses s'étaient accélérées à la fin du XX<sup>e</sup> siècle et qu'il s'agissait d'un signe clair du changement climatique en cours. Nous savons aujourd'hui que ce n'est pas le cas : même si la trace la plus ancienne que nous avons retrouvée dans la région remonte au XVI<sup>e</sup> siècle, les laves tor-

rentielles existent probablement depuis toujours. Par ailleurs, nous avons pu démontrer dans le cadre d'ACQWA que même si elles seront probablement plus violentes dans le futur, leur fréquence devrait diminuer au cours des prochaines décennies.

**Un site unique** Ces certitudes, Markus Stoffel les tire d'une connaissance minutieuse de ce site tout à fait unique. Surplombé par la silhouette cornue du Gabelhorn, un glacier rocheux qui culmine à 2600 mètres, le versant très pentu du Ritigraben forme un replat à hauteur de la forêt, ce qui offre un double avantage aux scientifiques. D'une part, parce que la réduction de la pente permet de freiner les coulées avant qu'elles ne chutent dans la plaine et donc aux énormes blocs de pierre qu'elles charrient de se déposer «in situ».

DOMINÉS PAR LE GLACIER  
ROCHEUX DU GABELHORN,  
LES VERSANTS DU  
RITIGRABEN ONT CONNUS  
124 COULÉES DE LAVES  
TORRENTIELLES DEPUIS 1570  
(ICI LES TRACES LAISSÉES  
PAR UN ÉVÈNEMENT  
REMONTANT À 1890).





TORDU PAR LE POIDS D'UNE COULÉE SURVENUE EN 1922, CET ARBRE A FORMÉ DU BOIS DE COMPRESSION POUR SE REDRESSER, PROCESSUS QUI A PRIS PLUSIEURS ANNÉES.

**COUPE D'UN MÉLÈZE** DONT L'ÉCORCE A ÉTÉ ARRACHÉE PAR UNE COULÉE DE LAVE TORRENTIELLE LE 24 SEPTEMBRE 1993.

AU MOMENT OÙ L'ARBRE A ÉTÉ ABATTU, SOIT VINGT ANS PLUS TARD, LA PLAIE ÉTAIT QUASIMENT REFERMÉE SUR SON CÔTÉ GAUCHE. À TERME, TOUTE TRACE EXTÉRIEURE DU TRAUMATISME AURAIT FINI PAR DISPARAÎTRE.



UN ARBRE FORMANT UN CERNE PAR AN, IL SUFFIT AUX CHERCHEURS DE COMPTER CES DERNIERS POUR DATER L'ANNÉE D'UN IMPACT.

DANS CERTAINS CAS, LA POSITION DE LA BLESSURE À L'INTÉRIEUR DU CERNE PERMET DE DATER L'ÉVÉNEMENT AVEC UNE RÉOLUTION MENSUELLE, À CONDITION QU'IL SE SOIT PRODUIT DURANT LA PÉRIODE DE CROISSANCE DE L'ARBRE, C'EST-À-DIRE ENTRE FIN MAI ET DÉBUT OCTOBRE.



CET ÉNORME ROCHER TÉMOIGNE DE LA PUISSANCE DES LAVES TORRENTIELLES SURVENUES DANS LA VALLÉE DE ZERMATT EN SEPTEMBRE 1993.

De l'autre, parce que les arbres, qui peuvent avoir jusqu'à 800 ans dans ce coin de la Suisse, ont conservé dans le bois la mémoire des divers traumatismes qu'ils ont subis au cours de ces événements. Encore faut-il être capable de déchiffrer ce genre d'archives, un art dans lequel Markus Stoffel est passé maître.

A quelques dizaines de mètres de l'endroit où l'on quitte la route pour s'enfoncer sous les mélèzes, le géographe indique ainsi une sorte de chemin creux couvert de végétation et au milieu duquel poussent quelques conifères. L'endroit qui semble tout à fait banal au premier regard est en fait un ancien chenal creusé par une coulée de lave torrentielle, ce dont témoignent notamment les gros blocs de pierre qui affleurent sur ces rives et la courbure caractéristiques de certains arbres.

Quelques centaines de mètres plus loin, deux vieux mélèzes semblent perdus au milieu d'une vaste clairière dont le sol est couvert d'un capharnaüm de gros rocs aux contours saillants. « *C'est le résultat d'une coulée qui s'est produite en 1890 et qui a tout détruit sur son passage avant de s'arrêter ici*, explique le chercheur. *Ces deux survivants, qui ont près de 600 ans, ont été blessés et tordus par la pression des pierres, mais ils ont eu la chance d'en réchapper et de pouvoir reprendre une croissance normale.* »

#### Faire parler la forêt

Des balafres comme celle-là, la forêt en est criblée. Sur l'ensemble du versant, Markus Stoffel et ses collègues ont ainsi cartographié 13 chenaux anciens sur une période qui remonte à 1570. Des chiffres que les chercheurs ont ensuite pu affiner en faisant parler la forêt.

« *Lorsqu'un arbre est meurtri, à moitié enseveli ou encore penché par la pression d'une coulée, il va en garder des traces, même si extérieurement rien ne laisse plus deviner ce qui s'est passé*, explique Markus Stoffel. *Dans le premier cas, il va fabriquer du tissu calleux et des canaux résinifères pour cicatriser et se protéger contre les attaques d'insectes. Dans le second, sa croissance va être ralentie et ces cernes seront donc plus petits. Dans le dernier cas, enfin, il va produire ce que l'on appelle du bois*

*de compression pour se redresser. C'est grâce à la présence de ces divers traumatismes que nous pouvons dater avec une précision annuelle, voire saisonnière, les différents événements survenus dans le passé.* »

Pour dénicher ce type d'indices, quelque 2450 carottes ont été prélevées sur 1102 conifères. Résultats : 124 coulées de laves torrentielles ont été identifiées sur une période allant de 1570 à 2013, ce qui représente un net progrès au regard des 10 recensés depuis 1922 par le PNR 31.

« *Nos résultats démontrent, d'une part, que l'augmentation mesurée à la fin du siècle dernier n'est qu'apparente, puisqu'il y a eu davantage d'événements au cours du XIX<sup>e</sup> siècle que durant le XX<sup>e</sup> siècle, commente Markus Stoffel. Ils ont permis, d'autre part, d'affirmer qu'il n'existe pas de lien direct entre la fréquence des laves torrentielles et le changement climatique, puisque nous avons pu établir que ces événements étaient également fréquents avant 1922, y compris durant le Petit âge glaciaire.* »

**Déplacement saisonnier** Quant aux prévisions concernant les cinquante prochaines années, objet de l'étude spécifique menée dans le cadre du projet ACQWA, les divers indicateurs pris en compte par les chercheurs (saisonnalité et seuil de déclenchement des coulées, évolution des précipitations et des températures) débouchent sur une perspective qui n'est qu'à moitié réjouissante. « *Selon nos estimations, avec des étés plus secs, il y aura sans doute moins de cou-*

*lées de laves torrentielles, mais elles seront d'une plus grande ampleur*, conclut Markus Stoffel. *Si le réchauffement du climat se confirme, il faut également s'attendre à un déplacement de ces événements de l'été vers les saisons « intermédiaires » : dès le mois de mars, en cas de dégel soudain cumulé à des précipitations, ou au mois de décembre, ce qui n'est jamais arrivé jusqu'ici, si les précipitations qui tombent à cette époque de l'année ne sont plus constituées de neige, mais de pluie. Dans tous les cas de figure, le mieux que l'on puisse faire pour se protéger, c'est de laisser faire la nature en s'efforçant de maintenir le chenal en bon état afin d'ouvrir le chemin à la coulée. Imaginer barrer le chemin à de telles forces en construisant un bassin de rétention, par exemple, est aussi illusoire qu'onéreux.* »

## LA MÉCANIQUE DU VOLCAN FROID

Bien plus qu'à une coulée de boue ou à une avalanche, la lave torrentielle ressemble à celle d'un volcan, la chaleur en moins. Constitué d'un mélange d'eau, de terre et de pierre, son « magma » se déplace comme une masse plutôt que comme un liquide.

A l'instar d'une coulée volcanique, les plus gros blocs de pierre se situent toujours au front de la lave torrentielle et sur ses côtés, ce qui forme des levées caractéristiques sur les bords du chenal et lui permet de créer son propre chemin, à l'image d'une gigantesque fraiseuse naturelle.

Plusieurs facteurs, qui se cumulent parfois, peuvent être à l'origine d'une lave torrentielle : la rupture d'une poche d'eau sur un glacier, de violentes précipitations, type orage d'été, la chute de blocs de pierre depuis le front d'un glacier rocheux, des glissements de terrain ou des chutes de pierres sur le reste du versant montagneux.

RÉGIME MINCEUR

# QUAND LES BARRAGES DEVRONT SE SERRER LA CEINTURE

**D'ICI À 2050**, LES INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES VERRONT LEURS RESSOURCES EN EAU DIMINUER DE PRÈS DE 20 %. LES PROGRÈS TECHNOLOGIQUES, UNE GESTION OPTIMISÉE ET UN CHANGEMENT DANS LES COMPORTEMENTS PEUVENT TOUTEFOIS PERMETTRE D'ATTÉNUER LE CHOC

**U**n peu plus de la moitié de l'électricité suisse (56 %) provient de la force hydraulique, qui, depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, constitue la principale source d'énergie renouvelable produite dans le pays. Cette manne naturelle n'est cependant pas à l'abri des aléas du climat. Selon les prévisions effectuées dans le cadre du projet ACQWA par le groupe «Energie, politique et économie» de l'Institut des sciences de l'environnement (ISE), les changements climatiques entraîneront en effet, d'ici à 2050, une baisse d'environ 20% des ressources en eau sur lesquelles peuvent aujourd'hui compter les gestionnaires des installations hydroélectriques. Une diminution certes conséquente, mais dont l'impact tant sur la production d'énergie que sur les revenus générés par la vente d'électricité peut être modéré moyennant une meilleure gestion, l'introduction de nouvelles technologies et un changement dans les comportements. Explications.

Pour les besoins d'ACQWA, l'équipe dirigée par Franco Romerio, maître d'enseignement et de recherche à l'ISE, s'est focalisée sur les installations situées à Mattmark, au sud de la vallée de Saas, en Valais. Inauguré en 1967, l'ouvrage, situé à une altitude de 2200 mètres, est fermé par un mur de 120 mètres de haut et de 780 mètres de large. D'une superficie de 1,76 km<sup>2</sup>, son lac de retenue peut contenir 100 millions de m<sup>3</sup> d'eau et fournir annuellement 650 GWh, ce qui permet de couvrir les besoins énergétiques de 150 000 ménages moyens.

Si les choses se passent comme le prévoient les chercheurs d'ACQWA, il ne fait guère de doute qu'au milieu de ce siècle, ces chiffres devront être revus à la baisse.

**Secteur stratégique** «L'analyse des données hydrologiques fournies par les barragistes, pour ce qui concerne le passé et des modèles élaborés par nos collègues de l'EPFZ, pour ce qui est de l'avenir, montre qu'en comparaison avec la situation qui a prévalu entre 2000 et 2010, les changements climatiques vont entraîner une réduction de 21 % des entrées en eau dans le barrage de Mattmark au cours des quarante prochaines années, précise Ludovic Gaudard, assistant au sein du groupe «Energie, politique et économie». Ce n'est pas négligeable compte tenu de l'importance historique de l'énergie hydroélectrique en Suisse et du fait qu'avec l'abandon du nucléaire, qui fournit actuellement environ 40% de la production annuelle d'électricité en Suisse, l'hydroélectricité est la seule source d'énergie renouvelable actuelle appelée à perdurer.»

Ce résultat doit cependant être relativisé pour plusieurs raisons. La première, c'est qu'il ne peut pas être facilement généralisé. D'une part, parce que les barrages à réservoir (comme celui de Mattmark ou de la Grande-Dixence) sont généralement moins vulnérables aux variations de précipitations que ceux qui se trouvent au fil de l'eau (Gosgen, Verbois). D'autre part, parce qu'il existe de fortes disparités entre les ouvrages alpins eux-mêmes. «Les études menées

**SITUÉ À UNE ALTITUDE DE 2200 MÈTRES, LE BARRAGE DE MATTMARK PERMET ACTUELLEMENT DE COUVRIR LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DE 150 000 MÉNAGES MOYENS**



*dans le cadre d'ACQWA par nos collègues italiens sur le barrage de Toce, dans la région du Piémont, prévoient, par exemple, une augmentation des entrées en eau jusqu'à la fin de la période considérée, soit un résultat qui est à l'opposé de nos conclusions, complète Ludovic Gaudard.»*

Le deuxième motif qui pousse à relativiser les résultats obtenus à Mattmark tient au fait que la plupart des ouvrages hydroélectriques de montagne construits en Suisse ont connu une augmentation continue de leur débit en eau depuis leur construction dans les années 1950. Si bien qu'à la fin du siècle, on sera probablement revenu à la situation initiale. A cette différence près qu'entre-temps, le monde a eu le temps de changer et que la consommation électrique actuelle est sans commune mesure avec celle qui prévalait dans les années 1950.

**Gagner en puissance** Comme l'ont démontré les chercheurs, il ne faut en outre pas perdre de vue que 21% d'eau en moins ne signifie pas automatiquement 21% d'électricité ou de rentabilité en moins. *«Nous avons prouvé qu'en optimisant la gestion du barrage, on peut limiter la baisse de production à 17% et celle des revenus à 9% environ, poursuit Ludovic Gaudard. Pour y parvenir, différents moyens peuvent être mis en œuvre. Il est, par exemple, possible de ne pas vider totalement le lac de retenue à la fin de l'hiver afin de conserver une hauteur maximale et donc de gagner en puissance pour un même volume d'eau turbiné. Comme l'hydroélectricité est une source d'énergie*

*très souple, on peut en outre cesser la production lors des heures les moins rentables. Enfin, on peut aussi imaginer l'installation de turbines plus performantes ou l'enfouissement de celles-ci, ce qui permettrait, là encore, de gagner en puissance.»*

**Consommateur-acteur** Quant au consommateur, il a aussi son rôle à jouer pour limiter les dégâts. A l'heure actuelle, dans le domaine de l'énergie, le flux d'informations ne circule en règle générale que dans un sens, du producteur au consommateur. Avec l'installation de réseaux «intelligents» (*smart grid*), il deviendra cependant possible de décentraliser totalement la distribution d'énergie, chaque consommateur devenant un producteur potentiel d'énergie solaire ou thermique qu'il pourra ensuite revendre à d'autres particuliers. N'importe quel foyer pourra par ailleurs gérer sa propre consommation en fonction des prix de l'électricité, en faisant fonctionner certains appareils durant les heures creuses de la journée ou en profitant de la nuit pour rafraîchir les bâtiments qui doivent l'être.

*«On se trouvera alors avec un modèle à la carte comparable avec ce que proposent actuellement les opérateurs téléphoniques, relève Ludovic Gaudard. Soit des contrats beaucoup plus dynamiques dans lesquels le prix de l'électricité variera en fonction de l'heure ou de la localisation. Nous venons d'ailleurs de soumettre un nouveau projet qui vise à estimer précisément les économies qui peuvent être réalisées avec l'introduction de ces innovations technologiques.»*

**LES GLACIERS DU  
NORD DU KIRGHIZISTAN**  
RECULENT DEPUIS LA FIN  
DU PETIT ÂGE GLACIAIRE  
IL Y A 150 ANS.



ASIE CENTRALE

## LE DÉCLIN DES NEIGES ÉTERNELLES DU KIRGHIZISTAN

**MOINS** DE PLUIES EN ÉTÉ, GLACIERS EN RECU : LES DÉBITS DES COURS D'EAU DE LA CHAÎNE DE MONTAGNE TIEN SHAN D'ASIE CENTRALE S'APPROCHENT DE LEUR MAXIMUM, QUI SURVIENDRA PROBABLEMENT AVANT 2050. ENSUITE, ILS DIMINUERONT, ACCENTUANT LA SÉCHERESSE ESTIVALE ET LES TENSIONS ENTRE PAYS

Il a beaucoup plu cet été 2013 dans la vallée de la Chon-Kemin, au nord du Kirghizistan. Les précipitations abondantes, inhabituelles pour la saison sèche, ont gonflé cette rivière qui contribue à alimenter la capitale Bichkek en eau potable et en irrigation. Mais cette météo favorable n'est qu'un leurre passager qui cache une réalité inverse. En effet, sous l'action des changements climatiques, une métamorphose profonde du système hydrologique est en cours dans le Tien Shan (Montagnes célestes en mandarin). Cette chaîne montagneuse, qui compte des sommets de plus de 7000 mètres et dont 15 000 km<sup>2</sup> sont encore couverts de glaciers, occupe la quasi-totalité de la surface du pays. Et il se pourrait bien que, d'ici à une décennie ou deux, les parties les plus basses de ce château d'eau d'Asie centrale ne possèdent plus les ressources en eau nécessaires pour répondre en toutes saisons aux attentes des populations qui habitent à ses pieds. Cela concerne les Kirghizes, bien sûr, mais aussi les habitants des pays limitrophes comme l'Ouzbékistan, le Kazakhstan ou encore la Chine.

**Pic de l'eau** A cet égard, la vallée de la Chon-Kemin constitue un bon indicateur et, malgré les apparences d'un récent été humide, les changements y sont déjà perceptibles. C'est pourquoi Annina Sorg, chercheuse à l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université de Genève et à l'Institut de géologie de l'Université de Berne, l'a choisie comme sujet d'étude dans le cadre de sa thèse, faisant elle-même partie

du projet ACQWA. « Comme la vallée de la Chon-Kemin est située en moyenne altitude, ses glaciers fondent particulièrement vite, explique la chercheuse qui a effectué plusieurs séjours au Kirghizistan ces dernières années. Les données météorologiques et hydrologiques que nous possédons et qui remontent à 1936 indiquent d'ailleurs que le débit annuel de la Chon-Kemin a augmenté ces dernières décennies, probablement alimenté par cette fonte accélérée des glaces et de la neige. »

**ON IGNORE SI LA  
CHON-KEMIN ET LES  
AUTRES RIVIÈRES  
DU TIEN SHAN ONT  
DÉJÀ PASSÉ LE PIC  
DE L'EAU OU SONT EN  
PASSE DE LE FAIRE**

Le problème, c'est que lorsque le volume des glaciers – qui couvrent encore 8% de la vallée – aura trop diminué, le débit du cours d'eau commencera à faiblir à son tour si d'autres sources (pluies, fonte du permafrost...) ne viennent pas compenser cette perte. Les chercheurs appellent ce basculement du débit le « pic de l'eau ». Par manque de données, on ignore pour l'instant si la Chon-Kemin ainsi que les autres rivières du Tien Shan l'ont déjà passé ou sont en passe de le faire.

« A partir d'un modèle de simulation qui permet de réaliser des projections dans les prochaines décennies, j'essaie de déterminer à quel stade se trouve la Chon-Kemin, précise Annina Sorg. Je me base sur des données obtenues sur le terrain et par satellite ainsi que sur les scénarios climatiques régionaux dans le cinquième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). »

Selon ses résultats préliminaires, qui doivent encore être publiés dans une revue de référence, les glaciers de la Chon-Kemin disparaîtront presque complètement vers la fin du XXI<sup>e</sup> siècle. La rivière, quant à elle, a déjà atteint son pic de

l'eau à la fin du millénaire passé et les débits annuels n'augmenteront guère à l'avenir.

**Régime nivo-pluvial** L'analyse hydrologique montre que la Chon-Kemin a en effet déjà commencé à changer de régime. Avant les années 1960, il existait une corrélation entre les fluctuations du débit de la rivière et la température estivale, elle-même directement liée au taux de fonte des glaciers. Cependant, par la suite, le débit a commencé à dépendre davantage des précipitations, en général plus abondantes en hiver qu'en été.

En termes techniques, il semblerait que la Chon-Kemin soit en train de passer d'un régime hydrologique nivo-glaciaire à un régime nivo-pluvial. Autrement dit, le moment de l'année où le débit de la rivière est maximal se décale lentement de l'été au printemps, quittant ainsi la saison qui en aurait le plus besoin pour l'irrigation et la consommation des foyers.

La vallée de la Chon-Kemin, située près de la bordure nord des montagnes et des plaines arides du Kazakhstan, est particulièrement vulnérable. Mais la situation dans le reste du Tien Shan n'est pas plus encourageante. Dans un article paru le 29 juillet 2012 dans la revue *Nature Climate Change*, Martin Beniston, professeur et directeur de l'Institut des sciences de l'environnement, Annina Sorg et leurs collègues ont en effet brossé un tableau plus général du Kirghizistan. Une première dans cette région pour laquelle il manquait une vision cohérente de la situation en raison de l'absence de données et d'études, surtout depuis la chute de l'Union soviétique en 1991.

**Glaciers faméliques** Il en ressort que les glaciers du Tien Shan, qui couvrent aujourd'hui une surface de 15 000 km<sup>2</sup>, ont perdu entre 0,1 et 0,8% de leur surface chaque année pendant ces dernières décennies, un recul comparable à celui des glaciers alpins. Dans un avenir plus ou moins proche, les spécialistes prévoient donc que les glaciers de moyenne altitude, devenus faméliques, ne pourront plus fournir de l'eau de fonte en suffisance en été.

Pour ne rien arranger, les projections du GIEC pour l'Asie centrale d'ici à 2050 font état d'une diminution des précipitations estivales de 4 à 7%, d'une augmentation des pluies en hiver dans les mêmes proportions (entre 4 et 8%)

et d'une hausse de la température moyenne de 4 °C. Si ces conditions se réalisent, elles pourraient accentuer les épisodes de sécheresses estivales.

*« Les images satellites optiques montrent que le nombre de jours par année où le sol est couvert de neige s'est réduit de deux semaines environ au cours des vingt-cinq dernières années, note Jean-Pierre Dedieu, chercheur au Laboratoire d'hydrologie et environnement à l'Université de Grenoble et membre du projet ACQWA. Ces images ne fournissent pas d'informations sur l'épaisseur de la neige ou de la glace, mais permettent de connaître leurs superficies. Les rares stations de mesures datant de l'ère soviétique encore en fonction (nous disposons de cinq points sur une surface qui correspond à un tiers de celle de la Suisse) confirment cette tendance sur le terrain. »*

## LES PREMIERS DÉSAGRÈMENTS QUE SUBIRONT LES POPULATIONS DES STEPPES D'ALTITUDE SERONT PROBABLEMENT L'APPARITION DE NOUVEAUX MARÉCAGES ET LEURS LOTS DE MOUSTIQUES.

En poussant plus loin l'analyse des images satellites, le chercheur a remarqué que la variation de la couverture neigeuse d'une année à l'autre, voire même à l'intérieur de la même année, est particulièrement grande dans certaines zones du pays.

*« Depuis 2000, on observe par endroits comme une palpitation, poursuit Jean-Pierre Dedieu. Les périodes avec ou sans neige se succèdent rapidement. Il se trouve que ces variations interannuelles n'ont lieu que sur de hauts plateaux, perchés à plus de 3000 mètres, là où le sol était autrefois continuellement gelé. Ce permafrost est actuellement*

*en train de fondre. On le voit notamment aux pylônes électriques, vissés dans le sol gelé, qui commencent à s'enfoncer dans le terrain. »*

A cause de cela, les premiers désagréments que subiront les populations des steppes d'altitude, avant même la vision de la fonte des glaciers et la perturbation des régimes des rivières, seront probablement l'apparition de nouveaux marécages et leurs lots de moustiques.

La fonte du permafrost et des glaciers, la perturbation des débits des cours d'eau, la croissance incessante de la consommation d'eau dans les plaines au pied du Tien Shan n'auront pas seulement des conséquences sociales et politiques (lire ci-contre). L'environnement est lui aussi en péril. Et notamment la mer d'Aral au Kazakhstan, cette mer intérieure pour moitié alimentée par le Syr-Daria issu du Kirghizistan et qui a déjà perdu les trois quarts de sa surface.

**UN FERMIER ET SON FILS DANS LA VALLÉE DE CHON-KEMIN.** SANS IRRIGATION, L'AGRICULTURE EST IMPOSSIBLE DANS CETTE RÉGION ARIDE.

APRÈS LA GUERRE, L'UNION SOVIÉTIQUE AVAIT INSTALLÉ DE NOMBREUSES STATIONS DE MESURES ET COLLECTÉ BEAUCOUP DE DONNÉES DE BONNE QUALITÉ.

EN 1991, LE KIRGHIZISTAN, INDÉPENDANT MAIS PAUVRE, ABANDONNE CES STATIONS À L'EXCEPTION D'UNE DEMI-DOUZAINES INDISPENSABLE À L'EXPLOITATION DES BARRAGES HYDRO-ÉLECTRIQUES.

LA PLUPART DES DONNÉES ANTÉRIEURES À 1991 SONT ARCHIVÉES SUR PAPIER ET EN RUSSE À MOSCOU ET TACHKENT (OUBÉKISTAN). APRÈS CETTE DATE, IL EXISTE UN TROU D'UNE QUINZAINE D'ANNÉES ENVIRON.

LA RECHERCHE CLIMATIQUE EN HAUTE MONTAGNE A RÉCEMMENT REPRIS GRÂCE À DES COLLABORATIONS AVEC DES PAYS OCCIDENTAUX COMME LA SUISSE.

LA POPULATION EST DE 5,5 MILLIONS D'HABITANTS. 500 000 PERSONNES HABITENT DANS LA CAPITALE, BICHKEK.



## ACCORD SUR L'EAU: UN MARCHÉ DE DUPES



«La population du Kirghizistan ne manque pas d'eau, confirme Gulnara Shalpykova, étudiante à l'Université de Nottingham au Royaume-Uni et membre du projet ACQWA. La demande interne n'est pas grande. En revanche, dans les pays limitrophes, situés en aval des fleuves qui prennent naissance dans le Tien Shan, elle est gigantesque. Et c'est là que le bât blesse.»

Le Kirghizistan joue en effet le rôle de château d'eau pour les plaines d'Ouzbékistan, du Kazakhstan et du Xinjiang (Chine). Les relations

sont particulièrement tendues avec le premier pays. Sous l'ère soviétique, schématiquement, le Kirghizistan fournissait l'eau et produisait de l'électricité tandis que l'Ouzbékistan cultivait du coton et extrayait des hydrocarbures (pétrole et gaz) de son sous-sol. Le tout, appartenant au bien commun, était ensuite redistribué. En 1991, ce modèle a sombré en même temps que l'Union soviétique. Très vite – trop vite selon certains observateurs – un accord, basé sur des principes soviétiques mais dans un monde devenu soudain capitaliste, a été signé entre les deux pays devenus indépendants. Le premier s'est engagé à laisser couler assez d'eau dans ses fleuves pour les cultures en aval et le second à fournir en échange du gaz et du pétrole. L'Ouzbékistan a tenu parole en vendant ses hydrocarbures au prix du marché, un tarif trop élevé pour son voisin. Dans le même temps, soutenu par les autres pays limitrophes, il a freiné toutes les tentatives du Kirghizistan de développer ses barrages hydroélectriques,

craignant qu'elles n'aboutissent à une réduction des débits des fleuves irriguant ses champs.

«Alors que le débit des fleuves est en train d'atteindre son maximum, comme le démontre le projet ACQWA, le Kirghizistan est empêché de les exploiter davantage, s'indigne Gulnara Shalpykova. Il n'utilise que 10% de son potentiel hydroélectrique. Le barrage Toktogul, le plus grand du pays, laisse simplement passer la plus grande partie de son eau pour que le Kirghizistan remplisse ses obligations envers l'Ouzbékistan.»

L'étudiante, qui s'intéresse aux conflits non armés autour des ressources en eau, dresse un constat pessimiste de la situation: malgré ce qu'ils prétendent devant la communauté internationale, les deux pays ne coopèrent pas, pire, ne parlent même pas de la question de l'eau. Difficile, dans ces conditions, d'entrevoir une issue négociée à court terme. Les tensions politiques risquent au contraire de s'aggraver dans une région déjà passablement instable.

LIBRE ACCÈS

# «CERTAINS CHERCHEURS CRAIGNENT DE PARTAGER LEURS DONNÉES»

**EN THÉORIE**, TOUT LE MONDE SOUTIENT LE PRINCIPE DU PARTAGE DES MESURES MÉTÉOROLOGIQUES OU HYDROLOGIQUES. EN PRATIQUE, LES SCIENTIFIQUES DOIVENT BATAILLER POUR CONVAINCRE LES AUTORITÉS DE CHAQUE PAYS D'OUVRIRE L'ACCÈS À LEURS DONNÉES

Les données météorologiques, qui ont trait au cycle de l'eau, revêtent un intérêt stratégique pour les Etats. Il n'est donc pas toujours aisé de les obtenir même à des fins de recherche scientifique. Confrontés à ce problème, les membres du projet ACQWA ont perdu beaucoup de temps pour rassembler des informations indispensables à leur étude. Paradoxalement, maintenant que les travaux sont achevés, les chercheurs ne se pressent pas de rendre librement disponibles les données qu'ils ont eux-mêmes produites. Explications avec Anthony Lehmann, professeur associé à l'Institut des sciences de l'environnement et à l'Institut Forel.

## Un projet comme celui d'ACQWA produit-il de grandes quantités de données ?

Oui, énormément. Mais il commence par en consommer beaucoup aussi. Le projet d'ACQWA fait en effet abondamment appel à la modélisation informatique qu'elle soit hydrologique, météorologique ou encore climatologique. Il le fait non seulement pour comprendre comment le système physique fonctionne mais aussi pour réaliser des projections dans le futur. Pour y parvenir, ces simulations doivent se baser sur l'observation, c'est-à-dire sur des informations ponctuelles collectées notamment par des stations météorologiques (il en existe plus d'une centaine en Suisse) ou des stations hydrologiques. Ces données permettent de calibrer les modèles. Ensuite, les chercheurs font tourner leurs ordinateurs et créent des simulations. Celles-ci, qui peuvent présenter de grandes résolutions spatiale et temporelle, sont réalisées plusieurs fois en changeant à chaque fois le scénario climatique. Au final, ces modèles produisent donc beaucoup plus de données qu'ils n'en consomment.

## Est-il facile de rassembler les informations dont vous avez besoin pour vos modèles ?

Chaque organisation internationale active dans l'environnement et même chaque pays possède ses propres règles concernant l'accès aux données météorologiques et hydrologiques. En principe, tout le monde est en faveur du partage des données, en particulier l'Organisation météorologique mondiale

(OMM). D'ailleurs tous les pays membres de cette agence onusienne basée à Genève (il y en a 185 aujourd'hui) s'engagent à mettre à disposition les mesures de leurs stations météo. Mais il existe une clause qui brouille le message.

## Que dit-elle cette clause ?

Apparaissant dans les résolutions 40 et 25 de l'OMM, elle reconnaît aux gouvernements le droit de choisir de quelle manière et jusqu'à quel point ils rendent accessibles pour des échanges internationaux leurs données météorologiques ou hydrologiques, ainsi que les produits qui leur sont associés. Résultat: la plupart des Etats l'utilisent pour éviter un partage automatique de leurs informations via Internet. Dans le cadre d'ACQWA, nous avons naturellement commencé par nous adresser à l'OMM pensant que c'était l'endroit idéal pour trouver des données météorologiques nécessaires à nos études. Mais on nous a répondu qu'il fallait s'adresser directement aux autorités concernées.

## Quelle importance ont des données météorologiques pour les gouvernements ?

Il existe de nombreux enjeux stratégiques autour de l'eau, de ses ressources et de sa consommation. Les modèles que nous développons permettent notamment d'estimer les différentes quantités d'eau qui circulent dans l'environnement. Nous sommes donc capables d'évaluer la consommation dans chaque pays et de révéler, le cas échéant, des habitudes contrevenant à des règles internationales. Du coup, certains Etats sont méfiants et nous avons passé beaucoup de temps dans des démarches officielles pour obtenir des données. Certains pays les vendent, d'ailleurs. Mais nous n'en avons jamais acheté.

## Accéder aux données est une chose, mais encore faut-il pouvoir les utiliser...

En effet. Il s'agit d'abord de déterminer la nature des données car il arrive que les informations contextuelles, permettant de comprendre où et quand les mesures ont été effectuées, manquent. De plus, les spécialistes de chaque discipline

(hydrologues, géologues, glaciologues, météorologues, climatologues, écologistes...) utilisent leur propre vocabulaire, ce qui peut entraîner des malentendus sur certains termes comme « incertitude », « adaptation », etc. Pire : ils n'utilisent pas toujours les mêmes formats dans la gestion informatique de leurs bases de données. Chaque domaine à ses traditions en la matière. Ce n'est donc pas une mince affaire que d'uniformiser tout cela.

#### N'y a-t-il pas un effort international allant dans ce sens ?

Depuis dix ans, le Group on Earth Observations basé dans le même bâtiment que l'OMM conçoit le Global Earth Observation System of Systems\*. Cette initiative vise à offrir une unique interface sur Internet qui permet d'obtenir toutes les données scientifiquement utiles issues des organisations d'observation de la planète dans les domaines aussi variés que les catastrophes, la santé, l'énergie, le climat, l'agriculture, les écosystèmes, la biodiversité, l'eau ou encore la météo.

Ce système de systèmes promeut des standards techniques uniques qui permettent de combiner ces informations issues de milliers d'instruments de mesure différents. La technologie est en place et les législations nationales commencent elles aussi à suivre le mouvement, notamment en Europe et en Suisse.

#### Qu'en est-il des données produites par les chercheurs d'ACQWA ? Sont-elles disponibles aussi ?

Sans aller jusqu'à l'exiger comme cela commence de plus en plus à être le cas dans certains projets européens, nous avons demandé aux membres d'ACQWA de mettre toutes leurs données à la disposition de la communauté scientifique

**« NOUS SOMMES  
CAPABLES D'ÉVALUER  
LA CONSOMMATION  
DANS CHAQUE PAYS ET  
DE RÉVÉLER LE CAS  
ÉCHÉANT DES HABITUDES  
CONTREVENANT  
À DES RÈGLES  
INTERNATIONALES »**

une fois le projet terminé. Nous avons mis en place une plateforme pour cela et nous sommes prêts à aider les volontaires dans la mise en forme adéquate de ces renseignements.

#### Avec quel résultat ?

Seule une minorité a joué le jeu. De nombreux chercheurs ne perçoivent pas l'intérêt de cette démarche et certains craignent que d'autres groupes ne publient des articles scientifiques grâce à leurs données sans qu'ils soient cités. Des remerciements à la fin d'un article, cela ne vaut absolument rien dans un CV.

Ils pourraient, au préalable, publier leurs données dans des revues spécialisées pour cela (*Earth System Science Data*), ce qui leur vaudrait par la suite une citation si quelqu'un les utilise. Mais cela demande du travail supplémentaire.

\*[www.earthobservations.org/geoss.shtml](http://www.earthobservations.org/geoss.shtml)



CORBIS

A close-up portrait of a middle-aged man with dark hair, looking directly at the camera with a serious expression. He is wearing a light-colored shirt with thin vertical stripes. The background is a plain, light blue wall.

**« LE MONDE  
CONTEMPORAIN PARAÎT  
AUJOURD'HUI FIGÉ  
DANS UN MODE DE  
PENSÉE CARACTÉRISÉ  
PAR UN CONSENSUS  
MOU QUI DONNE CONGÉ  
À L'ESPRIT CRITIQUE. »**

# «L'ANGLAIS EST UNE LANGUE DONT LES AMBIGUÏTÉS SONT PARFOIS DANGEREUSES»

## CLAUDE HAGÈGE

CONTESTE LA POSITION DOMINANTE DONT JOUIT ACTUELLEMENT L'ANGLAIS DANS LE MONDE. UNE SITUATION QU'IL JUGE INJUSTE, ILLÉGITIME ET NUISIBLE TANT À LA DIVERSITÉ CULTURELLE QU'À LA CRÉATIVITÉ SCIENTIFIQUE

**C**laude Hagège est sur le sentier de la guerre. Courtois mais déterminé, le linguiste français, professeur au Collège de France et auteur d'un célèbre *Dictionnaire amoureux des langues*, s'est lancé dans une croisade aux accents donquichottesques : lutter contre la pensée unique et ce qui constitue selon lui son corollaire, à savoir la situation dominante dont jouit aujourd'hui la langue anglaise dans l'ensemble du monde. Un message porté avec conviction par son dernier livre destiné au grand public (*Contre la pensée unique*, Odile Jacob, 2012) et qui était également au centre de la conférence qu'il a donnée à l'Université lors de la leçon d'ouverture de l'année académique. Entretien.

**Campus : Votre dernier livre est un appel à la résistance contre les méfaits de la pensée unique qui, selon vous, gangrène aujourd'hui l'ensemble de la planète. Quelles en sont les principales manifestations ?**

**Claude Hagège :** Le monde contemporain paraît aujourd'hui figé dans un mode de pensée caractérisé par un consensus mou qui donne congé à l'esprit critique. Les projets intellectuels de haute volée se heurtent à la médiocrité ambiante. L'uniformisation s'installe dans les goûts, dans les idées politiques, dans la vie quotidienne, dans les loisirs, dans la conception de l'existence...

**En quoi la situation de domination dans laquelle se trouve la langue anglaise est-elle responsable de cet état de fait ?**

Je ne suis pas un adversaire de la langue anglaise en tant que telle. Cependant, elle est le principal vecteur de la pensée néolibérale et de la

culture qui en est solidaire. Or, cette culture n'est pas soluble dans la diversité malgré ce que l'on essaie parfois de nous faire croire au travers du mythe de la mondialisation.

**Pouvez-vous préciser ?**

La globalisation renvoie à la mise en commun des échanges commerciaux permettant aux économies de la plupart des pays, dont les pays émergents, d'avoir leur place au soleil et aux sociétés d'évoluer. C'est une réalité du monde contemporain que je ne récus pas. En revanche, lorsque l'on regarde comment les choses ont évolué depuis que le concept de mondialisation est apparu dans les années 1980, on s'aperçoit que le sens que ce mot recouvre, dans la quasi-totalité des emplois qu'on en fait, est celui d'américanisation.

**Vous expliquez que ce processus de domination n'a rien de fortuit dans la mesure où il est la conséquence d'un projet politique mûrement réfléchi...**

La volonté explicite de répandre dans tout l'univers, par une sorte d'activisme international, la culture américaine – et donc la langue anglaise qui lui sert de véhicule – est à peu près aussi ancienne que le pays lui-même. Cependant, c'est surtout dans les décennies qui ont suivi la Deuxième Guerre mondiale qu'elle s'est manifestée concrètement en dehors du territoire américain au travers, notamment, d'un grand nombre d'institutions et d'organismes dont l'objectif consistait à établir l'hégémonie planétaire de l'anglais, comme la CIA (Central Intelligence Service) ou l'USIA (United State Information Agency), le Peace Corps ou l'US Agency for International Development.

**A cet égard, vous stigmatisez l'attitude de l'Union européenne, que vous accusez de complicité avec les Etats-Unis en vue d'affaiblir la souveraineté des pays d'Europe. N'est-ce pas aller un peu loin ?**

Je ne le crois pas dans la mesure où, à partir du moment où l'hégémonie de l'anglais est devenue suffisamment forte pour être sûre, il est apparu aux responsables américains qu'il était désormais inutile d'investir dans de véritables actions politiques pour la soutenir. Dès lors, les institutions américaines qui avaient pour fonction principale de répandre les modes de pensée et d'expression des Etats-Unis ont pris moins d'importance car le relais avait été pris par les autorités locales. C'est vrai en Extrême-Orient, qui constitue aujourd'hui un des principaux pôles d'américanisation du monde, et c'est également vrai au sein de l'Union européenne qui mène des actions très précises en faveur d'une pensée unique soutenue par une langue unique.

**Par exemple ?**

L'administration de l'Union européenne exige aujourd'hui que les candidatures de ses futurs employés soient rédigées en anglais. Cela donne à cette langue une place de plus en plus forte de manière tout à fait illégale, puisque le français et l'anglais sont, dans les statuts du Traité de Rome, sur un pied d'égalité.

**La domination de l'anglais vous paraît d'autant moins légitime que c'est une langue qui est nettement moins répandue qu'on le prétend généralement...**

En effet. Les médias ont largement contribué à grossir l'importance réelle de l'anglais. Dans les faits, on estime aujourd'hui que les chaînes télévisées à vocation planétaire, comme CNN par exemple, disposent d'une audience potentielle de 54 millions de téléspectateurs, soit moins de 1% de la population mondiale.

**En tant que linguiste, vous expliquez par ailleurs que l'anglais n'a pas forcément le profil idéal pour servir de langue véhiculaire. Quels sont ses inconvénients principaux ?**

Tout d'abord, contrairement à ce que l'on prétend généralement, c'est une langue qui est ardue à apprendre. Tout le monde s'accorde sur le fait que sa prononciation est difficile. Mais l'anglais foisonne aussi de construction comme les « phrasal verbs », soit des verbes accompagnés de préposition, dont il est impossible de déduire le sens en analysant ses composants (par exemple « to do someone in », pour « tuer »). Sans parler des très nombreux verbes d'action qu'elle comporte, notamment pour décrire les déplacements. Enfin, l'anglais est une langue dont les ambiguïtés sont parfois dangereuses.

**«L'UNION EUROPÉENNE MÈNE DES ACTIONS TRÈS PRÉCISES EN FAVEUR D'UNE PENSÉE UNIQUE SOUTENUE PAR UNE LANGUE UNIQUE.»**

**C'est-à-dire ?**

Je me contenterai d'un exemple, tiré de l'aviation, domaine dans lequel l'usage de l'anglais est la règle. L'histoire se déroule lors d'un vol intérieur quelque part aux Etats-Unis. Au moment où l'appareil survole la région des Everglades, en Floride, l'opérateur de la tour de contrôle donne au pilote l'ordre de tourner à gauche (« turn left »), ordre qu'il répète à plusieurs reprises avant d'indiquer au pilote qu'il doit s'exécuter sur le champ. Or pour ce faire il utilise l'expression « turn left, right now » que le pilote interprète comme « tournez à gauche, à droite maintenant ». Résultat: l'appareil s'est abîmé dans les marécages causant la mort de la plupart des passagers.

**Qu'en est-il dans le domaine scientifique où la plupart des grandes revues sont éditées dans la langue de Shakespeare ?**

Un nombre croissant de chercheurs non anglophones prend aujourd'hui conscience du fait

que leurs homologues anglophones sont puissamment avantagés par l'emploi très répandu de l'anglais dans les publications, les laboratoires, les assemblées savantes, etc. Une conséquence grave de cet état de choses est la menace de détérioration du tissu scientifique des langues autres que l'anglais, dans la mesure où l'innovation terminologique, support essentiel de la créativité scientifique, pourrait être sacrifiée à la domination d'une terminologie exclusivement anglaise. Un autre problème est lié au fait que si, dans la langue maternelle du scientifique, le développement d'une série d'arguments rigoureusement ordonnés va de soi, il est, en revanche, sérieusement compromis lorsque ce dernier emploie une langue qui ne lui est pas aussi naturelle. Il va donc être conduit à simplifier et à priver de ses nuances les plus fines son mode de raisonnement et de présentation, ce qui ne peut produire que des effets négatifs, en particulier quand le sujet est complexe.

**Vous affirmez également que la situation monopolistique dont jouit actuellement l'anglais constitue un frein à la créativité. Quels sont les arguments qui soutiennent ce point de vue ?**



BONTRONCO

La Grèce antique était un agrégat extrêmement fragmenté de cités très jalouses de leur indépendance et dotées chacune de son organisation sociale propre, de sa Constitution, de ses particularités culturelles. Or c'est à cet ensemble hétéroclite que le monde doit d'innombrables découvertes, c'est à ses savants que l'on peut imputer, pour la première fois, la définition de la méthode scientifique. La rivalité entre les cités grecques, l'absence de structure commune qui aurait figé cet ensemble si divers en un Etat unique, tel est le secret du « miracle grec ». Telle est également la clé du succès de l'Italie de la Renaissance, de l'Allemagne du Saint Empire ou de la Suisse actuelle.

**Chaque langue véhiculant sa propre manière de concevoir le monde, vous prônez un usage plus systématique de la traduction. Une méthode dont les bénéfices sont, selon vous, largement supérieurs aux coûts. Dans quelle mesure ?**

Aussi loin que l'on remonte dans l'histoire des langues d'Europe, la traduction, à commencer par celle de la Bible à partir du latin et du grec, a été une activité fondatrice. La traduction met en relief les différences entre les langues et même les exalte par le fait même qu'elle suppose leur

reconnaissance et un traitement adapté. Il s'ensuit que la traduction est l'activité humaine qui permet de définir le concept de communication en son sens le plus profond : elle s'efforce de rendre exactement, dans toutes les nuances les plus fines, ce que dit un texte de départ et place donc chacun des interlocuteurs sur un pied d'égalité.

**A la fin de votre ouvrage, vous relevez que l'emprise de l'anglais sur le monde est en train de diminuer, notamment sous l'impulsion d'Internet...**

Plusieurs indicateurs semblent en effet montrer que la langue anglaise, qui est aujourd'hui, de loin, la plus répandue des langues véhiculaires que le monde ait jamais connues, va perdre ce rôle au bénéfice d'un retour de la babélisation qui a régné autrefois. A cet égard, et contrairement à ce qui était attendu, il s'avère que le développement induit par Internet n'est pas un processus de concentration, mais au contraire de diversité : dans les dix dernières années, les langues qui ont connu la croissance la plus rapide en termes de présence en ligne sur la Toile sont en effet l'arabe, le chinois, le portugais, l'espagnol et le français.

Propos recueillis par Vincent Monnet

## Bio express

**Nom :** Claude Hagège  
**Naissance :** 1<sup>er</sup> janvier 1936, Carthage (Tunisie)  
**Nationalité :** Française

**Formation :** Après une Licence de lettres classiques et d'arabe, puis une licence de linguistique générale et de chinois à l'Ecole normale supérieure (Paris), Claude Hagège devient diplômé d'hébreu, de chinois et de russe.

**Parcours :** Attaché de recherche au CNRS à partir de 1965, il est ensuite directeur d'études en linguistique structurale à l'Ecole pratique des hautes études, puis professeur titulaire de la chaire de linguistique au Collège de France (1982).

**Distinctions :** Prix de l'Académie française, Chevalier de la Légion d'honneur, Médaille d'or du CNRS, Chevalier de l'ordre des Arts et des Lettres, Officier de l'ordre des Palmes académiques.



# YELLOWSTONE: LE RÉVEIL DU SUPERVOLCAN EST ÉCRIT DANS LE CRISTAL

**L'ANALYSE DE CRISTAUX ÉJECTÉS PAR LES ÉRUPTIONS PASSÉES DU SUPERVOLCAN D'AMÉRIQUE DU NORD PERMETTRA DE MIEUX COMPRENDRE LA CHRONOLOGIE D'UN TEL CATACLYSME. ET PEUT-ÊTRE DE PRÉVOIR LA DATE DU SUIVANT**

---

**S**ous le plus ancien parc national des Etats-Unis dort l'un des plus gros volcans du monde. Yellowstone abrite en effet dans son sous-sol une bombe à retardement d'une ampleur inimaginable. Lors de sa dernière grande éruption, il y a 620 000 ans, ce supervolcan a envoyé dans l'atmosphère plus de 1000 km<sup>3</sup> de matériel, sous forme de cendres et de nuées ardentes titaniques qui ont recouvert, et probablement détruit, plus de la moitié des Etats-Unis actuels. La violence de l'explosion était telle que le cratère s'est effondré formant une caldera de plus de 60 km de diamètre. Aujourd'hui, des millions de visiteurs foulent chaque année la surface du monstre toujours vivant sans imaginer que sous leurs pieds une nouvelle chambre magmatique se construit lentement.

Parmi les curieux, Luca Caricchi, professeur assistant au Département des sciences de la Terre à la Faculté des sciences. Contrairement au reste de la foule, en cette fin du mois de septembre, il n'est pas là pour admirer Old Faithfull, le geyser emblématique du parc. Ayant rejoint un voyage organisé par le Programme doctoral en sciences des minéraux\*, lui et Emmanuelle Ricchi, étudiante en quatrième année de

maîtrise universitaire au bénéfice d'une bourse Augustin Lombard, profitent de l'infrastructure de Yellowstone pour se loger. Leur objectif se situe en dehors de la région protégée, un peu plus à l'ouest, dans l'Etat de l'Idaho. Il s'agit des vestiges très étendus de la caldera de Heise, un autre supervolcan aujourd'hui éteint et qui est en quelque sorte l'ancêtre de celui de Yellowstone.

**Point chaud** «*Nous avons probablement affaire à un point chaud qui demeure en place et qui voit au-dessus de lui la croûte terrestre défiler lentement vers l'ouest sous l'effet de la tectonique des plaques, explique Luca Caricchi. A intervalles plus ou moins réguliers, ce point chaud se fraie un chemin vers la surface en fondant la roche autour de lui et provoque une éruption explosive d'intensité variable mais toujours terriblement élevée.*»

Les chercheurs ont en effet identifié un système géologique qui ressemble à un collier dont les perles sont autant de calderas d'anciens volcans. Le plus vieux connu, apparu il y a environ 16 millions d'années, se situe à l'est de la chaîne des Cascades, sur la frontière entre l'Oregon et le Nevada, à 600 kilomètres de Yellowstone. Le phénomène ressemble à celui qui a donné naissance à l'archipel d'Hawaï. Là aussi, le

**THREE FINGERS**  
**CALDERA, OREGON.**  
 CES ROCHES ONT ÉTÉ  
 FORMÉES PAR LES  
 DÉPÔTS D'UNE ÉRUPTION  
 GÉANTE QUI EST  
 SURVENUE IL Y A ENVIRON  
 15 MILLIONS D'ANNÉES.

LUCA CARICCHI

volcanisme a créé de nouvelles îles au fur et à mesure que la plaque océanique s'est déplacée au-dessus d'un point chaud. La comparaison s'arrête pourtant là car le magma qui s'écoule des cratères du Pacifique est très liquide alors que celui de Yellowstone et de ses prédécesseurs est plus visqueux et très explosif. Cette différence vient, entre autres choses, de la composition de ce magma qui, dans le deuxième cas, est mélangé à de la croûte continentale fondue. L'éruption qui a créé la caldera de Heise et qui retient particulièrement l'attention des géologues genevois est survenue il y a 4,5 millions d'années. Il s'agit de l'une des plus importantes de l'histoire du vaste système de Yellowstone puisqu'elle a éjecté quelque 1800 km<sup>3</sup> de matériel. En comparaison, la plus grande éruption connue dans l'histoire humaine, celle du Mont Tambora en Indonésie en 1815 qui a provoqué une « année sans été » dans l'hémisphère Nord en 1816, a expulsé un volume de moins de 50 km<sup>3</sup>.

**Serpent à sonnette** C'est marteau en main et sac au dos que Luca Caricchi et Emmanuelle Ricchi arpentent les plaines désertiques du sud de l'Idaho, fouillant les affleurements de l'épaisse couche géologique locale appelée Kilgore Tuff et formée à partir des dépôts laissés par l'éruption de Heise.

Le paysage est désolé. Mais pas totalement inhabité. A quelques mètres des géologues genevois, un crotale se prélassé au soleil et actionne, à tout hasard, la sonnette au bout de sa queue. Les deux chercheurs jugent alors plus sage de poursuivre leur travail en faisant davantage de bruit. Et c'est en chantant et en tapant

des pieds qu'ils traversent les hautes herbes sèches à la recherche de cristaux de quartz et de feldspath généralement sertis dans une gangue de roche dure comme du verre.

« Ces cristaux ont été fabriqués dans la chambre magmatique, note Luca Caricchi. Ils sont les témoins de ce qui s'est passé dans le ventre du supervolcan durant toute la période qui a précédé l'éruption. Cette dernière les a ensuite dispersés dans la nature. Notre projet consiste justement à les étudier

## LES CHERCHEURS ONT IDENTIFIÉ UN SYSTÈME GÉOLOGIQUE QUI RESSEMBLE À UN COLLIER DONT LES PERLES SONT AUTANT DE CALDERAS D'ANCIENS VOLCANS

*pour tenter de déterminer le plus précisément possible la chronologie des événements qui a débouché sur le cataclysme final.»*

Des recherches récentes, menées notamment par Joern Wotzlaw, assistant à la Section des sciences de la Terre, ont en effet montré que les supervolcans d'Amérique du Nord ne possèdent pas, à l'origine, une unique chambre magmatique. En réalité, le processus commence avec



### Situation

La caldera de Heise mesure plusieurs dizaines de kilomètres de diamètre. Tout comme celle de Yellowstone, elle n'est visible que depuis les airs.

**Idaho:** 216 000 km<sup>2</sup>,  
 1,56 million d'habitants

**YELLOWSTONE CANYON.**

LA RIVIÈRE A CREUSÉ  
CES GORGES DANS UNE  
ROCHE, NOMMÉE LAVA  
CREEK TUFF, FORMÉE  
À PARTIR DES DÉPÔTS DE  
LA DERNIÈRE ÉRUPTION  
DU SUPERVOLCAN DE  
YELLOWSTONE, IL Y A  
620000 ANS.



plusieurs réservoirs plus petits qui se forment au-dessus du point chaud et qui grandissent ensuite avant de fusionner les uns avec les autres et de mélanger leur contenu.

Lors de chacune de ces phases, la composition chimique du magma subit une légère modification qui s'inscrit dans les anneaux de croissance des cristaux qui sont comparables à ceux des arbres. En analysant les couches minérales, les géologues peuvent y lire les conditions qui ont régné dans la chambre avant l'éruption.

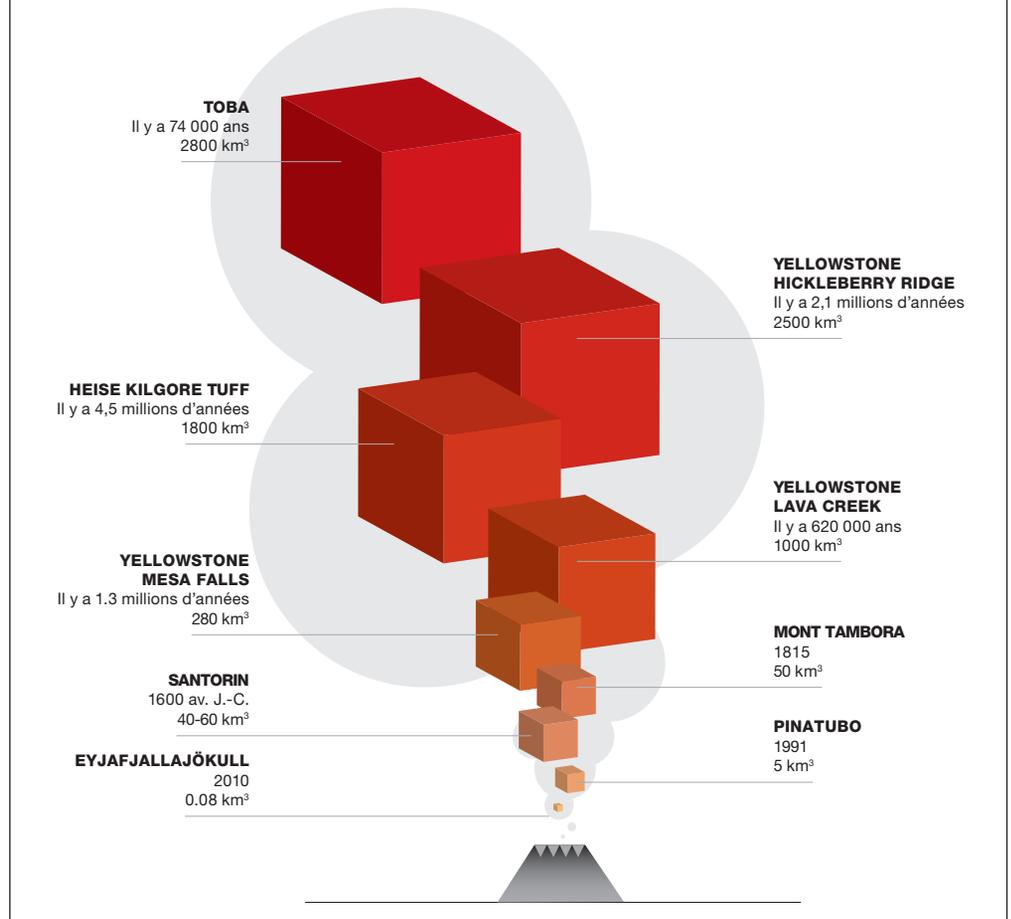
« On peut aussi calculer le temps qui s'est écoulé entre chaque phase d'agrandissement de la chambre magmatique, précise Luca Caricchi. L'objectif, bien entendu, c'est d'arriver à savoir combien de temps sépare l'ultime activité magmatique et l'éruption proprement dite. »

**Etroite surveillance** La question ne manque pas d'intérêt, surtout pour les populations vivant dans un rayon de 1000 km autour du parc Yellowstone, sachant que Chicago pourrait être, le cas échéant, recouvert de 20 cm de cendres. Car l'incertitude actuelle ne concerne pas tant le fait de savoir si le monstre du Wyoming entrera un jour en éruption mais plutôt quand il le fera. A l'heure actuelle, le volcan est sous la surveillance étroite du Yellowstone Volcano Observatory. Les techniques d'investigation géophysique ont montré qu'il existe une chambre magmatique principale en construction mais qu'elle est encore entourée par d'autres plus petites. Par ailleurs, aucun signe avant-coureur d'une éruption prochaine (gonflement important de la chambre magmatique, soulèvement de la surface, tremblements de terre, etc.) n'est encore visible.

Néanmoins, la séquence des trois dernières éruptions ayant eu lieu sur le site de Yellowstone laisse songeur. La plus ancienne a eu lieu il y a 2,1 millions d'années (2500 km<sup>3</sup> de matériaux émis). Elle est suivie par celle, plus modeste, d'il y a 1,3 million d'années (280 km<sup>3</sup>), puis par la plus récente d'il y a 620 000 ans. S'il devait exister une quelconque régularité dans ces cataclysmes, le suivant devrait être imminent.

« On ne peut pas faire de statistiques avec aussi peu de données, rectifie Luca Caricchi. Il existe

#### QUELQUES ÉRUPTIONS DE SUPERVOLCANS COMPARÉES AUX GRANDES ÉRUPTIONS LES PLUS RÉCENTES



une loi empirique qui semble très bien décrire la fréquence des éruptions classiques dans le monde entier. Malheureusement, les supervolcans, très rares, échappent à cette règle, sans que l'on sache pourquoi. Il n'y a pas d'autres choix que d'essayer de comprendre les mécanismes physiques qui sont à leur origine pour tenter d'en savoir plus. Et cela passe par les cristaux que nous étudions.»

De tels travaux ont déjà été menés sur des volcans plus modestes, notamment par Michael Dungan, professeur honoraire de la Section des sciences de la Terre et dont le poste est aujourd'hui occupé par Luca Caricchi. Le premier a montré que les événements pouvaient se dérouler de manière assez rapide. Dans un article paru dans la revue *Nature* du 2 février 2012, il estime ainsi que, dans le cas de l'île grecque Santorin (un volcan qui a éjecté entre 40 et 60 km<sup>3</sup> de matériel en 1600 av J.-C.), la durée entre l'arrivée du magma et l'éruption est « inférieure à cent ans ». Les données indiquent

même que les dernières recharges de la chambre magmatique ont eu lieu dans les derniers mois, voire semaines avant l'explosion finale (lire *Campus* n° 108).

L'étude du supervolcan de Heise a pour objectif d'obtenir le même genre de résultats mais applicables aux supervolcans dont le comportement est très différent. Pour l'heure, Luca Caricchi a ramené 60 kilogrammes d'échantillons de son voyage aux Etats-Unis dont l'analyse prendra plusieurs mois. Il espère que son travail permettra d'affiner les prévisions – actuellement totalement aléatoires – concernant une prochaine éruption. Et éventuellement de chiffrer le temps qui nous sépare d'elle, en millénaires, siècles ou années.

Anton Vos

\* Le DPMS rassemble les étudiants et chercheurs en minéralogie, pétrologie, biogéosciences, géochronologie, et archéométrie issus des Universités de Fribourg, Genève, Lausanne, Neuchâtel et Berne. (<http://mineral.cuso.ch/>)

# CHARLES-HENRI RAPIN, GUÉRILLERO DU GRAND ÂGE

**PIONNIER** DE LA GÉRIATRIE GENEVOISE, CE FILS DE MEUNIER A DÉPLOYÉ UNE ÉNERGIE CONSIDÉRABLE POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE VIE DES PERSONNES ÂGÉES AVANT DE S'ÉTEINDRE À 61 ANS. PORTRAIT



## La passion selon Charles-Henri Rapin ou le roman de soi

Biographie réalisée à partir d'entretiens effectués par l'auteure entre mai 2006 et juillet 2007, ainsi que des archives écrites, radiophoniques et télévisuelles.

par Martine Ruchat,  
éd. Antipodes, 173 p.

**T**out gamin, en bon scout, il arpentait les rues de Carouge les bras chargés de provisions destinées aux vieux du quartier qui ne pouvaient plus se déplacer pour faire leurs courses. A ses heures perdues, il lui arrivait également de leur faire un peu de lecture ou de retaper leur maison. Qu'elles soient réelles ou qu'elles participent à la construction d'une légende personnelle, ces anecdotes témoignent d'une attention aux autres et d'une forme de philanthropie militante qui ont accompagné le professeur Charles-Henri Rapin (1947-2008) tout au long de sa carrière.

Patron du Centre de soins continus, de la Polyclinique de gériatrie, puis du Centre inter-facultaire de gérontologie (CIG) entre les années 1980 et 2000, ce fils de meunier a été le premier médecin gériatre en soins palliatifs de Genève et l'auteur du premier travail académique reconnu en Europe continentale dans cette discipline. Au-delà des titres, Charles-Henri Rapin a surtout lutté avec passion pour améliorer concrètement les conditions de vie des personnes âgées et pour briser un certain nombre de tabous entourant le grand âge. Portrait à l'occasion d'une double actualité: l'inauguration d'un centre de documentation portant son nom à l'Hôpital de Bellevue et la sortie de la biographie très sensible que Martine

Ruchat, qui est aussi professeure associée à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, consacre à ce personnage qui laissait rarement indifférent.

S'il n'était pas devenu médecin, Charles-Henri Rapin aurait certainement fait son chemin dans la politique. Fils de socialiste, c'est à gauche que penchent naturellement ses idéaux. Maoïste dans les années 1960, puis membre du Parti communiste marxiste-léniniste, il proteste contre la guerre au Vietnam, la dictature portugaise et l'armée en attendant le Grand Soir. Durant cette décennie de quasi-clandestinité, il noue également des liens privilégiés avec la Palestine et en particulier avec Faty Arafat, lui aussi médecin, et son frère Yasser.

Pour Charles-Henri Rapin, l'heure des choix sonne au début des années 1980. Deux voies s'ouvrent alors au jeune médecin fraîchement diplômé: s'installer au Liban pour assister le peuple palestinien dans son combat ou accepter le poste que lui propose à Genève son maître de thèse, le professeur Jean-Pierre Junod. Sa femme étant enceinte, Charles-Henri Rapin opte finalement pour la seconde solution.

Au sein de l'Hôpital de gériatrie de Genève, qui est la première structure du genre à voir le jour sur le continent européen, Jean-Pierre Junod fait œuvre de pionnier en imposant une vision humaniste des soins aux personnes âgées



AFP | IMAGEFORUM

très originale pour l'époque et qui va fortement influencer son jeune disciple.

«*Au moment où Charles-Henri Rapin rejoint l'Hôpital de gériatrie, l'âge est peu pris en compte, notamment dans la nature du traitement, précise le professeur Michel Oris, codirecteur du Pôle de recherche national LIVES et directeur du Centre interfacultaire de gérontologie et d'études des vulnérabilités de l'UNIGE. Or, cette conception change avec des hommes comme Jean-Pierre Junod, qui mettent en évidence l'existence de problématiques spécifiquement liées au vieillissement. Cette évolution ne va cependant pas sans provoquer certaines résistances, d'une part, dans le milieu hospitalier, où la gériatrie constitue un enjeu considérable et, d'autre part, dans l'opinion publique au sein de laquelle, comme le faisait remarquer l'historien français Philippe Ariès, ce n'est désormais plus le sexe qui est tabou, mais la vieillesse et la mort.*»

En blouse de médecin ou devant les caméras de télévision, Charles-Henri Rapin s'engagera donc avec la même combativité sur ces deux fronts. Sur le plan scientifique, son activité débouche sur la rédaction de plus de 200 articles scientifiques (dont 69 ont été cités plus de 1000 fois selon *Google Scholar*). Il y est notamment question de soins communautaires, de facteurs prédisposant à une fracture du col du fémur, d'indicateurs de mortalité (tels que

**«LORSQUE JE PENSE QUE J'AI UNE BONNE IDÉE ET QUE L'ON ME DIT NON, ALORS JE SUIS SÛR QUE C'EST UNE BONNE IDÉE. ET JE NE LA LÂCHE PLUS»**

les taux de vitamine B12 et d'albumine dans le sang), d'exclusion, de maltraitance. On y parle aussi de frigos vides, comme dans cet article publié par *The Lancet* le 12 août 2000 avant d'être traduit dans une dizaine de langues et qui montre que la moitié des personnes âgées sont sous-alimentées.

A cet inventaire incomplet, on peut ajouter une boisson isotonique destinée aux aînés inventée après la canicule de 2003 (le Gérostar) ou encore la réhabilitation du lait de poule, une préparation traditionnelle élaborée selon une recette héritée de sa grand-mère, et destinée à apporter aux convalescents et aux personnes sous-alimentées un apport en protéines tout en stimulant l'hormone de croissance. Sans oublier

la lutte contre la douleur qui fait pour lui figure de priorité, quitte à devoir injecter de la morphine aux patients toutes les quatre heures.

Tout cela est cependant loin de faire l'unanimité auprès de ses pairs. Critiqué par certains pour le manque de rigueur scientifique de ses travaux, il se met à dos de nombreux spécialistes (notamment parmi les nutritionnistes) par ses méthodes qui bousculent les habitudes. Ce qui n'est pas forcément pour lui déplaire : «*Lorsque je pense que j'ai une bonne idée et que l'on me dit non, alors je suis sûr que c'est une bonne idée. Et je ne la lâche plus*», confesse-t-il ainsi dans la biographie que lui consacre Martine Ruchat.

Si son image de baroudeur et de franc-tireur irrite au sein de l'Hôpital autant qu'à l'Université, il en va tout autrement dans les rapports que Charles-Henri Rapin cultive avec la cité au sens large. Invité aux quatre coins de la planète pour des conférences ou des programmes de formation, il est également très apprécié des médias qui se délectent des slogans percutants qu'il

distille pratiquement sur commande. Enfin, et peut-être surtout, Charles-Henri Rapin est un médecin qui a toujours su maintenir une grande proximité avec ses patients : «*Cela peut paraître un peu saugrenu aujourd'hui, mais il était adepte de la "bisothérapie"*, rappelle Michel Oris. *A l'époque, le CIG se trouvait dans des immeubles comprenant des appartements pour personnes âgées. Chaque fois qu'il en croisait une, Charles-Henri lui faisait la bise. C'était assez comique à regarder, mais cela partait surtout d'un*

*très bon sentiment, puisque c'était une manière de montrer que, contrairement à ce que beaucoup de gens semblent penser, une vieille personne ne sent pas mauvais, qu'elle n'est ni sale ni repoussante et qu'elle mérite aussi un peu d'affection.*»

Atypique jusqu'à son dernier souffle, Charles-Henri Rapin n'est pas mort du cancer qui le poursuivait depuis l'an 2000, mais d'une crise cardiaque qui l'a emporté un soir de l'été 2008, à l'issue d'une semaine de formation donnée dans le cadre du Master francophone européen en soins palliatifs, thanatologie et éthique qu'il avait créé dix-huit ans plus tôt à l'Institut Kurt Bösch de Sion. Il avait 61 ans.

Vincent Monnet

# À LIRE

## INTRODUCTION À LA SCIENCE DU SACRÉ

Durant près de vingt-cinq ans, ses leçons peuplées de dieux cornus, de satyres et de héros mythiques ont fait le bonheur des étudiants du Département des sciences de l'Antiquité. Aujourd'hui professeur honoraire, Philippe Borgeaud offre au grand public ce petit livre pensé comme une introduction à sa discipline: l'histoire des religions. Guidé par un découpage très didactique, le lecteur est d'abord invité à s'arrêter sur la définition de quelques concepts fondamentaux – la religion, le paganisme, mais aussi les problèmes liés à la traduction ou à la comparaison...

L'étape suivante vise à montrer la pérennité des modèles d'explication élaborés de l'époque des Pères de l'Eglise à celle des Grandes découvertes pour décrire le système de croyance de civilisations radicalement différentes.

L'auteur retrace ensuite le long processus qui aboutit, au XVIII<sup>e</sup> siècle, à «la possibilité d'une comparaison non hiérarchisante, et d'un regard "éloigné", dé-confessionnalisé, considérant sur le même plan l'ensemble des phénomènes religieux, dans leur diversité et la multiplicité de leurs appartenances culturelles». Comme le montre le chapitre suivant, pour que l'histoire des religions devienne une discipline à part entière, il faudra toutefois le tournant décisif que constitue le déchiffrement de langues mortes depuis des millénaires, comme l'écriture cunéiforme de Mésopotamie, les hiéroglyphes égyptiens ou le hittite.

Pour clore ce périple où, au fil des pages, se croisent les figures de Zeus, de Marx, de

Freud, de Thomas d'Aquin, de Bartholomé Las Casas ou encore du Père Lafitau, c'est vers le futur que se tourne Philippe Borgeaud avec un chapitre consacré à des chantiers récemment ouverts comme la question des rapports entre mythe et histoire ou celle des liens entre rites et émotions. **VM**

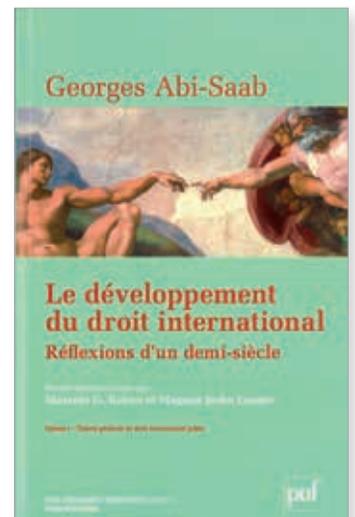
«**L'HISTOIRE DES RELIGIONS**», PAR PHILIPPE BORGEAUD, INFOLIO, 225 P.



## CINQUANTE ANS DE DROIT INTERNATIONAL

Premier chercheur à développer une analyse du droit international à travers la perspective du tiers-monde, Georges Abi-Saab a enseigné de 1963 à 2000 le droit international à l'Institut universitaire de hautes études internationales et du développement. Membre de nombreux tribunaux internationaux, il a notamment siégé au Tribunal pénal international pour l'ex-Yougoslavie et auprès de la Cour internationale de justice. Regroupant une trentaine d'articles, cet ouvrage revient notamment sur les évolutions conceptuelles et les transformations structurelles de l'ordre juridique international, les sources du droit international, la question de la sanction en droit international, celle du règlement pacifique des différends ainsi que sur le droit des organisations internationales. **VM**

«**LE DÉVELOPPEMENT DU DROIT INTERNATIONAL. RÉFLEXIONS D'UN DEMI-SIÈCLE. VOL. I THÉORIE GÉNÉRALE DU DROIT INTERNATIONAL PUBLIC**», PAR GEORGES ABI-SAAB, GRADUATE INSTITUTE PUBLICATIONS, PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE, 362 P.



## QUAND VIENT L'ÂGE DE LA FRAGILITÉ

La catégorie des plus de 65 ans compose la tranche d'âge qui connaît aujourd'hui la plus forte croissance démographique en Europe occidentale et en Amérique du Nord, si bien qu'on recensera plus d'un demi-million d'octogénaires en Suisse vers 2050. Cosigné par Christian Lalive d'Épinay, professeur honoraire et cofondateur

du Centre interfacultaire de gérontologie de l'Université de Genève, et Stefano Cavalli, maître assistant au Centre interfacultaire de gérontologie et d'études des vulnérabilités, ce petit livre se propose de dresser un tableau d'ensemble de la vie au grand âge en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle. Pour ce faire, les deux auteurs s'appuient essentiellement sur les travaux conduits à Genève dans ce domaine depuis la fin des années 1980, travaux qui constituent un ensemble de données scientifiques unique en Europe dans la mesure où ils permettent de suivre la trajectoire de nos aînés sur une période de plus de trente ans. Agrémenté de témoignages apportant une note subjective et une touche d'émotion au propos, l'ouvrage s'ouvre sur une présentation des spécificités du 4<sup>e</sup> âge, décrit comme «l'âge de la fragilité». Les inégalités liées à cette période de l'existence, les différentes stratégies mises en place pour faire face aux changements du quotidien ou au déclin biologique sont ensuite évoquées. Le choix toujours difficile de rester chez soi ou d'intégrer un EMS, la question de l'identité dans un environnement peuplé autant de vivants que de défunts ainsi que le rapport à une mort qui ne cesse de se rapprocher complètent le parcours. **VM**

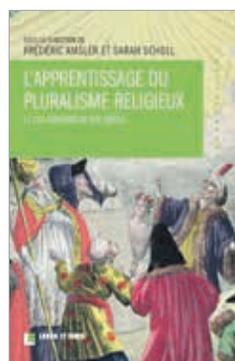
«**LE QUATRIÈME ÂGE OU LA DERNIÈRE ÉTAPE DE LA VIE**», PAR CHRISTIAN LALIVE D'ÉPINAY ET STEFANO CAVALLI, PPUR, COLL. LE SAVOIR SUISSE, 139 P.



### DES ENFANTS ET DES ARMES

La dernière livraison de la collection dirigée par le professeur Michel Porret (Faculté des lettres) propose une réflexion scientifique sur la spécificité des témoignages d'enfants sur la guerre.

«**ENFANCES EN GUERRE**», PAR ROSE DUTROUX ET CATHERINE MILKOVITCH-RIOUX (DIR.), ÉD. GEORG, COLL. L'ÉQUINOXE, 269 P.



### CROIRE AU PLURIEL

En partant de l'exemple genevois, une quinzaine d'auteurs mettent en évidence les mécanismes, les théories et les négociations qui ont permis l'émergence du pluralisme religieux au cours du XIX<sup>e</sup> siècle.

«**L'APPRENTISSAGE DU PLURALISME RELIGIEUX. LE CAS GÉNEVOIS AU XIX<sup>e</sup> SIÈCLE**», PAR FRÉDÉRIC AMSLER ET SARAH SCHOLL (DIR.), LABOR ET FIDES, 283 P.



### LA SEXUALITÉ AU FÉMININ

Baisse de désir, rapports douloureux, absence d'orgasmes : ce livre détaille les symptômes, les causes, le diagnostic et les traitements des troubles qui peuvent peser sur la sexualité féminine.

«**J'AI ENVIE DE COMPRENDRE... MA SEXUALITÉ (FEMME)**», PAR ELLEN WEIGAND ET FRANCESCO BIANCHI-DEMICHELI, MÉDECINE & HYGIÈNE, 200 P.



### ART ET POLITIQUE CHEZ BERGSON

Nadia Yala Kisukidi, chercheuse à la Faculté de théologie, montre avec cet ouvrage que, chez Bergson, le rapport à l'art et à la philosophie politique trouve son fondement dans une même conception de l'homme.

«**BERGSON OU L'HUMANITÉ CRÉATRICE**», PAR NADIA YALA KISUKIDI, CNRS ÉDITIONS 2013, 305 P.

# THÈSES DE DOCTORAT

## DROIT

### BULAK, BEGUM

La liberté d'expression face à la présomption d'innocence  
**Dir. Strauli, Bernhard; Hottelier, Michel**  
 Th. UNIGE 2013, D. 869 | Web\*: 29933

### GRIGNON, JULIA

L'applicabilité temporelle du droit international humanitaire  
**Dir. Sassoli, Marco**  
 Th. UNIGE 2013, D. 867 | Web\*: 30412

### MIRFAKHRAEI, KAVEH

Les indemnités de fin de contrat dans le contrat d'agence et le contrat de distribution exclusive  
**Dir. Marchand, Sylvain**  
 Th. UNIGE 2013, D. 870 | Web\*: 30315

## PSYCHOLOGIE ET SCIENCES DE L'ÉDUCATION

### ALLAIN, SÉBASTIEN

Serious Game et perception du réel: lecture documentariste et potentiel cognitif  
**Dir. Szilas, Nicolas; Ibanez-Bueno, Jacques**  
 Th. UNIGE 2013, FPSE 538 | Web\*: 30964

### BERNARD, MATHIEU

L'expérience de flow: une étude de ses facteurs prédictifs et de son effet modérateur sur les émotions à travers la pratique de l'alpinisme  
**Dir. Favez, Nicolas**  
 Th. UNIGE 2013, FPSE 540 | Web\*: 30277

### CLOTTU-BEETSCHEN, RÉGINE

Pratiques de conception de formations à la demande et apprentissages en situation de travail de conception: six études de cas dans le contexte de la formation continue de professionnels de l'enseignement  
**Dir. Bourgeois, Etienne; Enlart, Sandra**  
 Th. UNIGE 2013, FPSE 541 | Web\*: 30818

### EASTES, RICHARD

Processus d'apprentissage, savoirs complexes et traitement de l'information: un modèle théorique à l'usage des praticiens, entre sciences cognitives, didactique et philosophie des sciences  
**Dir. Giordan, André; Schurmans, Marie-Noëlle**  
 Th. UNIGE 2013, FPSE 529 | Web\*: 29640

### GENTSCH, KORNELIA

The temporal dynamics of emotion-antecedent appraisal and the nature of two-component synchronization  
**Dir. Grandjean, Didier Maurice; Scherer, Klaus R.**  
 Th. UNIGE 2013, FPSE 542 | Web\*: 30965

### GRABER, MYRIAM

L'épreuve cachée: le cas d'étudiants d'Afrique subsaharienne en situation de migration et en formation de soins infirmiers en Haute Ecole Spécialisée  
**Dir. Baudouin, Jean-Michel**  
 Th. UNIGE 2013, FPSE 541 | Web\*: 30738

## MÉDECINE

### CHESEAUX, NICOLE

#### HYPNOSE AVANT DES PROCÉDURES MÉDICALES DIAGNOSTIQUES ET THÉRAPEUTIQUES: UNE REVUE SYSTÉMATIQUE

Dans l'état actuel des connaissances, il est impossible de savoir si l'hypnose réalisée avant une intervention médicale est efficace ou non. C'est la conclusion de cette thèse qui pointe avant tout les limites méthodologiques des études qui se sont intéressées à ce sujet. Le but du travail consistait à discuter la place actuelle de l'hypnose utilisée par l'anesthésiste dans les procédures médicales et plus particulièrement à en mesurer l'efficacité grâce à une revue systématique de la littérature scientifique. A cette fin, Nicole Cheseaux a analysé différentes bases de données pour en tirer les essais randomisés contrôlés (ERC) comparant l'hypnose à une intervention contrôlée. Tous ces essais concernent la douleur ou l'anxiété. Elle en a sélectionné 18, rassemblant en tout 968 patients dont 830 adultes et 138 enfants. Selon la chercheuse, 12 de ces 18 ERC présentent des limitations majeures de qualité touchant la dissimulation de la randomisation, l'expérience de l'hypnotérapeute, l'adhésion du patient aux procédures hypnotiques et, enfin, l'analyse de l'intention de traiter.

#### DIR. WALDER, BERNHARD; CLERGUE, FRANÇOIS

Th. UNIGE 2013, Méd. 10705 | Web\*: 29598

### LAUWERIER, THIBAUT

L'influence de la Banque mondiale sur les politiques d'éducation de base en Afrique de l'Ouest francophone: les cas du Mali et du Sénégal de 1980 à 2010  
**Dir. Akkari, Abdeljalil**  
 Th. UNIGE 2013, FPSE 550 | Web\*: 30756

### MERCHAN PRICE, CAROLINA

El cuerpo escénico como territorio de la acción educativa: análisis didáctico de los dispositivos de formación y de prácticas pedagógicas de la Licenciatura en Artes Escénicas  
**Dir. Rickenmann Del Castillo, René C.**  
 Th. UNIGE 2013, FPSE 534 | Web\*: 29549

## TRADUCTION ET INTERPRÉTATION

### TSOURAKIS, NIKOLAOS

Development & evaluation of multilingual multimodal dialogue systems on mobile devices  
**Dir. Bouillon, Pierrette**  
 Th. UNIGE 2013, FTI 14 | Web\*: 30821

## LETTRES

### CHENAL, VINCENT PIERRE

Les frères Jacob (1768-1844) et François (1776-1854)  
 Duval: joailliers, collectionneurs, marchands et mécènes à Saint-Petersbourg et à Genève  
**Dir. Natale, Mauro**  
 Th. UNIGE 2013, L. 786 | Web\*: 30968

### PUGIN, LAURENT XAVIER

Lecture et traitement informatique de typographies musicales anciennes: un logiciel de reconnaissance de partitions par modèles de Markov cachés  
**Dir. Darbellay, Etienne**  
 Th. UNIGE 2006, L. 600 | Web\*: 30024

### RADWAN, NADIA SUSANNE

Une renaissance des Beaux-Arts et des Arts appliqués en Egypte: synthèses, ambivalences et définitions d'une nation imaginée (1908-1938)  
**Dir. Naef, Silvia; el-Wakil, Leïla**  
 Th. UNIGE 2013, L. 787 | Web\*: 30813

## MÉDECINE

### AREF, AMR

La sclérectomie profonde assistée au CO<sub>2</sub> Laser (CLASS)  
**Dir. Shaarawy, Tarek; Hafezi, Farhad**  
 Th. UNIGE 2013, Méd. 10712 | Web\*: 29937

### BAJWA, NADIA MASOOD

La fiabilité et validité du processus de sélection des internes en pédiatrie en relation avec l'évaluation du professionnalisme  
**Dir. Belli, Dominique Charles**  
 Th. UNIGE 2013, Méd. 10713 | Web\*: 30093

### BOUVET, CINDY

Les analyses urinaires systématiques avant une arthroplastie totale sont-elles indispensables?  
**Dir. Hoffmeyer, Pierre; Uckay, Ilker**  
 Th. UNIGE 2013, Méd. 10716 | Web\*: 30966

### BRODARD, JEREMY

Cavernome du troisième ventricule: étude d'un cas pédiatrique et revue de la littérature  
**Dir. Schaller, Karl Lothard; Rilliet, Bénédicte**  
 Th. UNIGE 2012, Méd. 10663 | Web\*: 30278

### DE SIQUEIRA TANGO, RODRIGO

Interactions entre maladies et médicaments: établissement de propositions de prescription en psychopharmacologie  
**Dir. Dayer, Pierre; Schulz, Pierre**  
 Th. UNIGE 2013, Méd. 10681 | Web\*: 29920

### MOAYEDODDIN, AMIR

L'effet d'une psychothérapie brève centrée sur la parentalité sur la symptomatologie anxio-dépressive des mères durant la période périnatale  
**Dir. Ansermet, François**  
 Th. UNIGE 2013, Méd. 10714 | Web\*: 30816

### PACCOLAT, CÉLINE

Taux de la procalcitonine durant la grossesse, l'accouchement et le post-partum  
**Dir. Martinez De Tejada Weber, Begona; Irion, Olivier**  
 Th. UNIGE 2013, Méd. 10707 | Web\*: 29931

**PILEGGI, GIORGIO**

Inactivation d'«Enterococcus faecalis» à l'aide d'agents photo-activables à la lumière bleue

Dir. **Bouillaguet, Serge**

Th. UNIGE 2013, Méd. dent. 713 | Web\*: 29475

**TRIVERIO, PIERRE-ALAIN**

Pronostic au long terme après une insuffisance rénale aiguë nécessitant une dialyse

Dir. **Martin, Pierre-Yves**

Th. UNIGE 2013, Méd. 10711 | Web\*: 29596

**WERNLI, DIDIER BERTRAND**

«Bordetella bronchiseptica»: pathogène ou simple colonisateur?

Dir. **Harbarth, Stéphan Juergen**

Th. UNIGE 2013, Méd. 10710 | Web\*: 29446

**NEUROSCIENCES****CANE, MICHELE**

Imaging of synaptic proteins dynamics in vivo

Dir. **Holtmaat, Anthony**

Th. UNIGE 2013, Neur. 112 | Web\*: 30814

**CERAVOLO, LÉONARDO**

Neuroimaging and spatio-temporal dynamics of the localization and spatial attentional modulation by angry prosody

Dir. **Grandjean, Didier Maurice**

Th. UNIGE 2013, Neur. 108 | Web\*: 30023

**DE LA ROSSA, ANDRÉS**

In-vivo reprogramming of postmitotic neocortical neurons

Dir. **Jabaudon-Gandet, Denis**

Th. UNIGE 2013, Neur. 109 | Web\*: 29571

**POUCHELON, GABRIELLE**

Molecular and cellular controls over target-specific development of thalamocortical neuron projections

Dir. **Jabaudon-Gandet, Denis; Muller, Dominique**

Th. UNIGE 2013, Neur. 102 | Web\*: 29389

**RIZK, SVIATLANA**

Neural network plasticity in the human brain

Dir. **Schnider, Armin; Guggisberg, Adrian**

Th. UNIGE 2013, Neur. 104 | Web\*: 30750

**SCIENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES****BROILLET-SCHLESINGER, ALEXANDRA BRIGITTA**

La définition d'un objet d'un métier d'artisanat d'art à travers le regard de l'homme:

une étude interactionniste du point de vue du client sur le produit

Dir. **Morard, Bernard**

Th. UNIGE 2013, SES 809 | Web\*: 30425

**DE MONTMOLLIN, GRAZYNA**

Au cœur du social: le mariage dans le canton de Genève 1800-1880

Dir. **Oris, Michel**

Th. UNIGE 2013, SES 819 | Web\*: 30736

**DEL BIAGGIO, CRISTINA**

Linking up the Alps: how networks of local political actors build the pan-Alpine region

Dir. **Fall, Juliet Jane; Debarbieux, Bernard**

Th. UNIGE 2013, SES 795 | Web\*: 30094

Publicité

# Plus de créativité, plus de puissance



## Station de travail HP Z230 + écran Z24i IPS Gen 2 – 24" (61 cm)

### Un magnifique exemple de perfection.

Découvrez la nouvelle Station de travail HP Z230 intégrant un processeur hautes performances Intel® Xeon® E3-1245 v3, en association avec un écran Z24i à technologie IPS Gen 2 offrant une qualité d'affichage époustouflante au format d'image 16:10 avec une résolution de 1920 x 1200 pixels.

### Profitez de l'offre groupée exceptionnelle!

D'autres offres et informations sont disponibles sur:  
[www.ws-bundle.ch/bechtle](http://www.ws-bundle.ch/bechtle)



Prix spécial offre groupée | Réf.: B2-WM573EA

**CHF 2'193.-\***

au lieu de CHF 2'408.- TVA incl./TAR incl.

Economisez CHF 215.-



**Bechtle direct SA**  
Route des Avouillons 30 | 1196 Gland  
Tél. 0848 810 410  
[www.bechtle-direct.ch](http://www.bechtle-direct.ch)



\* Prix de vente/prix public recommandé par HP. Pour plus d'informations et des prix spéciaux adaptés à vos projets, veuillez nous contacter. La promotion offre groupée HP Z230 est valable du 1er décembre 2013 au 31 janvier 2014.

Ultrabook, Celeron, Celeron Inside, Core Inside, Intel, le logo Intel, Intel Atom, Intel Atom Inside, Intel Core, Intel Inside, le logo Intel Inside, Intel vPro, Itanium, Itanium Inside, Pentium, Pentium Inside, vPro Inside, Xeon, Xeon Phi, et Xeon Inside sont des marques de commerce d'Intel Corporation aux États-Unis et dans d'autres pays.

# THÈSES DE DOCTORAT

## SCIENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

### GORIN, VALÉRIE

#### LA MÉMOIRE SYMBOLIQUE DE LA SOUFFRANCE : REPRÉSENTER L'HUMANITAIRE DANS LA PRESSE MAGAZINE AMÉRICAINE ET FRANÇAISE (1967-1994)

Par l'étude du discours d'information de la presse magazine américaine et française, cette thèse interroge la circulation d'une mémoire symbolique de la souffrance lors des crises humanitaires majeures résultant des conflits armés des années 1960 à 1990. Selon l'auteure, si les contextes politiques et sociaux des périodes couvertes ont évolué, ils se traduisent au sein du discours médiatique par des choix visuels et linguistiques qui marquent une certaine permanence dans la mise en sens de la violence de guerre et des souffrances humaines qui en résultent. Ces cadrages médiatiques permettent de questionner à quel point la visibilité et la description des souffrances de guerre au sein des magazines se situent au croisement de plusieurs rapports, que ce soit du point de vue de la culture visuelle médiatique, du photojournalisme, de la mémoire collective et de l'histoire des conflits dans le long XX<sup>e</sup> siècle. Valérie Gorin constate, entre autres choses, que la guerre du Biafra (1967-1970) impose un modèle classique de médiatisation qui assoit la rhétorique victimaire dans lequel l'enfant joue un rôle important mais qui ne peut être limité à sa simple dimension émotionnelle. Cette figure de l'innocence, tout comme l'ensemble des victimes et des scènes exposées sont d'abord des réalités chiffrées, visibles et immédiatement lisibles à la photographie de presse.

**DIR. DUBIED, ANNIK**

Th. UNIGE 2013, SES 815 | Web\*: 29615

### GUERRIER, STÉPHANE

Two essays in statistics: a prediction divergence criterion for model selection & wavelet variance based estimation of latent time series models

**Dir. Victoria-Feser, Maria-Pia**

Th. UNIGE 2013, SES 814 | Web\*: 29628

### PICCIN, FRANCESCA

The European Union Humanitarian Aid policy and the management of external humanitarian crises: crises characteristics and intervention strategies

**Dir. Hug, Simon**

Th. UNIGE 2013, SES 805 | Web\*: 30732

### PUSTERLA, ELIA RINO GIUSEPPE

The relations between Switzerland and the European Union and the credibility of sovereignty

**Dir. Hug, Simon**

Th. UNIGE 2013, SES 806 | Web\*: 29616

### VILLALBA CASTRO, ALFREDO ALEJANDRO

Hovering information: a self-organising, infrastructure-free information storage and retrieval service for mobile applications

**Dir. Konstantas, Dimitri;**

**Di Marzo Serugendo, Giovanna**

Th. UNIGE 2013, SES 813 | Web\*: 30745

### ZARA, ANDRÉE A

In depth transformations: conceptualizing institutional change, building on the Serbian case

**Dir. Josserand, Emmanuel**

Th. UNIGE 2013, SES 817 | Web\*: 30749

## SCIENCES

### AGORITSAS, ELISABETH

Temperature-dependence of a 1D interface fluctuations: role of a finite disorder correlation length

**Dir. Giamarchi, Thierry**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4578 | Web\*: 30031

### BACKES, MORITZ

Measurement of the inclusive electron cross-section from heavy-flavour decays and search for compressed supersymmetric scenarios with the ATLAS experiment

**Dir. Clark, Allan Geoffrey**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4550 | Web\*: 30433

### COCHRANE, RYAN

U-Pb thermochronology, geochronology and geochemistry of NW South America: rift to drift transition, active margin dynamics and implications for the volume balance of continents

**Dir. Spikings, Richard Alan; Schaltegger, Urs**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4566 | Web\*: 30029

### CONSOLE, PAOLA

Symmetric linear multistep methods for Hamiltonian systems on manifolds

**Dir. Hairer, Ernst**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4591 | Web\*: 30279

### EMAMZADAH, SOHEILA

A conformational switch regulates p53 DNA binding

**Dir. Halazonetis, Thanos**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4590 | Web\*: 30316

### ESSAIDI, MANEL

Role of the glycoproteins in the production of Sendai virus particles

**Dir. Galliot, Brigitte; Roux, Laurent**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4582 | Web\*: 30280

### GOBEILL, JULIEN

Modèles automatiques de questions/réponses pour les sciences biomédicales

**Dir. Appel, Ron David; Ruch, Patrick**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4519 | Web\*: 30032

### KALARIA, DHAVAL

Transdermal iontophoresis for the controlled delivery of therapeutic agents to treat neurodegenerative diseases

**Dir. Kalia, Yogeshvar; Scapozza, Leonardo**

Th. UNIGE 2012, Sc. 4480 | Web\*: 29915

### KEMP, LOUISE

Characterisation of a family of Putative Acyl Serine Hydrolases in *Toxoplasma gondii*

**Dir. Soldati-Favre, Dominique; Galliot, Brigitte**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4559 | Web\*: 30371

### LAUCIELLO, LEONARDO

From compound to target: chemical proteomics and in silico screening for target identification in «*Plasmodium falciparum*»

**Dir. Scapozza, Leonardo; Perozzo, Remo**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4531 | Web\*: 30027

### LI, JIA

Analysis of evolutionary constraints on gene arrangements in animal genomes

**Dir. Zdobnov, Evgeny; Appel, Ron David**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4588 | Web\*: 30428

### MARECHAL MARIN, ALEXIS AYAR

Unifying the syntax and semantics of modular extensions of Petri nets

**Dir. Buchs, Didier**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4576 | Web\*: 29390

### MEDERER, JOHANNES

Regional setting, geological context and genetic aspects of polymetallic hydrothermal ore deposits from the Kapan ore district, southern Armenia:

a contribution to the Mesozoic island arc metallogeny of the Lesser Caucasus

**Dir. Moritz, Robert**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4587 | Web\*: 30820

### MEGUENANI, MEHDI

Regulation of angiogenesis by junctional adhesion molecule-B and Olfactomedin-like-3

**Dir. Citi, Sandra; Imhof, Beat**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4560 | Web\*: 30899

### NAREDDY, PRADEEP

Pd-catalyzed  $\alpha$ -arylation of aldehydes

**Dir. Mazet, Clement**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4592 | Web\*: 30379

### PYAKUREL, ASWIN

Elucidation of interactors of the pro-fusion proteins MFN1 and MFN2 sheds light on novel pathways

regulating mitochondrial morphology in apoptosis

**Dir. Scorrano, Luca; Martinou, Jean-Claude**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4585 | Web\*: 29447

### SEKATSKI, PAVEL

Towards the experimental observation of macroscopic quantum superpositions

**Dir. Gisin, Nicolas**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4548 | Web\*: 30963

### SHEKHAWAT, KRISHNENDRA

Rectangle tilings, connectivity and associated covariants

**Dir. Coray, Daniel**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4570 | Web\*: 29531

### VORJOHANN, SILJA

The fibrinogen gene locus:

pathogenic mutations and epigenetic regulation

**Dir. Neerman-Arbez, Marguerite; Rodriguez, Ivan**

Th. UNIGE 2013, Sc. 4567 | Web\*: 29437



Tu veux toujours avoir accès  
aux derniers tubes?

Chez nous tu peux

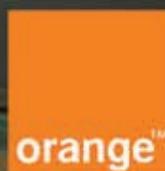


1.-

HTC One mini  
Orange Young Universe  
79.- / mois, 24 mois



Avec Orange Young, tu profites  
gratuitement de Spotify Premium.



Changez pour Orange:  
0800 078 078 | [orange.ch/shop](http://orange.ch/shop)

Offre valable à la conclusion d'un nouveau contrat. Carte SIM: 40.-, HTC One mini sans abonnement: 599.-. Disponible dès 10 ans, jusqu'au 27<sup>e</sup> anniversaire. L'abonnement sera ensuite transféré vers un abonnement Orange Me avec une taxe mensuelle égale ou similaire. Spotify Premium gratuit pendant les 12 premiers mois, puis 12.95 par mois.