

# LA VRAIE NATURE DES MATHS

P. 20 **DISCIPLINE ARIDE** POUR LES  
UNS, FASCINANTE POUR LES AUTRES,  
LES MATHÉMATIQUES CONSTITUENT  
LE MEILLEUR LANGAGE POUR DÉCRIRE  
LES LOIS DE LA NATURE. LE PNR  
SWISSMAP OFFRE UNE STRUCTURE  
ET DES MOYENS POUR DOPER  
LA RECHERCHE DANS CE DOMAINE

**ARCHÉOLOGIE**  
SUR LES TRACES  
DU PLUS ANCIEN  
VILLAGE D'EUROPE  
**PAGE 10**

**HISTOIRE**  
MATTMARK:  
UN DRAME TOUT  
SAUF INÉVITABLE  
**PAGE 14**

**EXTRA-MUROS**  
À TRAVERS  
LE CHAMP DE LAVE  
DU HOLUHRAUN  
**PAGE 44**



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE



Pensez à ramasser  
et trier vos déchets



UNI PROPRE  
C'EST FACILE  
[unige.ch/unipropre](http://unige.ch/unipropre)

AGEED



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

04 ACTUS

RECHERCHE

10 ARCHÉOLOGIE

SUR LES TRACES DU  
PREMIER VILLAGE  
EUROPÉEN



Un sondage réalisé sur un site immergé dans le Péloponnèse a mis au jour un fragment de céramique qui pourrait appartenir à un village néolithique.

14 HISTOIRE

MATTMARK,  
50 ANS APRÈS



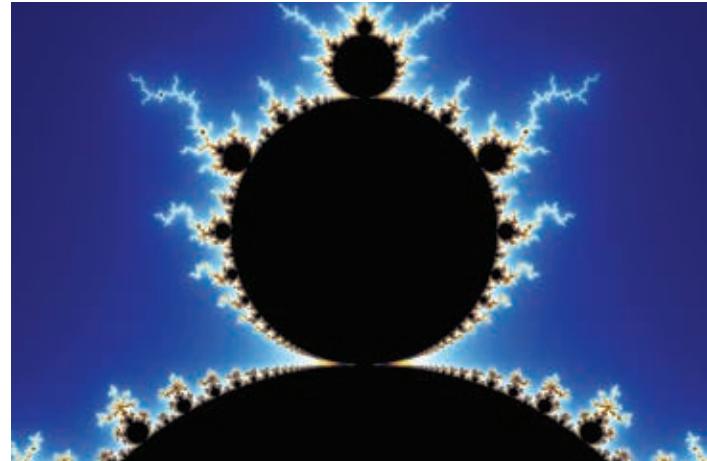
La première étude scientifique d'envergure consacrée à l'avalanche qui a causé la mort de 88 travailleurs suisses et étrangers dans la vallée de Saas montre que ce drame était tout sauf imprévisible.

18 LANGAGE

LA SUISSE, OBJET  
MULTICULTUREL

Les résultats de la plus vaste enquête jamais menée en Suisse sur l'acquisition des langues et le rapport à l'altérité montrent des compétences élevées mais mal exploitées en termes de maîtrise des langues nationales ainsi qu'une position contrastée vis-à-vis de l'immigration.

## DOSSIER: LA VRAIE NATURE DES MATHÉMATIQUES



20 SWISSMAP, UN PNR DÉDIÉ  
AUX MATHÉMATIQUES

Discipline aride pour les uns, fascinante pour les autres, les mathématiques constituent le meilleur langage pour décrire les lois de la nature. Exemple avec les travaux du Pôle Swissmap, dirigé par Stanislav Smirnov, lauréat de la médaille Fields 2010 et professeur à la Section des mathématiques.

27 LES MATHS, TOUT UN ART

La pratique des mathématiques demande une bonne dose de créativité et d'intuition. Pour Hugo Duminil-Copin, professeur à la Section de mathématiques, elle s'apparente à une discipline artistique et peut s'apprécier selon des critères esthétiques et émotionnels.

31 J'AI MAL AUX MATHS  
MAIS JE ME SOIGNE

Rarement populaires auprès des élèves, les mathématiques ne manquent pourtant pas d'attrait. Développant la créativité et l'esprit critique, sollicitant peu l'apprentissage par cœur, elles ont joué un rôle essentiel dans le développement des sociétés humaines.

36 LA NATURE  
MISE EN ÉQUATIONS

L'analyse numérique s'intéresse aux fondements mathématiques et aux méthodes permettant de résoudre les équations de la physique qui décrivent la nature. Genève dispose d'une solide tradition en la matière. Présentation.

PHOTO DE COUVERTURE: ISTOCK

### RENDEZ-VOUS



40 L'INVITÉ  
UNE VIE TROP LONGUE  
EST UNE PERTE

Ezekiel Emanuel, directeur du Département d'éthique médicale et des politiques de santé à l'Université de Pennsylvanie, a décidé de renoncer à toute action médicale visant à prolonger sa vie au-delà de 75 ans.

44 EXTRA-MUROS  
DANS LES LAVES  
DU HOLUHRAUN

On arrive mieux à prévoir le début d'une éruption de lave fluide que sa fin. Luca Caricchi s'est rendu en Islande sur les lieux d'une éruption récente pour tenter de combler cette lacune.

48 TÊTE CHERCHEUSE  
LOUIS JURINE ENTRE  
OMBRE ET LUMIÈRE

Considéré comme l'un des meilleurs chirurgiens d'Europe vers 1800, Louis Jurine a rapidement disparu de l'historiographie malgré des découvertes de premier plan, comme celle du « 6<sup>e</sup> sens » des chauves-souris.

50 À LIRE  
52 THÈSES DE DOCTORAT



## SCIENCES DE LA TERRE

### LE POUVOIR REFROIDISSANT DES VOLCANS SE PRÉCISE

#### LES UNIVERSITÉS DE LA LERU RAPPORTENT 70 MILLIARDS D'EUROS

La contribution des 21 universités membres de la Ligue européenne des universités de recherche (LERU) à l'économie européenne s'élève à 71,2 milliards d'euros, en termes de valeur ajoutée brute, et à plus de 900 000 emplois. C'est ce que démontrent les résultats d'une étude publiée en septembre et réalisée par la société de consulting indépendante BiGGAR Economics sur mandat de la LERU.

#### UN PONT ENTRE HAUTES ÉCOLES ET INDUSTRIES

Le Laboratoire de technologie avancée, fruit d'une collaboration entre l'Université de Genève et la HES-SO Genève, a été inauguré le 17 novembre. L'objectif de cette nouvelle structure, présidée par Christophe Renner, professeur à la Faculté des sciences, est de renforcer les interactions entre les hautes écoles et l'industrie. Elle ambitionne également d'apporter des solutions techniques originales aux petites, moyennes et grandes entreprises.

#### NOUVEAU CENTRE CONTRE LE DIABÈTE

Touchant près de 500 000 personnes en Suisse, le diabète est depuis plus de trente ans l'un des domaines de recherche phares de la Faculté de médecine. Afin de renforcer encore ses compétences en la matière, l'Université crée le Centre facultaire du diabète. Il permettra de rassembler l'expertise de l'ensemble des médecins et des scientifiques genevois travaillant sur ce trouble métabolique.

Les éruptions volcaniques ont pour effet de refroidir temporairement la planète à cause du soufre qu'elles éjectent dans l'atmosphère. Il est toutefois difficile de déterminer précisément l'ampleur du phénomène, car les deux méthodes utilisées pour l'estimer ne donnent pas les mêmes résultats. Les simulations du climat par ordinateur prédisent en effet des périodes de refroidissement entre 2 et 4 fois plus importantes et nettement plus durables que les reconstitutions obtenues à partir de l'étude des cernes de croissance des arbres. Cette incohérence a pu être levée dans un article publié le 31 août dans la revue *Nature Geoscience* par une équipe dont fait partie Markus Stoffel, maître d'enseignement et de recherche à l'Institut des sciences de l'environnement.

Les dendrochronologues ont réalisé une nouvelle reconstitution des températures estivales de l'hémisphère Nord pour les 1500 dernières années en ajoutant dans leur analyse la densité de cernes, une variable négligée jusque-là. Ils ont ainsi pu constater que les périodes de refroidissement qui suivent les éruptions sont en réalité plus prononcées que prévu.



Les physiciens du climat ont, quant à eux, recalculé le refroidissement engendré par les éruptions de Samalas et de Tambora, survenues en Indonésie en 1257 et 1815, en prenant en compte la localisation des volcans, la saison de l'éruption, la hauteur d'injection du dioxyde de soufre et le cycle de vie des aérosols soufrés dans l'atmosphère. Ces nouvelles simulations montrent que les perturbations des échanges de rayonnement, dues à l'activité volcanique, ont été largement surestimées jusque-là.

En conclusion, les deux approches revisitées s'accordent désormais aussi bien sur l'ampleur des périodes de refroidissement que sur leur persistance moyenne, évaluée à deux-trois ans.

## PHYSIQUE

### LES GALAXIES PRIMITIVES ET LA FIN DES « ÂGES SOMBRES »

Les toutes premières galaxies apparues après le big bang étaient petites mais nombreuses. Et leur luminosité cumulée a contribué de manière décisive à mettre fin aux «âges sombres» qui ont régné durant les premières centaines de millions d'années de l'Univers. Ce résultat, obtenu grâce à l'analyse de plus de 250 galaxies primitives découvertes à l'aide du télescope spatial Hubble, offre de nouveaux éléments de réponse à l'un des défis les plus importants de la cosmologie observationnelle, à savoir l'identification des sources de lumière responsables d'un épisode clé de l'histoire de l'Univers, celui de la «Réionisation». Réalisée par une équipe internationale d'astronomes menée par l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne et à laquelle a participé Daniel Schaerer, professeur au Département d'astronomie (Faculté des sciences), cette étude doit paraître dans la revue *Astrophysical Journal*. Les «âges sombres» de l'Univers commencent

380 000 ans après le big bang et durent quelque 400 millions d'années. Ils prennent fin lorsque s'allument les premières étoiles. Ces géantes à la vie très brève explosent en de puissantes supernovas dont le rayonnement ionise les atomes d'hydrogène environnants, rendant l'Univers progressivement transparent.

Afin de localiser ces sources de lumière primitives, les chercheurs ont utilisé les images prises par le télescope Hubble dans le cadre de son programme *Frontier Fields*. Les astronomes ont ainsi découvert 252 galaxies naines de première génération telles qu'elles étaient entre 600 et 900 millions d'années après le big bang. En observant le rayonnement ultraviolet de ces galaxies, ils ont pu déterminer avec une bonne certitude que les galaxies les plus petites et les plus répandues sont impliquées dans la réionisation de l'hydrogène et ont joué un rôle indispensable dans les débuts de l'Univers.

## NEUROSCIENCES

## UNE BONNE SIESTE PERMET DE TRIER LES SOUVENIRS UTILES

Au cours du sommeil, le cerveau réorganise les souvenirs récents en renforçant ceux qui sont les plus importants au détriment de ceux qui le sont moins. Et les informations que le système nerveux central juge essentielles de retenir sont ce que les scientifiques appellent les «récompenses», à savoir des informations qui permettent de satisfaire les besoins de base, comme trouver de la nourriture, des partenaires sexuels, de l'argent ou de la reconnaissance sociale. C'est ce que révèle une étude dirigée par Sophie Schwartz, professeure au Département de neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), qui est parue le 16 octobre dans la revue *eLife*.

Pour obtenir ce résultat, les auteures ont conçu une expérience lors de laquelle 31 volontaires ont dû apprendre des séries d'images tout en étant placés dans une IRM (imagerie par résonance magnétique) enregistrant l'activité de leur cerveau.

Les chercheuses ont pu constater que les volontaires ayant fait une sieste juste après l'apprentissage – au contraire des autres – se souviennent mieux des images associées à des récompenses élevées.

Une analyse plus poussée a révélé que certains éléments caractéristiques de l'activité cérébrale



survenant pendant le sommeil favorisent la réorganisation des souvenirs.

De plus, une période de sommeil suivant immédiatement l'apprentissage permet un dialogue plus efficace entre les zones du cerveau impliquées dans la consolidation de la mémoire et de traitement de la récompense, et donc une meilleure remémoration des souvenirs récompensés. Et ce, même après trois mois.

Selon les chercheuses, ce travail peut inspirer des stratégies éducatives combinant sommeil et apprentissage. Il permet aussi de mieux comprendre les effets dévastateurs que le manque de sommeil peut avoir sur les performances à une époque où l'on constate une diminution du temps passé à dormir.

## LE DIES ACADEMICUS HONORE DIX PERSONNES

La cérémonie 2015 du *Dies academicus* s'est déroulée le vendredi 9 octobre à Uni Dufour. Six doctorats *honoris causa* ont été décernés à l'occasion de cette cérémonie. Ils ont été attribués à Irina Bokova, directrice générale de l'Unesco, Elisabeth Decrey Warner, présidente de l'organisation humanitaire internationale l'Appel de Genève, Henri Bismuth, président honoraire de l'Académie nationale de chirurgie de France, Frank Lestringant, professeur de littérature française à l'Université de Paris IV-Sorbonne, Judy Wajcman, professeure de sociologie à la London School of Economics et Christiane Nord, professeure extraordinaire de traductologie à l'Université de l'Etat-Libre à Bloemfontein. Le prix Latsis a, quant à lui, été décerné à Juan Diego Gomez, docteur ès sciences informatiques à la Faculté des sciences. Le prix mondial Nessim-Habif est revenu à Hanns Möhler, professeur de pharmacologie de l'Université de Zurich et de l'ETHZ et la Médaille de l'Université à Susanne Suter et Peter Suter, tous deux professeurs honoraires de l'UNIGE. Enfin, le Bodmer Lab a été récompensé par la médaille de l'Innovation pour la numérisation de la collection Bodmer.

## BIOLOGIE

## QUATRE MOLÉCULES VEILLENT SUR LE SOMMEIL DES GRAINES

Pour éviter qu'une graine ne germe au mauvais moment ou au mauvais endroit, celle-ci est maintenue temporairement dans un état de dormance dès le moment où elle est relâchée par la plante. Dans un article paru le 3 septembre dans la revue *Nature Communications*, Luis Lopez Molina, professeur associé au Département de botanique et de biologie végétale (Faculté des sciences), a identifié quatre molécules impliquées dans le contrôle de ce sommeil artificiel.

En 2010, le chercheur genevois avait déjà montré, chez la plante-modèle *Arabidopsis thaliana*, que l'embryon est gardé assoupi grâce à l'acide abscissique (ABA) que l'endosperme, une couche monocellulaire présente dans l'enveloppe, relâche continuellement vers l'intérieur

ultra-protégé de la graine. Cette phytohormone est un des garde-fous qui empêchent les faux départs comme une germination durant la mauvaise saison, même dans des conditions apparemment favorables. Elle augmente aussi les chances de dispersion de la semence, évitant aux rejetons d'une plante ou d'une espèce d'entrer en compétition entre eux.

Dans ce nouvel article, les chercheurs vont plus loin en découvrant le mécanisme moléculaire permettant l'acheminement de l'ABA de l'endosperme où il est produit vers l'embryon. Ils ont ainsi découvert un réseau de quatre transporteurs. Deux d'entre eux agissent de concert pour exporter l'hormone hors de l'endosperme tandis que les deux autres se chargent de son importation dans l'embryon.

## UN OBSERVATOIRE SCIENTIFIQUE DÉDIÉ AUX FAMILLES

L'Observatoire des familles est hébergé par l'Institut de recherches sociologiques de la Faculté des sciences de la société depuis le 1<sup>er</sup> octobre. Cette nouvelle structure a pour objectif de fournir des informations scientifiques précises sur l'état des familles et de leurs difficultés à Genève. Ses activités de recherche seront coordonnées par les professeurs Claudine Burton-Jeangros, Clémentine Rossier et Eric Widmer (Faculté des sciences de la société).

## MÉDECINE

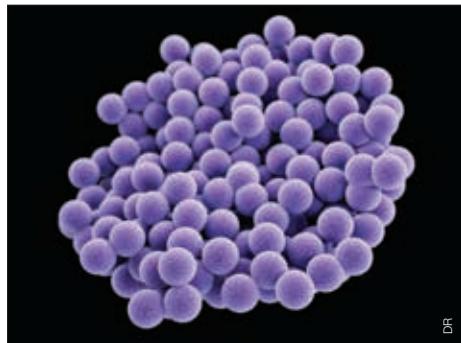
# UNE FAILLE DANS LE STAPHYLOCOQUE DORÉ

Un projet mené par l'Université de Stanford (Californie) auquel l'Université de Genève a collaboré a permis d'identifier les composants des cellules humaines qui modulent la virulence des staphylocoques dorés, une des causes principales d'infections de la peau et des tissus mous ainsi que de pneumonies sévères. Cette étude est parue le 21 octobre dans la revue des *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Le pouvoir invasif du staphylocoque doré, dont de nombreuses souches sont désormais résistantes aux traitements antibiotiques, est en grande partie dû à l' $\alpha$ -toxine, qui provoque la désintégration des cellules humaines.

Côté humain, les composants appelés «jouctions adhérentes», qui permettent d'unir les cellules entre elles, contribuant ainsi à la formation des tissus, joueraient un rôle important dans la propagation de cette infection. L'un d'entre eux se nomme PLEKHA7. Il s'agit d'une protéine découverte par l'équipe de Sandra Citi, professeure au Département de biologie cellulaire (Faculté des sciences) et coauteure de l'article. Les chercheurs ont constaté que les cellules modifiées de manière à ce qu'elles n'expriment pas la PLEKHA7 parviennent à récupérer d'une lésion due à l' $\alpha$ -toxine. De plus, des souris transgéniques, également dépourvues de PLEKHA7, ayant été infectées avec une souche

bactérienne multirésistante (MRSA) ont montré une meilleure guérison d'infections de la peau ainsi qu'un taux de survie nettement plus marqué à la suite d'une pneumonie.



Selon les auteurs de l'étude, PLEKHA7 pourrait aggraver la toxicité de la bactérie en transmettant des signaux poussant les cellules à s'autodétruire. Les chercheurs estiment que cette protéine, par le fait qu'elle contrôle la gravité de la maladie et qu'elle est un composant non essentiel à la survie, représente une cible intéressante pour une éventuelle thérapie visant à réduire la virulence des souches MRSA.

## MÉDECINE

# RÉDUIRE LA FLORE INTESTINALE PROTÈGE CONTRE L'OBÉSITÉ

Des chercheurs genevois ont réussi à démontrer que, chez les souris, l'absence de microbiote (qui désigne l'ensemble des micro-organismes, essentiellement des bactéries, vivant dans les intestins) a un effet inattendu contre l'obésité. Elle déclenche en effet un mécanisme métabolique au cours duquel le tissu adipeux blanc – qui, s'il est trop abondant, entraîne l'obésité et une résistance à l'insuline – est transformé en cellules semblables à du tissu adipeux brun, protégeant le corps contre le surpoids et ses conséquences néfastes.

Ce résultat, paru le 17 novembre dans la revue *Nature Medicine*, a été obtenu par une équipe de chercheurs dirigés par Mirko Trajkovski, professeur au Département de physiologie

cellulaire et métabolisme (Faculté de médecine). L'élimination du microbiote chez la souris a été réalisée par l'administration d'antibiotiques. Les effets du traitement sur les cellules adipeuses perdurent plusieurs semaines. Pour autant, les auteurs de l'article estiment que le traitement de l'obésité par antibiotiques à fortes doses est irréaliste, principalement en raison du risque de résistance. L'idée consisterait donc à explorer des moyens alternatifs de suppression ou de modification du microbiote et en identifiant les gènes bactériens responsables de l'effet contre l'obésité.

## L'INSTITUT DE FRANCE HONORE ALEXANDRE FONTAINE

L'Académie des sciences morales et politiques de l'Institut de France a décerné le Prix Louis Cros 2015 à l'historien Alexandre Fontaine, maître-assistant à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, pour son ouvrage *Aux heures suisses de l'école républicaine* (Demopolis Paris, mars 2015).

## DICK VAN DER MAREL REÇOIT LE PRIX FRANK ISAKSON 2016

Professeur au Département de physique de la matière quantique (Faculté des sciences), Dirk van der Marel s'est vu décerner le prix Frank Isakson 2016 de l'*American Physical Society* pour ses recherches sur les effets d'optique dans les solides. Il partage cette distinction avec David Tanner de l'Université de Floride. Le prix Isakson est décerné tous les deux ans par la Société américaine de physique et récompense une recherche exceptionnelle en optique de la physique de la matière condensée.

## ANTOINE FLAHAUT À LA PRÉSIDENCE DU SOMMET MONDIAL DE LA SANTÉ

Le professeur Antoine Flahault, directeur de l'Institut de santé globale (Faculté de médecine), a été élu président du Sommet mondial de la santé le 13 octobre dernier. Cet événement réunit chaque année les leaders et représentants des sciences, de la politique, de l'industrie et de la société civile à Berlin afin de débattre des défis actuels de la recherche médicale et des soins de santé. Un sommet régional se tient également au printemps dans le pays du président en exercice. Du 19 au 21 avril 2016, ce sommet aura lieu à Genève.

## MÉDECINE

## LA PROTÉINE NEF, CLÉ DE VOÛTE DU DISPOSITIF INFECTIEUX DU VIH

Une équipe de chercheurs, dont font partie des membres du Département de médecine génétique et développement (Faculté de médecine), a découvert comment le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) s'y prend pour détourner une des défenses des cellules qu'il entend attaquer. Dans un article paru dans la revue *Nature* du 8 octobre, les auteurs décrivent le mode d'action, jusque-là inconnu, de la protéine Nef. Cette dernière, produite par un des neuf gènes du VIH, est connue pour jouer un rôle fondamental dans la réplication du virus et dans le développement de la maladie du sida.

La protéine Nef est synthétisée notamment lorsque le virus s'apprête à infecter une cellule. Son rôle consiste à neutraliser une autre protéine, située à la surface de la victime cette fois-ci, et dont la fonction est justement de la protéger contre les assauts du VIH. C'est cette protéine de défense, appelée SERINC5, que les chercheurs ont identifiée.

L'infection se déroule en réalité en deux temps. Quand le virus entre pour la première fois dans une cellule cible, il y parvient facilement. Une fois à l'intérieur de sa victime, le virus se

reproduit normalement. Son problème commence lorsqu'il en ressort en bourgeonnant. Durant cette étape, il se constitue une nouvelle membrane à partir de celle de la cellule infectée. Ce faisant, il emporte avec lui des protéines SERINC5. Dès lors, quand le virus essaie de s'attaquer à une seconde cellule, SERINC5 agit comme un signal d'alarme prévenant de l'arrivée du pathogène et empêche toute nouvelle infection. Le problème, c'est que Nef détourne cette défense en inhibant l'action de SERINC5. La protéine joue ainsi un rôle vital pour le VIH et son développement infectieux.

L'étude montre également que Nef parvient presque toujours à neutraliser la protéine SERINC5 sauf quand cette dernière est fortement exprimée. Dans ce cas, la capacité d'infection du virus se réduit grandement. Pour les auteurs de l'article, une piste thérapeutique consisterait à renverser l'équilibre des forces et à favoriser massivement SERINC5.

### THIERRY COURVOISIER À LA TÊTE DE L'EUROPEAN ACADEMIES SCIENCE ADVISORY COUNCIL

Professeur au Département d'astronomie et président des Académies suisses des sciences, Thierry Courvoisier sera le prochain président de l'*European Academies Science Advisory Council* pour la période 2017 à 2019.



### ELISABETH PRÖHL DISTINGUÉE À CHICAGO

Doctorante en économie, Elisabeth Pröhl a obtenu une bourse du prestigieux *Becker Friedman Institute for Research in Economics* (Université de Chicago). Ce subside lui est octroyé pour ses travaux sur un algorithme permettant de résoudre des modèles d'équilibre général dynamique stochastique avec agents hétérogènes.

# 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 traitant de 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  
campus@unige.ch  
www.unige.ch/campus

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

Je souhaite m'abonner gratuitement à «Campus»

Nom

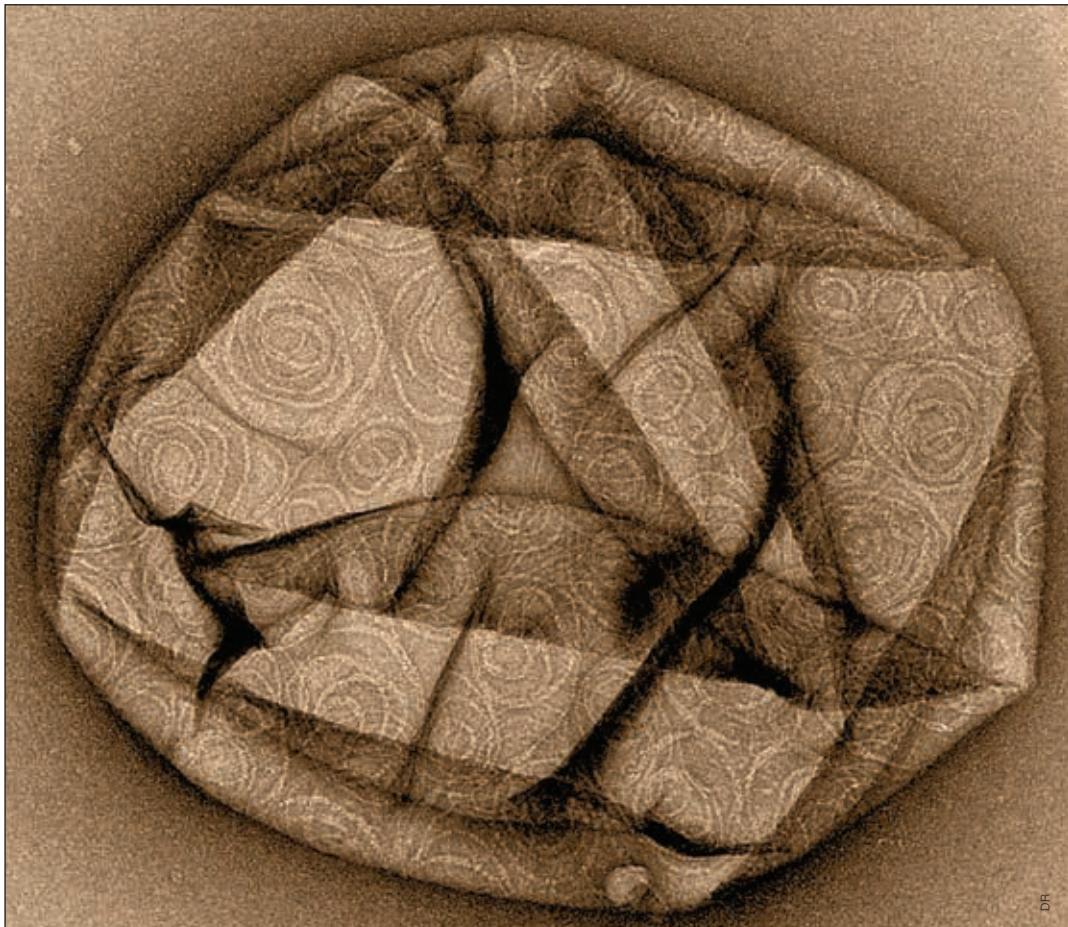
Prénom

Adresse

N° postal/Localité

Tél.

E-mail



## LES CELLULES DOIVENT LEUR SOUPLESSE À DES RESSORTS EN SPIRALE

La membrane d'une cellule est très élastique. Elle peut se déformer à la demande, notamment lors du processus de division ou quand un virus se détache de la surface de la cellule. Dans ces deux cas, cette remarquable souplesse est due à un complexe de protéines nommé ESCRT-III, dont le fonctionnement est resté obscur jusqu'à récemment. Dans un article paru le 30 octobre dans la revue *Cell*, des chercheurs du Pôle de recherche national *Chemical Biology* (Faculté des sciences) ont montré que ESCRT-III forme une spirale à la surface de la cellule et qu'elle agirait comme un ressort de montre. Plusieurs de ces spirales sont visibles sur l'image d'une vésicule lipidique (voir ci-contre), prise au microscope électronique.

## PHILIPP KRÜGER REÇOIT LE PRIX MOSKOWITZ

Professeur assistant à la Faculté d'économie et de management, Philipp Krüger est le lauréat 2015 du *Moskowitz Prize for Socially Responsible Investing*. Cette distinction lui est attribuée pour une étude qui montre une réaction positive des marchés boursiers à une loi obligeant des entreprises à révéler leur taux d'émission de gaz à effet de serre.

## LE PRIX CLOËTTA À DOMINIQUE SOLDATI-FAVRE

Dominique Soldati-Favre, professeure au Département de microbiologie et médecine moléculaire et vice-doyenne de la Faculté de médecine, s'est vu décerné le prix Cloëtta 2015 en novembre. Le prix Cloëtta récompense des personnalités suisses et étrangères ayant acquis des mérites particuliers dans des domaines spécifiques de la recherche en sciences médicales.

## ASTRONOMIE

# UN BREVET SUR L'INVENTION D'UNE SOURCE ULTRA-STABLE

Des collaborateurs du Département d'astronomie (Faculté des sciences) ont mis au point la source de lumière la plus stable du monde. Cet instrument, sur lequel un brevet européen vient d'être déposé, est destiné à calibrer les appareils montés sur le satellite suisse CHEOPS, un chasseur d'exoplanètes dont la mise en orbite est prévue pour fin 2017.

CHEOPS est conçu pour étudier les caractéristiques des exoplanètes orbitant autour d'étoiles situées à proximité du système solaire. Grâce à la photométrie de haute précision, le satellite détectera le transit d'une planète devant son astre, en mesurant une diminution de luminosité provoquée par cette éclipse partielle. Les chercheurs pourront ensuite en déduire la taille, la masse et la densité du compagnon.

Seulement, la détection d'objets de la taille de la Terre exige des instruments montés sur le satellite d'être capables de mesurer la luminosité des étoiles avec une précision exceptionnelle, de l'ordre de 0,002%. Pour y parvenir, il est nécessaire de tester leur stabilité, avant

qu'ils ne soient mis en orbite. L'opération exige un faisceau lumineux de référence d'une précision équivalente. Une source de lumière de qualité suffisante n'existant pas, il a fallu la développer.

Contrairement à d'autres procédés qui stabilisent la lumière à sa source, le système développé par les ingénieurs et techniciens de l'Université de Genève contrôle l'intensité du faisceau lumineux après coup, grâce à un dispositif en boucle. Un détecteur mesure en continu le flux lumineux sortant et corrige en direct les moindres variations en ouvrant ou en fermant légèrement un obturateur installé en amont sur le passage de la lumière. De cette façon, le faisceau produit par l'appareil conserve sa stabilité. «Le système fonctionne tellement bien que des responsables de la mission TESS, un satellite américain de recherche d'exoplanètes, en ont commandé un exemplaire», précise François Wildi, ingénieur au Département d'astronomie et membre du Pôle national de recherche PlanetS.

# UN MANIOC OGM POUR LUTTER CONTRE LA CARENCE EN VITAMINE B<sub>6</sub>

Une variété de manioc transgénique (*Manihot esculenta*) enrichie à la vitamine B<sub>6</sub> a été cultivée avec succès en plein champ expérimental. Cette réalisation, fruit d'une collaboration internationale à laquelle a participé l'équipe de Teresa Fitzpatrick, professeure au Département de botanique et de physiologie végétale (Faculté des sciences), a été publiée le 8 octobre dans la revue *Nature Biotechnology*. Selon les auteurs, cette nouvelle plante génétiquement manipulée pourrait être intéressante pour certaines populations africaines, grandes consommatrices de manioc et présentant des carences endémiques en vitamine B<sub>6</sub>.

Cette dernière est un composé essentiel pour l'être humain dans la mesure où elle intervient dans plusieurs réactions du métabolisme d'acides aminés, d'hydrates de carbone ainsi que dans la synthèse de plusieurs neurotransmetteurs. Une carence permanente de cette substance provoque des maladies ou des dysfonctionnements neurologiques graves ainsi que des problèmes circulatoires et dermatologiques. Le corps humain est incapable de produire lui-même la vitamine B<sub>6</sub> et doit donc s'en procurer via l'alimentation. Les sources sont abondantes, les plus riches étant la volaille (dinde, poulet), les foies (bœuf, agneau, veau), les bananes, les pommes de terre, les pois chiches, les pistaches...

«Malheureusement, dans les pays en voie de développement, certaines populations dépendent d'une seule culture, explique Teresa Fitzpatrick. Elles ne sont pas toujours en mesure de diversifier et d'équilibrer leur alimentation avec des apports réguliers de viandes ou de légumes.»

C'est le cas en Afrique où le manioc représente l'aliment de base pour près de 250 millions de personnes et où de nombreuses régions présentent des carences en vitamine B<sub>6</sub>. La racine et les feuilles de cette plante contiennent la précieuse molécule, mais leurs teneurs naturelles sont entre 2 et 3 fois trop faibles pour assurer l'apport journalier recommandé.

«Il existe bien des suppléments contenant de la vitamine de synthèse, mais ils ne fournissent pas toujours la substance sous la bonne forme et avec la



HERVÉ VANDERSCHUEREN

meilleure biodisponibilité (c'est-à-dire sa propension à être utilisée par l'organisme), poursuit la chercheuse. De plus, la distribution de tels compléments se heurte à des problèmes logistiques importants puisque les populations souffrant de carences vivent souvent dans des régions reculées. Cette solution n'est donc ni bon marché ni durable.» L'équipe de Teresa Fitzpatrick contribue depuis plusieurs années à la sélection d'une variété «naturelle» de manioc enrichie à la vitamine B6. Sans succès, à ce jour. D'où le recours aux organismes génétiquement modifiés (OGM) qui se révèle la seule stratégie efficace et durable. En collaboration avec des chercheurs de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich et des Universités de Shanghai et d'Utrecht, les biologistes genevois ont produit des lignées transgéniques dans lesquelles ils ont introduit quelques exemplaires supplémentaires des gènes nécessaires à la synthèse de la vitamine B<sub>6</sub>. Les chercheurs ont alors sélectionné les plantes transgéniques produisant davantage de vitamines pour les étudier en laboratoire, puis en

plein champ à Shanghai. Résultat: les transgéniques n'affectent pas l'expression des autres gènes de la plante, et la nouvelle propriété est stable durant au moins deux cycles de vie.

Les tubercules et les feuilles ont ensuite été bouillis durant trente minutes afin d'en ôter les substances toxiques et les rendre comestibles. Ce traitement a diminué de moitié la teneur totale en vitamine B<sub>6</sub>, mais celle-ci reste encore entre 8 et 19 fois plus élevée dans le manioc OGM que dans la variété sauvage. Mieux, la biodisponibilité de la précieuse substance est également entre 4 et 8 fois supérieure.

«Un adulte consommant près de 50 g de feuilles ou 500 g de tubercules OGM par jour obtiendrait la quantité nécessaire de vitamine B<sub>6</sub> recommandée», note Teresa Fitzpatrick.

La méthode ayant permis de produire le manioc OGM enrichi à la vitamine B<sub>6</sub> n'a pas été brevetée. les auteurs de la recherche estiment que les transgéniques et la technologie utilisés pour les obtenir devraient être librement accessibles à toutes les parties intéressées.

SUR LA ROUTE DU NÉOLITHIQUE

# LE TESSON QUI ANNONCE LE PLUS ANCIEN VILLAGE EUROPÉEN

**UN SONDAGE** RÉALISÉ SUR UN SITE IMMERGÉ DANS LE PÉLOPONNÈSE A MIS AU JOUR UN FRAGMENT DE CÉRAMIQUE ENFOI SOUS 10 MÈTRES D'EAU ET 2 MÈTRES DE BOUE. IL POURRAIT APPARTENIR À UN VILLAGE NÉOLITHIQUE DONT LA PRÉSENCE SI LOIN AU SUD POURRAIT BOULEVERSE LA THÉORIE DÉCRIVANT L'ARRIVÉE DE L'AGRICULTURE EN EUROPE

**J**ulien Beck aime bien les défis. En découvrant l'été dernier coup sur coup les restes d'une cité de l'âge du bronze ainsi qu'un tesson de céramique du Néolithique au fond de la baie de Kiladha dans le Péloponnèse, le chargé de cours au Département des sciences de l'Antiquité (Faculté des lettres) a été servi. Alors que les fondations de la ville fortifiée sont visibles sous à peine 1 à 3 mètres d'eau (lire encadré en page 12), le fragment de terre cuite, exhumé grâce à un forage exploratoire, était enfoui sous 10 mètres d'eau et 2 mètres de boue. Il n'a l'air de rien, de prime abord, mais pour l'archéologue genevois, il représente le meilleur argument connu à ce jour en faveur de la présence, au fond de cette anse du golfe de Nauplie, à quelques dizaines de mètres du rivage, d'un trésor préhistorique: le plus vieux village européen, datant du VII<sup>e</sup> millénaire avant l'ère chrétienne. Si l'hypothèse est vérifiée, alors elle obligerait à corriger sensiblement la théorie décrivant la diffusion de l'agriculture sur le Vieux Continent en suggérant notamment que les premiers paysans étaient capables de voyager par voie maritime. Mais avant de crier victoire, il convient de le trouver, ce village. Un seul tesson, c'est encore un peu maigre. Julien Beck doit donc attendre les résultats de carottages et de mesures géophysiques. S'ils sont positifs, il pourra s'attaquer au problème suivant qui n'est pas mince, à savoir

mener des fouilles sous-marines et dans la boue. L'avantage d'un tel milieu, c'est qu'il peut préserver d'éventuels objets organiques, comme le bois. Le désavantage, c'est qu'il est instable, la boue coulant ou s'effondrant au fur et à mesure que l'on creuse. L'archéologue genevois, qui travaille dans la baie de Kiladha sous l'égide de l'Ecole suisse d'archéologie en Grèce et en collaboration avec le Service grec des antiquités

**SI L'HYPOTHÈSE EST VÉRIFIÉE, ELLE POURRAIT SUGGÉRER QUE LES PREMIERS PAYSANS ÉTAIENT CAPABLES DE VOYAGER PAR VOIE MARITIME**

sous-marines, se donne jusqu'à l'été prochain (lui et son équipe ont reçu un permis de fouiller au moins jusqu'en 2018) pour trouver une solution satisfaisante et élégante qui lui permettrait d'explorer le site archéologique sans défigurer le beau paysage qui l'héberge. L'idée de chercher un village néolithique à cet endroit est ancienne. Elle est née dans la grotte de Franchthi, qui surplombe la baie de Kiladha. Cette vaste grotte contient des traces d'occupation humaine durant au moins 35 000 ans.

À LA MANŒUVRE POUR REMONTER LE CAROTTIER: GEORGI BOBOV, ARCHÉOLOGUE BULGARE, ET DIMITRIS SAKELLARIOU, GÉOLOGUE GREC, TOUS DEUX MEMBRES DE L'ÉQUIPE DIRIGÉE PAR JULIEN BECK, DE L'UNIGE



## Situation

La grotte de Franchthi se situe sur la baie de Kiladha, au Péloponnèse. Elle conserve des traces d'occupation humaine durant 35 000 ans.

**Au Paléolithique:** l'occupation était saisonnière. On trouve des obsidienne vieilles de 15 000 ans originaire de l'île de Milos.

**Au Mésolithique:** l'occupation est plus épisodique. On retrouve des restes de petite faune, de fruits de mer et de poisson, dont du thon.

**Au Néolithique:** des restes de plantes et d'animaux domestiques sont retrouvés dans des couches remontant à 7000 ans avant l'ère chrétienne. La grotte est abandonnée vers 3000 ans avant l'ère chrétienne.



Elle est fouillée dès les années 1960 par une équipe américaine de l'Université d'Indiana qui choisit une approche très minutieuse, pionnière pour l'époque. Le travail est si bien mené qu'aujourd'hui encore des chercheurs continuent à publier des livres basés sur ces données.

*«Nous savons qu'au cours du Néolithique, la grotte de Franchthi était utilisée mais pas comme lieu d'habitation, précise Julien Beck. Le niveau de la mer était alors plus bas qu'aujourd'hui et la baie de Kiladha était totalement émergée. Elle formait une jolie plaine côtière, un endroit idéal pour bâtir un village et cultiver des champs. Les vestiges néolithiques découverts dans la grotte proviendraient de ses habitants, agriculteurs et éleveurs, qui l'auraient utilisée sporadiquement pour diverses activités. Il faut dire que la caverne offre un espace abrité considérable.»*

**La possibilité d'un village** Dans les années 1970, les archéologues américains pensent déjà à la possibilité d'un village, mais les quelques coups de sonde exploratoires qu'ils mènent dans la baie ne fournissent pas de résultats déterminants. L'idée est alors plus ou moins abandonnée, jusqu'à la parution d'une étude en décembre 2013 dans la revue *Antiquity*. En appliquant la méthode de datation au carbone 14 sur des graines domestiques trouvées dans la grotte de Franchthi, des chercheuses françaises réussissent à dater plus précisément les plus anciennes couches néolithiques du site. Et là, surprise! Ces semences carbonisées remontent au début du VII<sup>e</sup> millénaire avant l'ère chrétienne, ce qui en font les plus anciens témoins à ce jour de l'agriculture sur tout le continent européen.



UNIGE

## UNE CITÉ DE L'ÂGE DU BRONZE

En marge de leurs travaux visant à découvrir un village néolithique dans la baie de Kiladha, au Péloponnèse, Julien Beck, chargé de cours au Département des sciences de l'Antiquité (Faculté des lettres), et ses collègues ont inspecté la plage de Lambayanna située à peine à 300 mètres plus au nord de la grotte de Franchthi (lire ci-contre). Au cours d'une première visite en été 2014 dans le cadre de l'expédition *Terra Submersa* réalisée avec le bateau solaire *PlanetSolar*, ils y ont découvert des alignements de pierres sous à peine 1 à 3 mètres d'eau cristalline. En y retournant l'été dernier, ils se sont aperçus qu'il s'agissait en réalité de murs appartenant

à des bâtiments et des fortifications datant du III<sup>e</sup> millénaire avant l'ère chrétienne, soit en plein âge du bronze. Ils ont identifié trois structures circulaires de 10 mètres sur 18, probablement des tours ou des bastions, reliés entre eux par une muraille, le tout délimitant une surface de 1,2 hectare. Il n'est pas exclu que la cité se prolonge sous les champs sur la terre ferme.

«*En trois semaines, nous avons récolté plus de 6000 objets (essentiellement des tessons de céramique très bien conservés), s'extasie Julien Beck. Ils étaient là depuis des millénaires, posés sur le fond, à 20 m à peine de la plage. Et on n'a pas encore commencé à fouiller. La quantité est telle qu'il semblerait*

*bien que les habitants aient abandonné l'endroit brusquement.»*

Le seul site de la région datant de la même époque est celui de Lerne, également sur les rives du golfe de Nauplie mais plus au nord, et qui a servi depuis un siècle de référence. Il contient lui aussi des fortifications avec les fondations de tours, mais ces dernières sont nettement plus petites (3 m sur 5) que celles de Lambayanna.

Selon l'archéologue genevois, la découverte de la baie de Kiladha oblige les spécialistes à reconsiderer ce qu'ils savent de la Grèce continentale durant l'époque du Bronze ancien, qui est celle de l'Ancien Empire égyptien et de la civilisation cycladique.

Ce qui interpelle les scientifiques, c'est que la théorie dominante décrit la diffusion du mode de vie néolithique, apparu il y a 12 000 ans au Proche-Orient, de manière exclusivement terrestre. Selon elle, après avoir traversé la Turquie et franchi les détroits du Bosphore et des Dardanelles, les paysans – ou la transmission de leur savoir-faire – font donc leur entrée en Europe via le nord-est de la Grèce et le sud-est de la Bulgarie. Et ce n'est que dans un deuxième temps qu'ils se répandent sur le reste du continent, y compris dans le Péloponnèse. Pourtant, les premiers sites néolithiques du nord de la Grèce et du sud de la Bulgarie sont sensiblement plus récents que celui de la grotte de Franchthi. Comment expliquer ce paradoxe ? « *Il est possible que l'agriculture soit arrivée en Europe aussi par voie maritime* », propose Julien Beck. *Et cette route aurait très bien pu précéder celle qui passe par les terres. Cette hypothèse a été négligée jusqu'à présent. Il faut dire qu'il n'existe aucune preuve irréfutable en sa faveur. Nous n'avons par exemple jamais retrouvé en mer Méditerranée d'esquif datant de cette époque.* »

## MUNIS DE RADEAUX OU DE PIROGUES RUDIMENTAIRES, LES AGRICULTEURS ONT PU TRAVERSER LA MER D'ÎLE EN ÎLE PAR CABOTAGE À LA RECHERCHE D'UN LIEU FAVORABLE

D'autres indices indirects un peu partout dans le monde attestent toutefois que l'homme maîtrise la navigation en mer avant même le Néolithique. On trouve d'ailleurs dans la grotte de Franchthi des obsidienne provenant de l'île de Mélos et qui n'ont pu atterrir là que par la mer. Munis de radeaux ou de pirogues rudimentaires, les agriculteurs ont en effet très bien pu longer la côte turque, passer d'île en île et suivre le rivage grec par cabotage à la recherche d'un lieu favorable. Or, l'Argolide, la région dans laquelle se trouve la grotte de Franchthi, bénéficie justement d'un climat chaud et sec qui, plus que le reste de la Grèce, ressemble à celui qui règne au Proche-Orient. Il est donc tout à fait concevable que les paysans, venus avec des graines et des animaux acclimatés aux

conditions régnant dans le Levant, aient choisi cet endroit plutôt qu'un autre pour augmenter les chances de succès de leurs cultures et leur élevage.

Ce scénario est cependant difficile à vérifier. Notamment parce que presque toutes les plaines côtières de cette époque se retrouvent actuellement sous plusieurs mètres d'eau à cause de l'action conjuguée de la montée du niveau de la mer et de l'activité tectonique relativement intense de cette région. En d'autres termes, il y a 9 000 ans, le territoire européen du début du Néolithique est beaucoup plus vaste qu'aujourd'hui et les restes d'éventuels villages côtiers datant de cette époque, s'ils n'ont pas totalement disparu, sont désormais engloutis et piégés sous des mètres d'eau et de boue.

**Topographie de la baie** Quoi qu'il en soit, la nouvelle datation des niveaux néolithiques de la grotte de Franchthi relance l'intérêt pour l'hypothétique village englouti. Après avoir obtenu le permis de fouiller, Julien Beck et son équipe se rendent une première fois sur place en été 2014 à bord du bateau solaire *PlanetSolar* (lire *Campus* 113) lors de l'expédition *Terra Submersa*. Au cours de cette campagne, des mesures géophysiques permettent de dessiner la topographie sous-marine et de retrouver, au fond de la baie, le lit d'un fleuve faisant un coude en bas de la grotte de Franchthi que les archéologues américains avaient déjà détecté. Elles révèlent également une couche de dépôts, de quelques centaines de mètres carrés de superficie. Bien qu'il soit trop tôt pour l'affirmer, Julien Beck pense qu'il pourrait s'agir des vestiges du village convoité.

« *Les murs des maisons que nous connaissons de cette époque étaient en briques crues et ont dû être dissoutes par l'eau de mer*, explique-t-il. *Les fondations, en revanche, étaient en pierre. Elles sont peut-être restées.* »

Au cours de l'été 2015, Julien Beck retourne sur le site. Il est, cette fois-ci, accompagné d'un géologue de l'Université de Berne et d'un spécialiste en acoustique de l'Université Libre de Bruxelles. L'objectif: réaliser des forages ainsi que des mesures géo-acoustiques, une technique expérimentale destinée à détecter des structures de densité différente dans les sédiments et qui n'a encore jamais été employées en archéologie sous-marine.

Contre toute attente, il n'aura fallu que deux jours pour donner raison aux espoirs de Julien Beck et remonter le fameux tesson de céramique.

Anton Vos

ACCIDENT FATAL

# MATTMARK : CHRONIQUE D'UNE CATASTROPHE ANNONCÉE

**50 ANS APRÈS LES FAITS, LA PREMIÈRE ÉTUDE SCIENTIFIQUE D'ENVERGURE CONSACRÉE AU DRAME DE LA VALLÉE DE SAAS, DANS LEQUEL 88 TRAVAILLEURS SUISSES ET ÉTRANGERS ONT TROUVÉ LA MORT, MONTRÉ QUE CELUI-CI ÉTAIT TOUT SAUF IMPRÉVISIBLE.**

Il est 17h15, ce lundi 30 août 1965, sur les hauteurs de Saas-Almaggen, lorsqu'une avalanche de plus de 2 millions de mètres cubes pulvérise le chantier de ce qui est alors appelé à devenir le plus grand barrage en terre d'Europe. En quelques secondes, la cantine, les ateliers et les baraquements dans lesquels dorment encore les ouvriers des équipes de nuit sont avalés par la montagne avant que le silence ne se fasse total. Bilan: 88 morts, dont 56 Italiens, 23 Suisses, 4 Espagnols, 2 Allemands, 2 Autrichiens et 1 apatride. Un demi-siècle après les faits, la première étude scientifique d'envergure sur ce drame montre, d'une part, que l'événement était loin d'être imprévisible comme l'ont prétendu les autorités fédérales dès le lendemain et, d'autre part, qu'il a marqué un «tournant majeur dans l'histoire politique et sociale de la Suisse». Sur les plans des ingénieurs, avec son mur de 120 mètres de haut et son réservoir de 100 millions de mètres cubes, le barrage de Mattmark – au même titre que celui de Mauvoisin ou de la Grande-Dixence, projetés à la même époque – devait incarner la puissance et le savoir-faire d'un pays qui, faute de charbon, avait choisi d'assurer sa marche vers le progrès en domestiquant l'énergie hydroélectrique.

Dans les faits, ce titanique chantier a surtout mis en évidence le retard accumulé par la Suisse en matière de sécurité au travail, son mépris à l'égard de la main-d'œuvre immigrée et l'incurie d'un système économique fondé sur une logique résolument fordiste.

**EN QUELQUES  
SECONDES, LA CANTINE,  
LES ATELIERS ET LES  
BARAQUEMENTS DES  
OUVRIERS SONT AVALÉS  
PAR LA MONTAGNE**



**Mattmark,  
30 août 1965.**

La catastrophe

par Toni Ricciardi, Sandro Cattacin, Rémi Baudouï,  
Ed. Seismo, 174 p.

Les causes de ce terrible fiasco sont, comme souvent, multiples. La première est liée au sort déplorable qui est alors réservé aux travailleurs étrangers. Indésirable dans les grandes villes – certains restaurants de Berne et de Zurich n'hésitant pas à placarder sur leur devanture des affiches indiquant «Für Italiener Verboten» – la main-d'œuvre migrante est logée dans des baraquements souvent insalubres, touche un salaire de misère et multiplie les heures de travail.





**LE BARRAGE DE MATT-MARK**  
EST SITUÉ  
À 2100 M D'ALTITUDE,  
AU SUD DE LA VALLÉE  
DE SAAS, EN VALAIS.

IL EST EXPLOITÉ DEPUIS  
1969 ET FOURNIT 650 GWH  
À PARTIR D'UN RÉSERVOIR  
D'UNE CAPACITÉ DE  
100 MILLIONS DE MÈTRES  
CUBES D'EAU, CE QUI PER-  
MET DE SATISFAIRE LES  
BESOINS ÉNERGÉTIQUES  
DE 150 000 MÉNAGES  
ENVIRON.

SA CONSTRUCTION A  
NÉCESSITÉ 97 000 TONNES  
DE CIMENT, 2800 TONNES  
D'ACIER, 1500 TONNES  
D'EXPLOSIFS ET 14 MIL-  
LIONS D'HEURES DE TRA-  
VAIL POUR UN BUDGET  
D'ENVIRON 500 MILLIONS  
DE FRANCS.

«L'arrivée massive de travailleurs italiens en Suisse à partir de 1880 a provoqué de façon presque mécanique une élévation du statut des Suisses, explique Sandro Cattacin, professeur au Département de sociologie (Faculté des sciences de la société) et coauteur du livre. Mais il fallait trouver le moyen de marquer la différence entre cette population se trouvant tout en bas de l'échelle sociale et les ressortissants nationaux, d'où des conditions de travail tout à fait déplorables.» Sur le chantier de Mattmark, les machines tournent ainsi 24 heures sur 24 et six jours sur sept, à raison d' onze heures de labeur quotidien en moyenne. Le tout à 2100 m d' altitude et par des températures qui peuvent atteindre -30 °C en hiver.

Autre facteur aggravant: la connivence qui existe alors entre syndicats, pouvoirs publics et économie. «Cette forme de néo-corporatisme se traduit par le fait que ni la Suva (Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents) ni les syndicats ne sont en mesure d'imposer leur volonté aux entreprises qui font à peu près ce qu'elles veulent, précise Sandro Cattacin. Autrement dit, à cette époque, la paix du travail consiste surtout à fermer les yeux sur les abus

et les excès.» Conséquence: la Suisse conservera jusqu'à la fin des années 1960 le triste privilège d'être le pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) dans lequel le nombre d'accidents mortels dans les secteurs de l'industrie et du bâtiment est le plus élevé.

Enfin, le projet de barrage, présenté en 1954, prend du retard suite à des querelles juridiques et commerciales liées aux droits d'exploitation de cette manne que représente «l'énergie bleue». Et le budget, déjà serré au départ, raison pour laquelle on renonce à une construction en béton armé au profit d'un barrage en terre réemployant les pierres et roches extraites sur place, est lui aussi rapidement dépassé.

Dans un tel contexte, personne ne soulève la moindre objection lorsqu'il est décidé d'installer, sur le flanc de la montagne, à 2000 mètres d'altitude, une petite ville comprenant des dortoirs, une cantine, des ateliers de réparation et

une esplanade, destinée à loger les 200 ouvriers présents en moyenne sur le chantier.

L'emplacement retenu, juste sous la langue du glacier d'Allalin, est pourtant réputé peu sûr. Et, dans la région, l'avalanche de 1949, dans laquelle une dizaine de personnes ont péri, est encore dans les mémoires. Mais l'aveuglement est tel que les experts iront jusqu'à ignorer les signes précurseurs de la catastrophe, qui se traduisent par des éboulements de plus en plus fréquents et de plus en plus intenses les jours précédant l'avalanche.

## «BIEN QUE CES RISQUES AIENT ÉTÉ CONNUS DE TOUS, ILS SEMBLENT N'AVOIR ÉTÉ D'AUCUN POIDS DANS LES DISCUSSIONS SUR LA RÉALISATION DU BARRAGE»

«*Bien que ces risques aient été connus de tous du temps même de la conceptualisation du projet, ils semblent n'avoir été d'aucun poids dans les discussions sur la réalisation du barrage, tant la sécurité du projet primait sur celle des ouvriers affectés au chantier*», résument les auteurs de l'étude.

Pire: au lendemain du drame, il n'est pas question d'admettre officiellement la moindre responsabilité de la part de la Suisse. Face aux requêtes et aux accusations de la presse et du gouvernement italien, pays qui compte le plus grand nombre de victimes, la Confédération fait le dos rond en s'abritant derrière la thèse de la catastrophe naturelle inévitable et imprévisible.

Une version des faits que la justice confirmera à deux reprises. D'abord en acquittant les 17 inculpés lors du procès qui se tient en 1972, puis en rejetant l'appel des familles des victimes qui, comble de l'humiliation, se voient même contraintes de payer la moitié des frais de procédure.

«Pour la Suisse, il s'agit d'une question stratégique, dans la mesure où ce drame écorne son image de pays moderne, efficace et sûr, complète Sandro Cattacin. Il faut donc classer l'affaire au plus vite et, si possible, en évitant les remous.»

Les travailleurs de Mattmark ne sont toutefois pas tout à fait morts pour rien. La froideur de la stratégie gouvernementale et la complaisance d'une partie des médias nationaux contrastent en effet fortement avec l'émotion populaire suscitée par le choc bien au-delà de nos frontières.

«Cet événement a eu une influence durable sur l'histoire migratoire contemporaine de la Suisse, confirme Sandro Cattacin. Il a en effet relancé le débat à l'échelle européenne sur le statut et les conditions de travail des migrants en démontrant la nécessité d'une gestion plus humaine et plus rigoureuse dans ce domaine.»

Dans les années qui suivent, la Confédération entame ainsi un processus de redéfinition des politiques de sécurité sur les grands équipements et les infrastructures territoriales. Une commission italo-suisse destinée à prévenir les accidents du travail est par ailleurs constituée. Comme le soulignent les auteurs, l'engagement d'une réflexion sur la protection civile, à partir de l'institutionnalisation d'un corps permanent d'intervention en cas de catastrophe, doit également beaucoup à cette tragédie.

Dans la foulée, le ton change aussi du côté des syndicats, qui ouvrent progressivement leur porte aux travailleurs étrangers.

La solidarité d'une partie de la population s'exprime, quant à elle, par une vaste campagne de don qui, entre 1965 et 1992, a permis d'allouer plus de 4 millions et demi de francs aux proches des victimes.

Ce qui n'a pas empêché plus de 550 000 citoyens (soit 46% des votants) d'accepter, à peine cinq ans plus tard, l'initiative «contre l'emprise étrangère» lancée par James Schwarzenbach.

Vincent Monnet

PASSANTE DANS LES RUES DE LAUSANNE DEVANT UNE AFFICHE DE L' UNION DÉMOCRATIQUE DU CENTRE CONCERNANT UNE CONSULTATION SUR INTERNET, 17 AOÛT 2010.

LA SUISSE ET LES AUTRES

# LE MULTICULTURALISME À L'ÉPREUVE DES FAITS

**LES RÉSULTATS DE LA PLUS VASTE ENQUÊTE JAMAIS MENÉE EN SUISSE SUR L'ACQUISITION DES LANGUES ET LE RAPPORT À L'ALTÉRITÉ MONTRENT DES COMPÉTENCES ÉLEVÉES MAIS MAL EXPLOITÉES EN TERMES DE MAÎTRISE DES LANGUES NATIONALES**

**L**e projet multiculturel est-il voué à un échec total, comme l'affirmait Angela Merkel en octobre 2010? A la lecture des résultats de l'enquête *Suisse – Société multiculturelle*, on serait tenté de penser que la chancelière allemande est allée un peu vite en besogne ou, du moins, que ce qui est peut-être vrai pour l'Allemagne ne l'est pas forcément pour la Suisse. Analysant la question sur le plan de la diversité linguistique des jeunes Suisses, d'une part, et au niveau de leur positionnement face à la problématique migratoire, de l'autre, ces travaux montrent en effet que, dans ce domaine, toute tentative de raccourci est périlleuse tant il est vrai que les attitudes reposent sur des enjeux complexes et contrastés. Explications avec François Grin, professeur à la Faculté de traduction et d'interprétation et directeur de l'Observatoire Economie-Langues-Formation, qui a piloté l'étude.

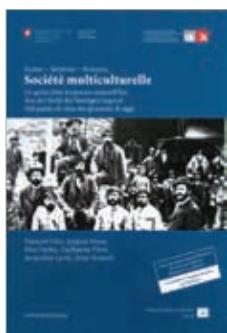
**Compétences en stock** Le premier enseignement qui ressort de cette gigantesque enquête opérée auprès de 41 000 jeunes hommes lors du recrutement de 1500 femmes de nationalité suisse (ce qui en fait la plus vaste étude menée à ce jour sur le sujet dans notre pays), est que le stock de compétences linguistiques en Suisse est important mais qu'il demeure peu visible ou mal valorisé.

Selon le tableau brossé par les chercheurs dans un volumineux rapport de plus de 600 pages, 11% des jeunes Alémaniques et 25% des jeunes Romands disposent ainsi de la double nationalité. A l'échelle nationale, 30% des individus interrogés ont un ou deux parents étrangers et un quart d'entre eux comptent autant d'étrangers que de Suisses parmi leurs amis. L'immense majorité des personnes interrogées (98%) a pour langue maternelle un des quatre idiomes nationaux. Cependant ce ne sont pas moins de 126 langues différentes qui sont mentionnées

lorsqu'on interroge ces mêmes jeunes sur leur fréquentation des langues étrangères. En termes quantitatifs, c'est l'anglais qui est le plus souvent cité (85% des cas), suivi du français (68%), de l'allemand (21%), de l'italien (14%), de l'espagnol (6%), des langues slaves de l'ex-Yugoslavie (3%), puis de l'albanais (2%). Au vu de ce qui précède, la Suisse apparaît donc bel et bien comme une société foncièrement multiculturelle, contrairement à ce que laissent penser certains discours émanant des médias ou du monde politique.

**Quête de sens** Les données rassemblées par l'équipe de François Grin mettent cependant en évidence la complexité qu'implique cette diversité, notamment sur le plan de la cohésion nationale. Pour plus de 50% des Romands et près de 40% des Alémaniques et des Tessinois, l'identification à la région d'origine passe en effet avant l'attachement au pays dans son ensemble. Plus préoccupant: les capacités à parler une autre langue nationale que la sienne stagnent à un niveau relativement bas, seule une minorité des gymnasiens (41% en Suisse alémanique et 25% en Suisse romande) atteignant le niveau requis par le système d'enseignement, soit le niveau B2, censé permettre de participer à une conversation, de lire le journal ou de rédiger un texte cohérent.

Un problème qui, selon les chercheurs, est moins lié à un manque de motivation qu'à une absence de sens. Car si la plupart des personnes interrogées se disent désireuses d'apprendre des langues pour autant qu'on les soutienne dans cette démarche, elles estiment dans le même temps les cours de langues nationales ennuyeux et inutiles. Cette tendance, nettement plus marquée du côté masculin qu'au sein de l'échantillon féminin, contraste avec le regard posé sur l'anglais qui jouit d'un préjugé favorable et dont l'enseignement est bien considéré.



## Suisse – Société multiculturelle.

Ce qu'en font les jeunes aujourd'hui

par François Grin, Jacques Amos, Klea Faniko, Guillaume Fürst, Jacqueline Lurin, Irène Schwob, Edition Ruégger, 625 p.



KEYSTONE

«Si échec de l'école il y a, ce n'est pas forcément l'échec de l'institution, des méthodes ou des enseignants, commente François Grin. Les présupposés des élèves jouent en effet un rôle important. Les jeunes Suisses vivent dans un environnement où l'exposition à l'anglais est très forte, alors que les langues nationales sont marginalisées. Dans un tel contexte, le message – souvent présenté comme pragmatique – «l'anglais d'abord et tant pis pour les langues nationales», qui est seriné à l'envi dans les médias, a un impact délétère sur les attitudes. Même si les voix de la vertu essaient de rappeler que l'apprentissage des langues nationales est important pour toutes sortes de raisons, le discours simplificateur semble plus efficace.» Un fait d'autant plus regrettable que sur le strict plan comptable, la maîtrise d'une autre langue nationale que la sienne peut, selon les régions, être plus rentable que celle de l'anglais.

**Ouverture graduée** Le second volet de l'enquête, qui porte sur les attitudes envers l'altérité, confirme que l'ouverture face à l'étranger a tendance à être plus grande en milieu urbain et parmi les sympathisants de gauche. Les chercheurs sont cependant allés un peu plus loin en analysant la manière dont les différents enjeux liés à l'immigration et à l'intégration se structurent dans l'esprit des jeunes citoyens suisses.

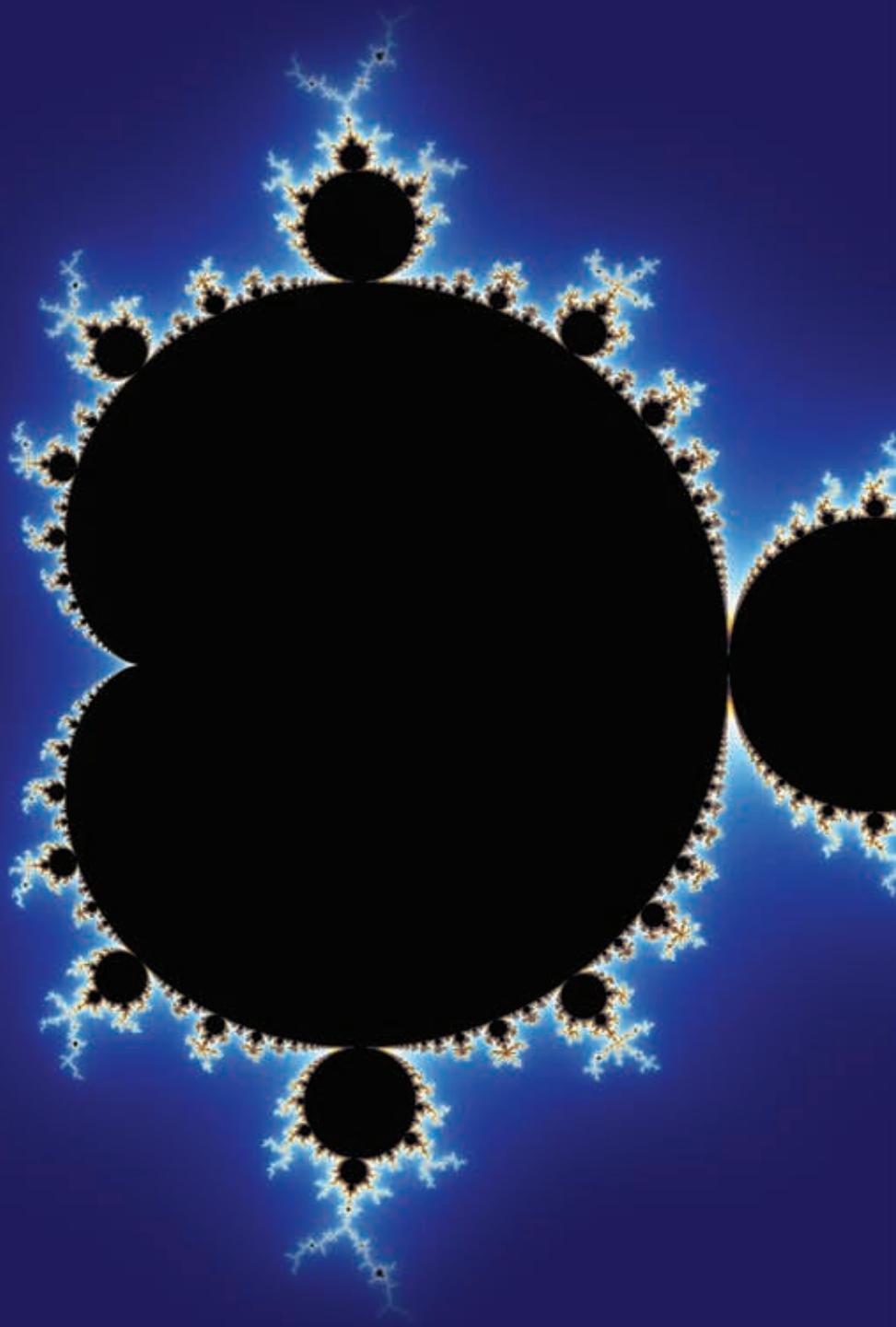
A cet égard, c'est la question de l'ouverture à la présence étrangère en tant que telle qui suscite les réponses les plus contrastées, avec des degrés d'acceptation qui varient considérablement selon l'appartenance politique ou le lieu de résidence, le niveau socioculturel n'ayant pas dans ce domaine une influence déterminante. Les mêmes différences, bien que moins marquées, existent à propos de la possibilité de mettre en place des arrangements ponctuels liés à des habitudes culturelles. L'homogénéité des réponses est en revanche assez grande en ce qui concerne le refus de relativiser les normes civiques qui régissent la vie en société (égalité entre les sexes, censure dans les médias, union entre personnes de même sexe, etc.).

«Nos résultats montrent que nos jeunes compatriotes peuvent considérer favorablement la présence de communautés étrangères sur le sol national et en même temps attendre d'elles une volonté d'intégration se traduisant par l'adhésion à une série de normes perçues comme «non négociables», précise François Grin. Et ceci tout en admettant, au cas par cas, des accommodements ponctuels permettant d'adapter certaines situations pratiques aux besoins religieux ou culturels des personnes d'origine étrangère. En d'autres termes, cela signifie que l'exigence d'intégration ne doit pas être confondue avec un refus de la présence étrangère. Se dire hostile

au port du voile dans l'espace public ne signifie donc pas automatiquement que l'on est favorable à une Suisse sans étrangers.»

Mandatés par une commission parlementaire, les chercheurs présentent également à la fin de leur enquête une série de propositions esquissant quelques pistes d'action à destination des politiques. Parmi celles-ci, François Grin insiste sur la nécessité de donner davantage de sens à l'enseignement des langues nationales en introduisant l'enseignement bilingue au niveau du secondaire II (école post-obligatoire) tant pour les élèves du collège que pour ceux de l'école de culture générale ou les apprentis. Pour enrayer la tendance actuelle, le professeur appelle également de ses vœux une évolution du discours politique face auquel il est devenu difficile d'adopter une position évitant des simplifications dangereuses: «Les électeurs, regrette le professeur, sont désormais souvent coincés entre une extrême droite dont le programme consiste à faire croire que les enjeux de l'immigration sont un tout monolithique qui doit être rejeté en bloc et une gauche qui assimile toute réserve par rapport à des manifestations d'altérité (port du voile, déni de l'égalité de genre, crime d'honneur) à de la xénophobie.»

Vincent Monnet



PÔLE DE RECHERCHE NATIONAL

# LA VRAIE NATURE DES MATHS



**DISCIPLINE ARIDE** POUR LES UNS, FASCINANTE POUR LES AUTRES, LES MATHÉMATIQUES CONSTITUENT LE MEILLEUR LANGAGE POUR DÉCRIRE LES LOIS DE LA NATURE. EXEMPLE AVEC LES TRAVAUX DU PÔLE SWISSMAP, DIRIGÉ PAR STANISLAV SMIRNOV, LAURÉAT DE LA MÉDAILLE FIELDS 2010 ET PROFESSEUR À LA SECTION DES MATHÉMATIQUES

---

Dossier réalisé par Vincent Monnet et Anton Vos

**Campus : Le Pôle de recherche national (PRN) SwissMAP (Swiss Institute for Advanced Research in Mathematics and Physics) est axé sur la physique mathématique. Que recouvre cette notion ?**

**Stanislav Smirnov** : Elle peut se comprendre aussi bien comme l'intersection que comme l'union des mathématiques et de la physique. Au départ, cette terminologie désignait une discipline tentant de décrire les phénomènes naturels avec la rigueur propre aux mathématiques. Elle s'est ensuite élargie pour regrouper l'ensemble des problèmes mathématiques soulevés par les théories physiques. Aujourd'hui, on y a ajouté des sujets purement mathématiques qui ont trouvé une utilité en physique. Les recherches de Vaughan Jones, actuellement professeur à l'Université de Vanderbilt aux Etats-Unis et qui a effectué sa thèse à Genève entre 1975 et 1979, illustrent bien ce dernier point. Le travail qui lui a valu la médaille Fields en 1990 concerne la topologie des noeuds, un sujet fondamental, très abstrait. Pourtant, certains de ses résultats – les Polynômes de Jones, notamment – ont été exploités dans un tout autre domaine, la théorie quantique des champs, qui tente d'expliquer la physique à l'échelle des particules élémentaires. Quoi qu'il en soit, la collaboration entre la physique et les mathématiques n'est pas nouvelle. Elle existe depuis les Grecs de l'Antiquité. Isaac Newton (1642-1727) l'a poussé à un degré inédit notamment dans son ouvrage majeur, *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*. SwissMAP poursuit le mouvement et tentera d'opérer la synthèse des recherches actuelles en mathématiques et en physique.

**Pourquoi est-il nécessaire de créer un Pôle dans ce domaine ?**

La première idée consiste à renforcer les liens existant entre l'Université de Genève et l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ) qui codirige d'ailleurs le PRN. Ces deux institutions possèdent historiquement un très haut niveau en physique théorique et en mathématiques. L'EPFZ a en effet compté dans ses rangs des personnalités comme le physicien Wolfgang Pauli et les mathématiciens Heinz Hopf et Hermann Weyl. Genève a pour sa part hébergé le physicien Ernst Stückelberg et le mathématicien Georges de Rham. Aujourd'hui encore, notre Section de mathématique, qui est de taille modeste par rapport à ses concurrentes internationales, se classe parmi les 50 meilleures du monde. SwissMAP souhaite poursuivre et intensifier cette tradition de qualité et de coopération en y joignant d'autres institutions : le CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire), les Universités de Berne et de Zurich ainsi que l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Le rôle du Pôle est de créer les conditions nécessaires pour structurer la recherche et canaliser les efforts sur un nombre restreint de sujets. On espère ainsi s'attaquer à des problèmes de très haut niveau. Nous avons défini cinq axes de recherche (géométrie, topologie et physique, théorie des champs, systèmes quantiques, mécanique statistique, théorie des cordes). Ce sont des domaines pour lesquels la Suisse dispose de très bons chercheurs et dans lesquels il existe des problèmes importants à résoudre.

**Le budget de SwissMAP pour quatre ans est de 11,2 millions de francs. A quoi va-t-il servir ?**

SwissMAP se distingue de tous les autres PRN par le fait qu'il est exclusivement dirigé vers la science fondamentale et ne possède pas de composante expérimentale. L'argent que nous recevons du Fonds national pour la recherche scientifique n'est donc pas destiné à monter des laboratoires ou à acheter du matériel de mesure coûteux. Il servira surtout à intensifier les interactions entre les chercheurs, à inviter les meilleurs mathématiciens et physiciens tout au long de l'année, à mettre sur pied des programmes éducatifs en direction des collégiens notamment pour assurer la relève, à organiser des *master classes*, etc.

**En quoi consiste une « master class » en mathématiques ?**

Il s'agit d'un programme d'études de niveau de la maîtrise universitaire qui dure un an et se déroule à Genève. Il s'adresse à des étudiants étrangers et suisses et propose des cours donnés par des spécialistes venus du monde entier. Le sujet change chaque année. La *master class* qui est actuellement en cours est consacrée à la mécanique statistique. L'année prochaine, elle se concentrera sur le thème de la géométrie, topologie et physique. Ces cours (rapportant 60 crédits) sont ouverts aux étudiants les plus prometteurs ayant atteint le niveau de maîtrise universitaire (voire du baccalauréat universitaire pour les plus doués). Cette année,

## « SWISSMAP SE DISTINGUE DES AUTRES PRN PAR LE FAIT QU'IL NE POSSÈDE PAS DE COMPOSANTE EXPÉRIMENTALE »

**STANISLAV SMIRNOV, DIRECTEUR  
DU PÔLE DE RECHERCHE NATIONAL SWISSMAP**

## DE LÉNINGRAD À GENÈVE

Né en 1970 à Léningrad (aujourd'hui Saint-Pétersbourg), Stanislav Smirnov a été influencé par son grand-père, mathématicien de formation, qui a fait carrière en tant qu'ingénieur et professeur de mécanique. C'est lui qui, le premier, donne à Stanislav le goût des sciences. Le jeune homme se sent même tellement à l'aise dans ce domaine qu'il remporte la médaille d'or avec des scores parfaits aux Olympiades internationales de mathématiques en 1986 et 1987. Stanislav Smirnov commence ses études à l'Université d'Etat de Saint-Pétersbourg tandis que le Rideau de fer se lézarde en Europe. C'est une période intense pour l'étudiant, particulièrement en 1991 et 1992, tandis que l'Union soviétique s'effondre et que la nouvelle Russie se crée.

«C'était une époque pleine d'espérance et d'enthousiasme, se rappelle Stanislav Smirnov. Nous participions aux événements, aux manifestations. Nous pensions que le monde et la Russie étaient en train de changer pour le mieux.»

La réalité s'avère plus rude que prévu. Du jour au lendemain, le système éducatif, gratuit sous le régime communiste, devient à la charge des étudiants. Le chaos règne dans les facultés.

En 1992, Stanislav Smirnov, qui termine alors son baccalauréat universitaire, accepte une invitation du Californian Institute of Technology pour y mener une thèse. Après quelques années passées dans l'ouest des Etats-Unis, le jeune mathématicien poursuit son parcours académique par l'Université de Yale, l'Institut Max Planck des mathématiques de Bonn, l'Institut for Advanced Studies de Princeton, l'Institut royal de technologie de Stockholm puis, enfin, en 2003, l'Université de Genève où il obtient un poste de professeur.

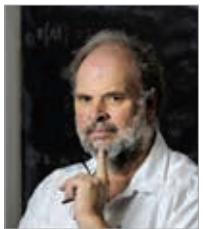
«Je connaissais déjà l'Université, explique-t-il. Ma femme y avait fait sa thèse. Elle travaille d'ailleurs toujours dans la même section que moi, en tant que professeure.»

Au cours des années, le chercheur collectionne les distinctions comme le prix Salem et le Clay Research Award en 2001, le prix Rollo Davidson en 2002 ou encore le prix de la Société mathématique européenne en 2004. Le sommet est atteint en 2010 avec la médaille Fields, la plus haute distinction en mathématiques, l'équivalent d'un prix Nobel en termes de prestige (le montant de la récompense étant toutefois nettement plus modeste).

Les pérégrinations de Stanislav Smirnov ne l'ont toutefois jamais coupé de sa patrie. Le mathématicien conserve en effet un poste partiel à l'Université de Saint-Pétersbourg où il codirige un laboratoire et aide à moderniser le système d'enseignement.

«Aujourd'hui, il y a un trou générationnel dans la science russe, explique Stanislav Smirnov. Il y a de jeunes étudiants très brillants et de vieux chercheurs encore très actifs et de très haut niveau. Mais les premiers cherchent à partir et les seconds ont atteint l'âge de la retraite. Le pays manque cruellement de chercheurs entre 30 et 60 ans. Ils existent, mais il y en a beaucoup moins qu'avant. J'essaie de contribuer à résoudre ce problème. Je pense que c'est bien pour l'Europe et le monde que la science russe puisse se relever complètement et reprendre une place de premier plan.»

### Les trois Médailles Fields de l'UNIGE



Vaughan Jones (1990)

Né en Nouvelle-Zélande, il a effectué sa thèse à Genève entre 1975 et 1979.



Stanislav Smirnov (2010)

De nationalité russe, il est professeur à la Section de mathématiques depuis 2003.



Martin Hairer (2014)

Né à Genève, il a défendu sa thèse de doctorat à l'UNIGE en 2001.

**«DANS MON PAYS,  
ON CONSIDÈRE  
LEONHARD EULER  
COMME UN  
MATHÉMATICIEN  
RUSSE D'ORIGINE  
SUISSE»**

il y en a une douzaine, originaire du Chili, du Brésil, des Etats-Unis, du Canada, du Royaume-Uni, de France, d'Italie, de Finlande et de Russie. Ces *master classes* sont également utiles pour les étudiants genevois puisque les cours sont ouverts à tous. Elles permettent, entre autres, d'améliorer la visibilité des mathématiques suisses à l'international et de multiplier les possibilités de contacts.

**Les contacts humains jouent-ils un rôle important dans la pratique des mathématiques?**

Depuis une trentaine d'années, les mathématiques deviennent une discipline d'équipe. Alors que par le passé, elles se sont spécialisées en branches distinctes, nous vivons aujourd'hui un mouvement inverse, un âge de synthèse qui exige des échanges constants. On le remarque dans la littérature scientifique. Les articles sont de plus en plus signés par deux voire trois auteurs. C'est plus amusant de travailler à plusieurs. En outre, la discipline s'est également complexifiée. Il est très profitable d'exploiter des connaissances venues de plusieurs horizons. Les résultats les plus intéressants de ces dernières décennies ont d'ailleurs été obtenus grâce à la combinaison de différents sujets.

**Les mathématiques ont donc beaucoup profité de l'explosion des moyens de télécommunication...**

C'est vrai. Le courrier électronique a permis depuis longtemps d'intensifier les échanges d'idées. Cela dit, ces dernières se transmettent plus efficacement par vidéoconférence, lorsqu'on se parle les yeux dans les yeux. Mais rien ne vaut une vraie rencontre en chair et en os lorsqu'il s'agit de suivre un raisonnement ou de comprendre une démonstration. Malgré l'explosion des moyens de communication qui caractérise notre époque, nous n'avons d'ailleurs pas diminué nos déplacements. Au contraire. Les mathématiciens n'ont jamais autant voyagé qu'aujourd'hui.

**Les problèmes mathématiques qui vous préoccupent trouvent-ils souvent leur solution au coin d'un tableau noir lors de discussions informelles?**

Notre matériel est effectivement très sommaire, il peut se résumer à du papier, un tableau noir et de quoi écrire. Du coup, un collègue peut vous ouvrir les yeux en proposant une approche à laquelle vous n'avez pas pensé et un tableau noir peut suffire pour jeter ou tester sommairement une idée. Mais les solutions nous tombent aussi dessus après avoir réfléchi longtemps à un problème puis en le laissant

momentanément de côté. A cet égard, l'histoire du mathématicien français Henri Poincaré (1854-1912) est célèbre. Tandis qu'il planchait depuis un moment sur des équations différentielles, il décide de se changer les idées en partant pour une campagne de prospection géologique. Au moment du départ, alors qu'il monte dans le véhicule et que son esprit est totalement ailleurs, il voit brusquement et avec une grande clarté que son système d'équations est identique à un autre, utilisé dans un domaine très différent de mathématiques, celui de la géométrie non euclidienne. Cette vision subite lui permettra d'effectuer une percée importante dans son champ de recherche.

**Existe-t-il en mathématiques des écoles de pensée différentes?**

On ne peut pas généraliser, surtout à l'ère de la globalisation et d'Internet qui favorisent l'uniformisation des idées. Cela dit, on peut distinguer quelques archétypes de mathématiciens. Du côté français, la société secrète de Nicolas Bourbaki, qui s'est réunie la première fois en Auvergne à la fin des années 1930, a obtenu de nombreux résultats importants notamment en algèbre. Son mode de travail et de pensée, fondé sur l'abstraction et la généralisation, a influencé beaucoup des mathématiciens français qui ont suivi. En Russie, là d'où je viens, la démarche est peut-être plus pragmatique. On commence avec des exemples puis on généralise ensuite. On essaie d'emprunter des intuitions venues d'autres domaines, surtout de la physique.

**Qu'en est-il de la Suisse?**

La Suisse est placée au centre de l'Europe et a connu de ce fait de nombreux échanges et influences scientifiques, que ce soit de la France, de l'Allemagne et même de la Russie avec laquelle les échanges sont anciens. En effet, les trois premiers mathématiciens de Russie étaient suisses. A la fin du XVII<sup>e</sup> et au début XVIII<sup>e</sup> siècle, le tsar Pierre le Grand, désireux de moderniser son pays et de réduire le fossé scientifique qui le sépare du reste de l'Europe, tente d'attirer des savants à sa cour. C'est ainsi que, sur la recommandation du grand mathématicien allemand Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), il invite les frères bâlois Nicolas et Daniel Bernoulli à venir enseigner dans sa nouvelle Académie des sciences à Saint-Pétersbourg. Tombé malade, Nicolas meurt en 1727, huit mois seulement après son arrivée à Saint-Pétersbourg. Il est alors remplacé par un autre Suisse, Leonhard Euler. Celui-ci restera plus de trente ans en tout en Russie (il y est d'ailleurs enterré). Dans mon pays, on le considère comme un mathématicien russe d'origine suisse. Il a créé l'école de mathématique russe. Celle que j'ai suivie trois siècles plus tard.

**SwissMAP**

Le Pôle national de recherche en bref

**Leading house:** Université de Genève (Stanislav Smirnov)

**Co-leading house:** Ecole polytechnique fédérale de Zurich

**Partenaires:** CERN, Universités de Berne et de Zurich, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

**Budget:** 28 millions de francs pour quatre ans (2014-2017), dont 11,2 millions de francs provenant du FNRS.

**Thèmes:**

- Géométrie, topologie et physique
- Théorie des champs
- Systèmes quantiques
- Mécanique statistique
- Théorie des cordes

## STANISLAV SMIRNOV EN DÉMONSTRATION

Comme souvent en mathématiques, les travaux qui ont valu en 2010 la médaille Fields (la plus haute distinction de la discipline) à Stanislav Smirnov, professeur à la Section de mathématiques, se basent sur des énoncés assez simples. L'idée de départ de la «percolation», le nom donné à la théorie dont il est question ici, consiste à déterminer la probabilité de trouver, dans un matériau idéalisé ayant une certaine porosité, un chemin continu pour que de l'eau puisse le traverser de part en part.

Un peu comme dans le jeu du labyrinthe destiné aux enfants, il s'agit de trouver un trajet reliant le point A au point B. A la différence près que, dans la version «adulte» de ce passe-temps, les choses se compliquent assez rapidement. Les labyrinthes sont aléatoires et il ne suffit pas de trouver un trajet. Il faut aussi savoir calculer leur probabilité d'existence et bien d'autres choses encore.

Une manière de visualiser le problème de la percolation consiste à prendre une feuille quadrillée et à colorier les arêtes en bleu si l'eau peut s'y écouter ou en jaune dans le cas contraire. A chaque fois, la couleur est déterminée à l'aide du hasard. Si celui-ci est de 50-50, alors on peut choisir le bleu ou le jaune de chaque arête en jouant à pile ou face. Pour favoriser une couleur plutôt que l'autre, il suffit de piper la pièce de telle manière qu'elle tombe davantage sur une face plutôt que sur l'autre. Au final, une fois la feuille remplie, on peut vérifier si l'eau parvient à s'écouter ou non en jouant au labyrinthe, ou plutôt en cherchant un chemin d'arêtes bleues contigües reliant le bord du haut à celui du bas. Si la pièce servant à déterminer la couleur de chaque carré est fortement biaisée en faveur du bleu, il est presque certain que l'eau peut circuler. En revanche, dans le cas contraire, il est quasiment sûr que le liquide ne passe pas. Ce qui est remarquable avec ces modèles de percolation, c'est qu'entre ces deux extrêmes, la probabilité de voir l'eau s'écouter ne varie pas régulièrement. En réalité, elle passe par un seuil. En d'autres termes, l'eau sera presque sûrement bloquée tant que

le pourcentage de carrés bleus reste en dessous d'une certaine valeur. Près de cette limite, la probabilité que l'eau puisse s'écouter augmente alors très rapidement. La valeur de ce seuil est appelée le point critique.

Si ces modèles intéressent tant les physiciens, c'est qu'il existe dans la nature de nombreux phénomènes présentant de tels points critiques, aussi qualifiés de transitions de phase. L'eau chaude au niveau de la mer, par exemple, se met à bouillir à 100 °C mais pas avant. Le magnétisme apparaît dans certains matériaux dès que l'on passe sous une certaine température (dite de Curie). Un feu de forêt se répand massivement si l'écart entre chaque arbre est inférieur à une certaine valeur. Idem pour la propagation d'une maladie en fonction de son degré de contagion. Un sol de glaise retient l'eau, une terre meuble la laisse passer...

Le problème, bien sûr, c'est que la nature, en général, ne ressemble pas à un réseau de petits carrés très réguliers de 0,5 cm de côté. Tout d'abord, le comportement à notre échelle d'un système est déterminé par le comportement statistique de ses composants à l'échelle microscopique, voire atomique dans certains cas. Il convient donc d'affiner le maillage du modèle à l'extrême en espérant que les résultats obtenus tendent vers une valeur limite unique (appelée «limite d'échelle») et ne divergent pas au cours de la miniaturisation. De plus, le réseau peut être composé de carrés mais aussi de triangles, de losanges, d'hexagones.

En 1992, John Cardy, physicien de l'Université d'Oxford au Royaume-Uni, en se basant sur un certain nombre d'hypothèses et d'arguments, parvient à établir une formule précise qui donne la probabilité d'écoulement de l'eau dans un matériau poreux, dans le cas de la limite d'échelle et près du point critique. C'est une prouesse,

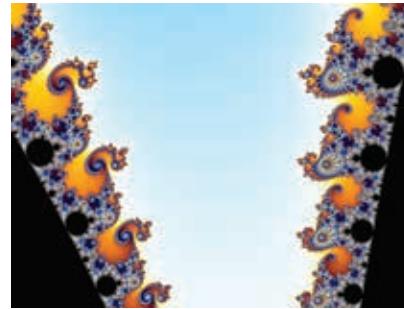
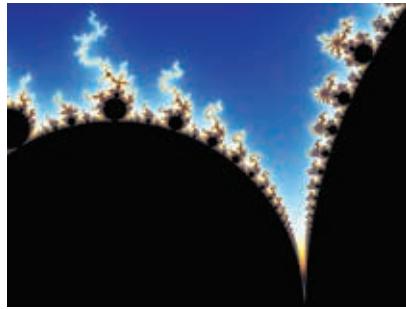
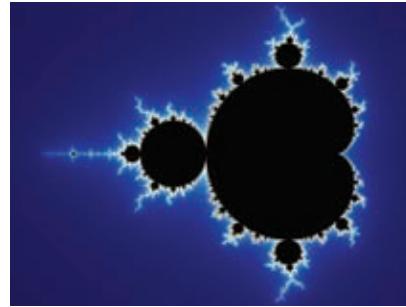
du point de vue de la physique. Le problème, c'est qu'il s'agit d'une intuition physique. Et il faut la transformer en une démonstration mathématique rigoureuse.

C'est là que Stanislav Smirnov entre en scène. Après avoir établi des fondations mathématiques solides de la théorie de la percolation, il montre en 2001 que cette probabilité critique, ou point critique, existe dans un réseau triangulaire en deux dimensions et dans la limite d'échelle et que sa valeur est identique à celle obtenue par la formule de Cardy. Sa preuve repose sur une approche indépendante de celle utilisée jusqu'à présent par les physiciens.



ISTOCK

Ces derniers poussent un soupir de soulagement devant les travaux de Stanislav Smirnov. Et ce d'autant plus que le mathématicien, continuant sur sa lancée, utilise des méthodes similaires pour démontrer la validité d'un autre modèle, celui d'Ising, qui décrit des phénomènes comme le magnétisme, le mouvement des gaz, le traitement d'image ou encore l'écologie.

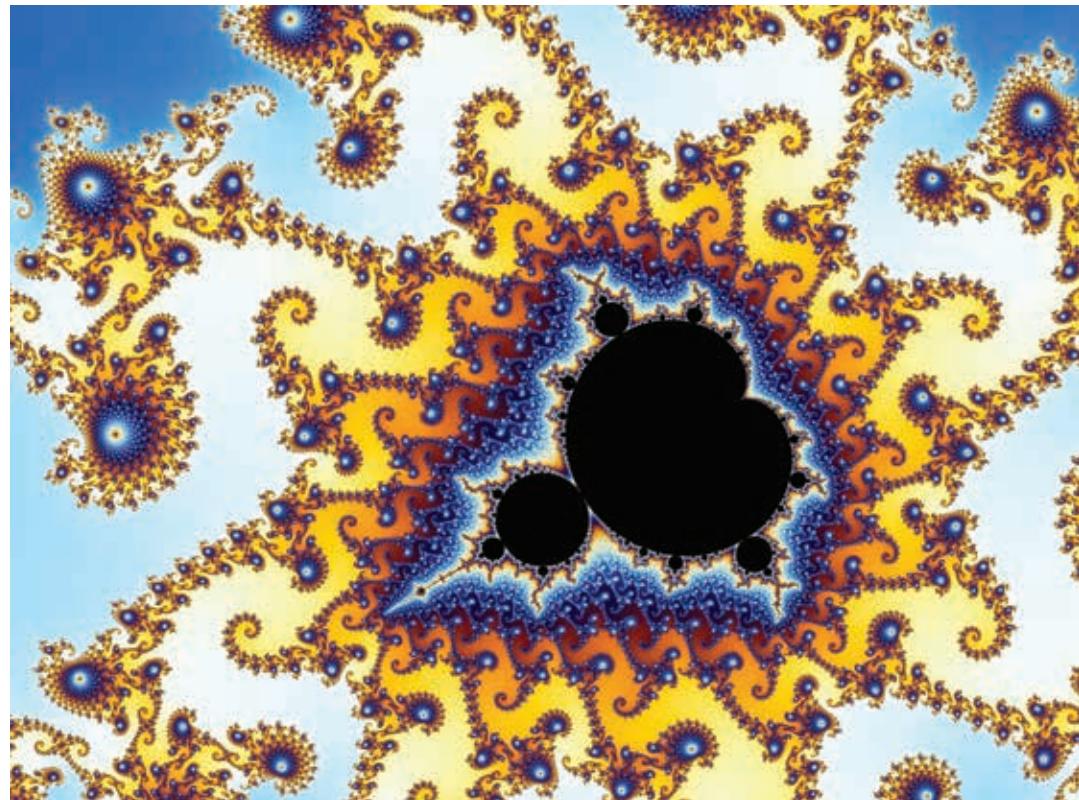
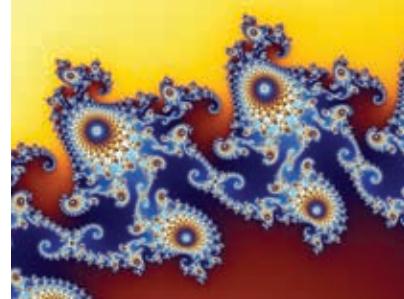
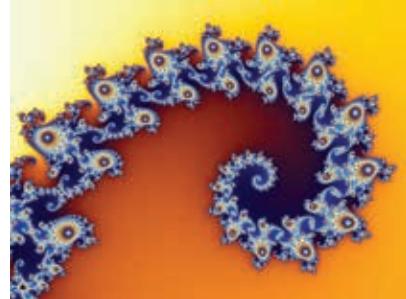


**L'ENSEMBLE DE MANDELBROT**  
DÉSIGNE UNE FIGURE FRACTALE. DU NOM DU MATHÉMATIQUIN BENOÎT MANDELBROT QUI EN OBTIENT LA PREMIÈRE PRÉSENTATION).

**IL S'AGIT DE LA PRÉSENTATION GRAPHIQUE DES RÉSULTATS D'UNE ÉQUATION MATHÉMATIQUE SUR LES NOMBRES COMPLEXES. ON Y RETROUVE LA MÊME FORME DE BASE APRÈS DES AGRANDISSEMENTS SUCCESSIFS.**

**LES POINTS FAISANT PARTIE DE L'ENSEMBLE DE MANDELBROT SONT FIGURÉS EN NOIR. LES COULEURS N'ONT AUCUNE IMPORTANCE MATHÉMATIQUE. ELLES INDIQUENT LE NOMBRE D'ITÉRATIONS (CYCLES DE CALCULS EFFECTUÉS PAR ORDINATEUR) NÉCESSAIRES POUR POUVOIR DÉCLARER LE POINT COMME FAISANT OU NON PARTIE DE L'ENSEMBLE DE MANDELBROT.**

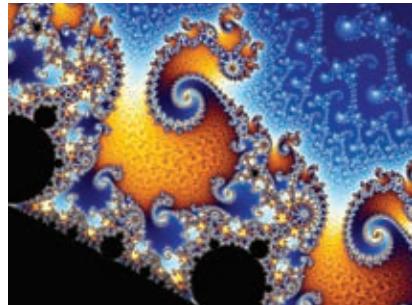
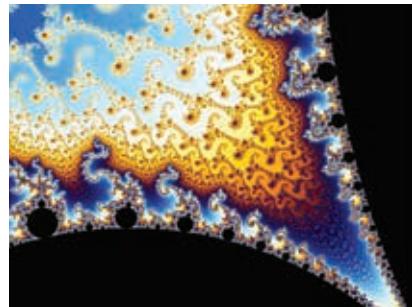
**LES NOMBRES COMPLEXES** SONT UNE EXTENSION DES NOMBRES RÉELS CONTENANT EN PARTICULIER LE NOMBRE  $i$  TEL QUE  $i^2 = -1$ .



ÉMOTIONS ESTHÉTIQUES

## LES MATHS, TOUT UN ART

**LA PRATIQUE** DES MATHÉMATIQUES DEMANDE UNE BONNE DOSE DE CRÉATIVITÉ ET D'INTUITION. POUR HUGO DUMINIL-COPIN, PROFESSEUR À LA SECTION DE MATHÉMATIQUES, ELLE S'APPARENTÉ À UNE DISCIPLINE ARTISTIQUE ET PEUT S'APPRÉCIER SELON DES CRITÈRES ESTHÉTIQUES ET ÉMOTIONNELS



**On peut donc démontrer des théorèmes de plusieurs façons?**

Oui, bien sûr. Un résultat possède de nombreuses preuves. Du point de vue mathématique, une preuve n'est pas forcément meilleure qu'une autre. Certaines sont plus simples tandis que d'autres sont plus complexes et apportent parfois un éclairage différent sur le phénomène étudié. En réalité, on sait souvent à l'avance si un énoncé est vrai ou faux. L'intérêt – et la beauté – d'une démonstration réside surtout dans le fait qu'elle est capable d'expliquer pourquoi. Et si elle est belle et simple, alors cela signifie que l'on a probablement trouvé une preuve naturelle, dans le sens qu'elle retranscrit la raison profonde pour laquelle le résultat est vrai.

**Campus : Pensez-vous qu'il existe une forme de beauté dans les mathématiques ?**

**Hugo Duminil-Copin :** Il en existe dans la façon d'arriver à un résultat, dans les idées et les concepts développés pour le démontrer et le comprendre. Ces idées et ces concepts, je les apprécie exactement comme on peut le faire avec une œuvre d'art, un concept en philosophie ou en histoire.

**Une formule, un résultat final, ne vous touche pas autant ?**

Une formule retranscrite sur un tableau noir représente la dernière étape d'un processus. Le résultat lui-même n'est pas une fin en soi: je suis beaucoup plus intéressé par la démarche. Il peut y avoir des résultats très importants dont je n'aime pas les preuves, car je les trouve trop complexes, trop tarabiscotées. Je suis même plus sensible à des démonstrations alternatives de théorèmes déjà connus depuis longtemps mais qui suivent une démarche innovante, faisant appel à de nouvelles idées.

**La nature obéit-elle aux règles des mathématiques ?**

La nature est tout autant physique, biologique ou encore chimique que mathématique. Toutes ces sciences s'entremêlent. Le chimiste et désormais même le biologiste doivent se mettre à étudier la physique pour comprendre les phénomènes auxquels ils s'intéressent. Quant à la physique, cela fait très longtemps qu'elle s'entremêle avec les mathématiques. Un grand nombre de concepts en physique ont émergé de développements réalisés en mathématiques et vice versa. Les gens ont l'impression que les mathématiques, étant plus abstraites, sont loin de la réalité. J'aurais tendance à affirmer le contraire. C'est justement parce qu'elles sont abstraites qu'elles permettent d'expliquer de nombreux phénomènes naturels. Moins une chose est appliquée, moins elle est limitée à une expérience ou un phénomène précis. Les mathématiques sont universelles et elles permettent donc d'aider d'autres sciences dans leur démarche explicative.

# «LES GENS ONT L'IMPRESSION QUE LES MATHÉMATIQUES, ÉTANT PLUS ABSTRAITES, SONT LOIN DE LA RÉALITÉ. J'AURAISS TENDANCE À AFFIRMER LE CONTRAIRE»

**HUGO DUMINIL-COPIN, PROFESSEUR  
À LA SECTION DE MATHÉMATIQUES**

## Quelle est l'importance d'une preuve mathématique pour un physicien ?

Cela dépend du physicien, bien sûr. Certains estiment qu'ils n'ont pas besoin de telles preuves, que la nature s'en charge à notre place. Le physicien américain Philip Warren Anderson, qui a reçu le prix Nobel de physique en 1972, est de ceux-là. Il a découvert un phénomène de la physique de la matière condensée appelé localisation d'Anderson dont l'expression mathématique n'a jamais pu être démontrée formellement. C'en est devenu un défi majeur en physique théorique. Lors d'une grande conférence, un éminent mathématicien a rappelé cette lacune. Anderson s'est alors levé et s'est offusqué : « Comment osez-vous dire cela ? » On lui a rétorqué : « Mais alors, qui a apporté la preuve de la localisation d'Anderson ? » Et Anderson de répondre : « Moi... moi et la nature ! » Pour de nombreux autres physiciens, les mathématiciens se rendent malgré tout utiles. Il peut en effet exister pour un phénomène naturel différentes explications sur lesquelles les physiciens ne parviennent pas à se mettre d'accord. Lorsque le mathématicien apporte une preuve (s'inspirant souvent d'arguments venant de la physique), il peut du même coup désigner laquelle des hypothèses est la bonne. En plus, s'il parvient à comprendre, par une belle démonstration, le concept qui se cache derrière, il peut aider le physicien à généraliser son résultat à un ensemble de phénomènes plus étendu. Cela répond à l'objectif unificateur de la physique qui est d'expliquer la nature avec le moins de règles possible.

## Les mathématiques, c'est la vérité incarnée ?

Il est important de se battre contre l'idée que les scientifiques, en général, peuvent tout expliquer. La notion de vérité en mathématiques repose sur les axiomes. Ces derniers

sont des énoncés dont on estime qu'ils sont vrais sans avoir besoin de les prouver. Il en existe un petit nombre qui varie selon les théories. Certains de ces axiomes affirment des choses qui semblent évidentes à tout un chacun : ce sont les pierres de base de l'édifice mathématique. D'autres fixent les règles permettant de mener des démonstrations. A partir de ces énoncés, on peut prouver de nouveaux résultats et avancer ainsi de théorème en théorème. Par conséquent, si un mathématicien ne se trompe pas dans son raisonnement, le résultat qu'il obtient au bout de sa démonstration est toujours vrai. Il n'y a pas moyen de le contester. Sauf qu'il est vrai conditionnellement aux axiomes. Un choix d'axiomes différent mènerait potentiellement à une autre notion de vrai.

## Y a-t-il un meilleur système d'axiomes qu'un autre ?

Un système d'axiomes doit répondre à quelques règles. Si le jeu d'axiomes choisi permet de montrer que quelque chose et son contraire sont vrais, alors il est incohérent. Et ça, c'est gênant pour l'ensemble de l'édifice théorique bâti sur cette base. Le système d'axiomes des mathématiques actuelles ne devrait pas poser ce genre de problèmes. Et quand bien même il serait incohérent, je ne pense pas que l'ensemble des mathématiques s'effondrerait. Il suffirait de changer un peu les axiomes pour retrouver une consistance et la majorité des preuves resterait vraie dans ce nouveau système de vérité. En effet, ce n'est pas parce que votre maison s'effondre en raison de la mauvaise qualité des matériaux que le savoir-faire du maçon est à remettre en question. Cela dit, le raisonnement sur le système d'axiome et donc la notion de vérité va plus loin. Il existe en mathématiques des énoncés dont il est impossible de prouver formellement qu'ils sont vrais ou faux. En quelque sorte, il n'existe pas de système d'axiomes parfait.

## Vous voulez dire que les mathématiques ne peuvent pas tout prouver ?

Exactement. Le théorème d'incomplétude du mathématicien autrichien Kurt Gödel affirme qu'avec un système d'axiomes très restreint, par exemple celui qui contiendrait la théorie des entiers naturels (les nombres 0, 1, 2, 3, 4...), il existe des énoncés dont on ne peut pas montrer, avec des

règles mathématiques, qu'ils sont vrais ou faux. On pourrait augmenter le nombre d'axiomes pour finalement réussir la démonstration, mais cela permettrait également de formuler de nouveaux énoncés qui seraient à leur tour indémontrables. Gödel a donc apporté en 1931 la preuve que l'on ne peut pas tout prouver. Pour certains, c'est un problème. Moi, je trouve au contraire que c'est un beau symbole. Il faut avoir conscience des limites des mathématiques. Comme un peintre avec ses couleurs et ses pinceaux, nous peignons des théorèmes avec des axiomes et des règles de logique.

#### La pratique des mathématiques exige-t-elle de la créativité?

Je pense que oui, et beaucoup d'intuition. La manière de voir les mathématiques est très personnelle, ce qui fait la richesse de la discipline. La personne avec qui j'ai pu parler le plus facilement de mon travail, comme si l'on pratiquait le même métier, est un ami compositeur. Lui et moi avons la même démarche consistant parfois à laisser notre cerveau vagabonder. Il est important de lâcher prise quand un problème devient trop difficile quitter à y revenir plus tard. Le moment de la journée, de la semaine ou de l'année que l'on choisit pour s'intéresser à un problème compte beaucoup. Certains instants, dépendant de nombreux facteurs tels que la vie privée ou professionnelle, sont plus propices que d'autres pour l'inspiration sur tel ou tel sujet. Il faut que les idées arrivent. Et, en général, elles arrivent à leur rythme. Cela ne sert à rien de les forcer.

#### Quel est votre principal outil de travail?

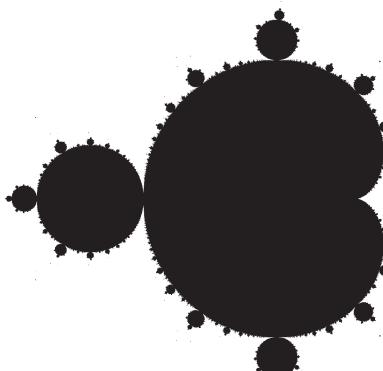
Mon outil de travail, avant tout, c'est mon cerveau. Je peux travailler n'importe où. En général, je n'ai pas besoin de papier ou de crayon. Pour être plus précis, je devrais dire mon cerveau et celui de mes collègues. C'est une discipline qui se pratique en équipe.

#### Vous a-t-on déjà qualifié d'artiste?

Non. Les gens n'ont pas conscience que la pratique des mathématiques repose avant tout sur la créativité et l'imagination. Puisqu'ils gardent en tête l'image d'une discipline difficile et scolaire, une preuve mathématique leur semble bien loin d'une œuvre qu'ils pourraient apprécier. Du coup, les gens trouvent plutôt bizarre que l'on s'intéresse à cette discipline, plus encore qu'on la trouve belle.

#### Et entre collègues?

Les mathématiciens sont très sensibles aux réalisations des autres. Quand je lis des preuves de collègues, je ressens des émotions. Je peux trouver des preuves surprenantes, belles, tristes parfois... Bref, cela m'évoque quelque chose. J'ai beaucoup d'admiration pour mes collègues. Je trouve qu'ils font preuve d'une créativité exceptionnelle et pour moi, ce sont effectivement des artistes.





## TACTIQUE DIDACTIQUE

# J'AI MAL AUX MATHS, MAIS JE ME SOIGNE

**RAREMENT POPULAIRES** AUPRÈS DES ÉLÈVES, LES MATHÉMATIQUES NE MANQUENT POURTANT PAS D'ATTRAIT. DÉVELOPPANT LA CRÉATIVITÉ ET L'ESPRIT CRITIQUE, SOLICITANT PEU L'APPRENTISSAGE PAR CŒUR, ELLES ONT ÉGALEMENT JOUÉ UN RÔLE ESSENTIEL DANS LE DÉVELOPPEMENT DES SOCIÉTÉS HUMAINES

**J**ugées arides, inutiles et trop abstraites, les mathématiques suscitent rarement l'enthousiasme auprès des jeunes. Largement partagé dans les pays occidentaux, ce désamour n'est pourtant ni universel ni inéluctable. Didacticien à la Section des sciences de l'éducation et au sein de l'Institut universitaire de formation des enseignants (IUFE), Jean-Luc Dorier analyse les raisons de ce désintérêt en soulignant à la fois les difficultés

**«LES MATHS JOUENT UN RÔLE ESSENTIEL DANS L'AVENTURE HUMAINE DEPUIS AU MOINS 5000 ANS»**

constate Jean-Luc Dorier. *Au sein de l'IUFE, c'est la seule discipline pour laquelle il n'y a pas assez de candidats pour pourvoir les postes disponibles, ce qui montre bien qu'elle n'a pas vraiment la cote auprès des jeunes. Or, les maths jouent un rôle essentiel dans l'aventure humaine depuis au moins 5000 ans. Et c'est encore plus vrai depuis la révolution numérique qui s'est traduite par le développement d'outils technologiques basés sur des mathématiques de très haut niveau, comme l'ordinateur, le téléphone mobile ou le GPS, et dont nous sommes de plus en plus dépendants.»*

Se réconcilier avec la science chère à Euclide et à Archimède, ne revient pas pour autant à la regarder avec les yeux de Chimène. Mieux vaut, au contraire, être conscient des difficultés qui lui sont propres afin de pouvoir plus facilement les dépasser.

propres à cette discipline, l'importance du contexte culturel et les pistes qui pourraient être explorées par les enseignants pour redonner à leurs élèves le goût de cette discipline sans laquelle les sociétés humaines ne se seraient jamais développées.

*«Le statut des mathématiques dans nos pays est aujourd'hui paradoxal,*

La première est d'ordre culturel. Dans la plupart des pays d'Asie, qui trustent les sept premières places du classement PISA dans le domaine (la Suisse trônant tout de même à une très honorable neuvième place mondiale), les mathématiques sont en effet très valorisées. Cela s'explique notamment par le rôle dévolu à l'école, qui n'a pas pour vocation première de permettre à l'enfant de s'épanouir selon les préceptes rousseauïstes mais de définir sa place dans une société à la fois très normée et très concurrentielle. Dans un tel contexte, les maths participent très directement à la possibilité d'accéder à une élite, d'où l'explosion du recours aux leçons particulières ou aux instituts privés qui, en Corée du Sud, par exemple, prennent en charge 80% des enfants du pays le week-end.

*«A cela s'ajoute le fait que dans beaucoup de ces pays, et notamment en Chine, l'enseignement des maths est assuré dès les classes primaires par des professeurs spécialisés et non par des généralistes ou des gens qui ont souvent gardé un mauvais souvenir des maths durant leur propre scolarité, comme c'est le cas chez nous, complète Jean-Luc Dorier. Enfin, il y a aussi des différences liées à la relation entre le système numérique et le langage.»*

Dans la langue française – et dans une moindre mesure en allemand, en italien ou en anglais – le système écrit n'est en effet pas totalement cohérent avec le système chiffré qui s'est imposé tardivement, à partir du XV<sup>e</sup> siècle.

Après le nombre dix, un locuteur francophone dit donc onze, douze, puis treize, alors que la logique voudrait que l'on dise dix-un, dix-deux, dix-trois, comme le fait la langue chinoise qui, elle, suit exactement le système décimal de position des chiffres. Conséquence : lorsqu'un élève romand doit additionner de tête vingt et un et trente-quatre, il faut qu'il décompose le nombre vingt en deux dizaines et une unité et le nombre trente-quatre en trois dizaines et quatre unités – ce que traduisent immédiatement les écritures 21 et 34 mais moins directement les mots. Ensuite, il lui faut raisonner pour additionner séparément les dizaines et les unités, pour

enfin parvenir au résultat final, à savoir cinquante-cinq. Pour la même opération, il suffit en revanche à un enfant chinois d'additionner «deux dix un» et «trois dix quatre».

Pour couronner le tout, notre idiome dispose de mots spécifiques pour les premières dizaines «vingt» et non «deux dix» (pour deux dizaines), trente et non trois-dix (pour trois dizaines), alors qu'on dit bien deux-cents et trois cents lorsqu'on passe à l'unité supérieure.

A cette complexité formelle, qui est plus marquée chez nos voisins de l'Hexagone qu'en Suisse romande (lire encadré), s'ajoute une spécificité unique aux mathématiques et qui tient à son caractère cumulatif. «*Compte tenu des capacités intellectuelles que les maths mobilisent, il est essentiel de maintenir un niveau de compréhension constant, car il est indispensable de comprendre les étapes précédentes pour pouvoir réussir les suivantes*, confirme Jean-Luc Dorier. *Du coup, un décrochage temporaire, comme en connaissent beaucoup d'ados, peut avoir des effets plus lourds que dans d'autres disciplines où il est possible de s'en sortir après un passage à vide temporaire.*»

Ces quelques obstacles sont cependant loin d'être insurmontables, d'autant qu'en contrepartie, les maths ne manquent pas d'attrait. Cette discipline

constitue en effet pratiquement le seul domaine intellectuel dans lequel la notion de vérité est absolue et où il est possible d'argumenter à partir de faits démontrés de manière certaine. Mieux, les maths font peu appel au savoir appris par cœur et requièrent un type de réflexion somme toute assez mécanique.

«*Cet aspect peut faire peur, concède Jean-Luc Dorier. Mais dès lors que l'on accepte de rentrer dans ce mode de pensée, on découvre une science qui peut s'avérer ludique et qui nécessite un esprit critique. Contrairement à ce que l'on pense souvent, la clé pour réussir une démonstration n'est en effet pas unique. Il s'agit donc de trouver le chemin le plus efficace pour parvenir à la solution, exercice qui exige une certaine créativité et qui peut devenir tout à fait grisant.*»

Le problème, c'est que ce savoir est aujourd'hui devenu quasiment invisible pour le commun des mortels. «*Il y a encore une trentaine d'années, l'utilité des maths était perceptible sur n'importe quel marché ou au moment de payer l'addition au restaurant, poursuit Jean-Luc Dorier. Depuis, avec le développement d'outils automatisant ces tâches, les maths élémentaires ont disparu de l'espace public, mais cela ne veut pas dire qu'elles sont*

*devenues inutiles. Au contraire, nous sommes plus dépendants que jamais de technologies fonctionnant grâce à des mathématiques de très haut niveau.*»

Rien d'illogique à cela puisque, dans les faits, les mathématiques sont omniprésentes dans l'histoire de l'homme depuis des millénaires. Pour dénombrer les biens et les hommes,

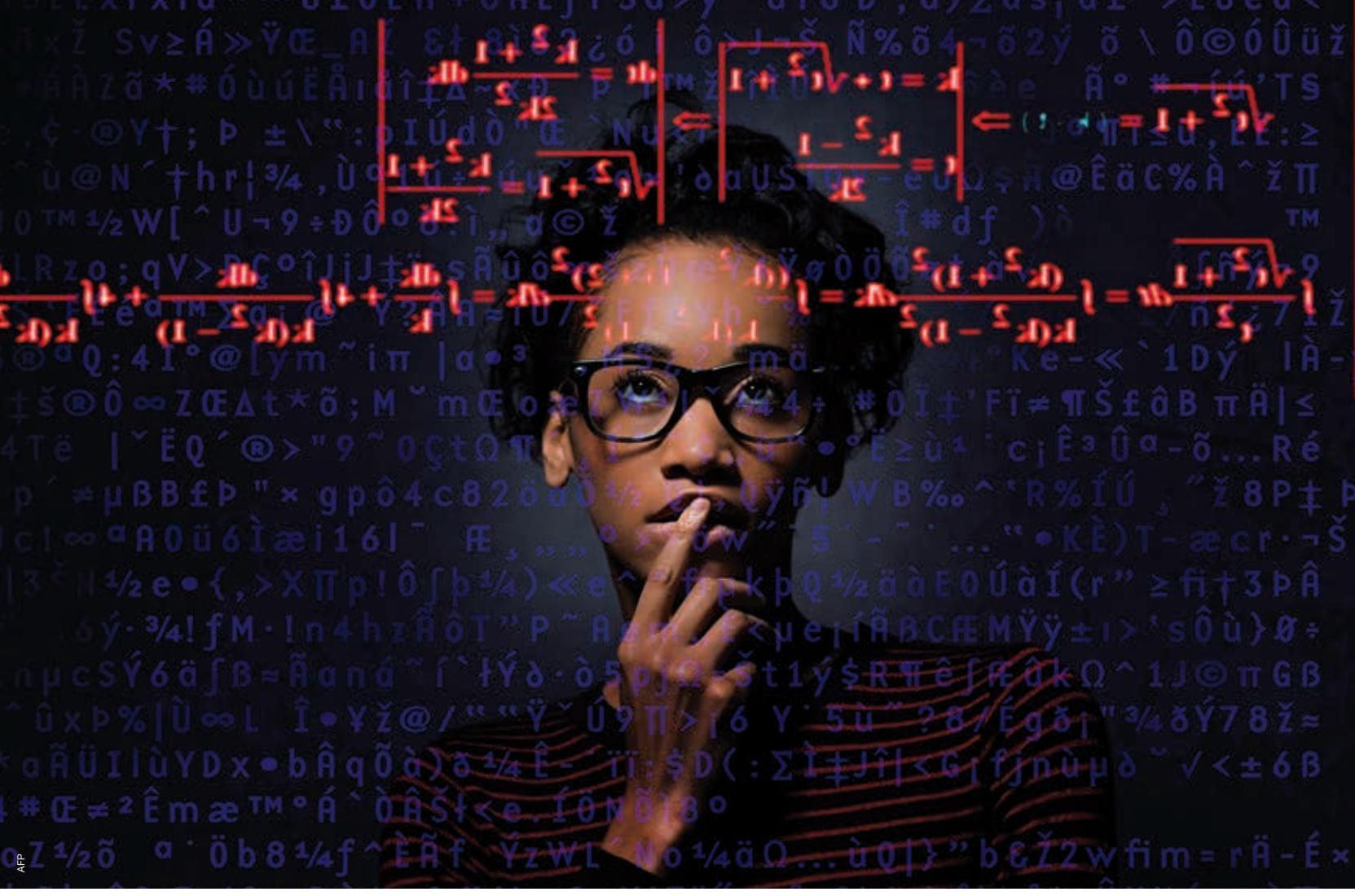
pour partager le temps de travail et les richesses, pour bâtir rues et villes, il fallait en effet des outils qui ont tous été fournis par les mathématiques. La très ancienne problématique du décompte du temps en est une parfaite illustration. Si l'on compte aujourd'hui les heures à partir d'une base soixante et non d'une base dix comme c'est le cas pour les distances, par exemple, c'est en effet aux Mésopotamiens qu'on le doit. Au III<sup>e</sup> millénaire avant notre ère, ce sont eux qui ont développé un système numérique destiné notamment à répartir le temps de travail des ouvriers. «*Le nombre douze est plus commode que dix dans la mesure où il peut être divisé par 2, 3, 4 et 6, tandis que le nombre dix, lui, ne peut être divisé que par 2 et 5*, explique Jean-Luc Dorier. *Qui plus est, lorsqu'on le multiplie par cinq, un obtient un diviseur supplémentaire (le cinq). Du coup, on obtient une valeur entière en minutes et en secondes lorsqu'on divise une heure par 2, 3, 4, 5 et*

*6 et tous leurs multiples. C'est ce qui permet notamment d'obtenir des quarts d'heure sur une horloge, chose qui est impossible en base dix. Le même principe est valable pour le calcul des angles, qui sont divisés en 360 degrés, soit six fois soixante. On ne sait pas vraiment comment les Mésopotamiens ont eu l'intuition géniale d'utiliser la base 60. Cette découverte semble antérieure au partage du temps et qui repose, lui, sur les douze cycles de la lune ou les douze mois de l'année. Mais il paraît fort probable que par leur grande pratique des calculs de partage, ils aient rapidement compris l'intérêt mathématique d'une base 60.*»

Et que dire de la fameuse révolution «numérique» réalisée grâce aux ordinateurs – qui repose tout entière sur un langage binaire (fait d'une alternance de 0 et de 1) et des algorithmes – sinon que c'est sans doute le plus puissant moteur du changement qu'ait connu l'homme depuis l'apparition de la machine à vapeur.

## LES FRANÇAIS COMPTENT AUSSI AVEC LEURS PIEDS

Pourquoi dit-on quatre-vingt de l'autre côté de la frontière plutôt que huitante comme c'est le cas dans la majorité des cantons romands ? La réponse est à chercher du côté des populations celtes qui peuplaient le nord de la France. Ces dernières, plutôt que d'utiliser la base dix, qui correspond aux doigts de la main, calculaient en effet en base vingt, c'est-à-dire en y ajoutant les orteils. Une pratique qui a perduré jusqu'à nos jours pour les nombres situés entre «soixante-dix» et «quatre-vingt-dix-neuf» et dont on trouve également trace dans la langue bretonne, où soixante se dit tri-ugent, ce qui correspond littéralement à «trois vingts».



## LES FILLES ET LA « BOSSE DES MATHS »

En étant la première femme à recevoir la médaille Fields (l'équivalent du Nobel des maths) en 2014, l'Iranienne Maryam Mirzakhani a apporté un démenti cinglant à tous ceux qui pensaient que la prédominance des hommes dans les filières scientifiques était liée à des prédispositions naturelles.

L'idée est loin d'être neuve. Elle a été formalisée au XIX<sup>e</sup> siècle par Franz Joseph Gall, l'inventeur de la « phrénologie ». Une théorie selon laquelle les reliefs du crâne signaleraient les qualités innées de l'esprit humain. Chez les individus talentueux, ces prédispositions se traduiraient par la fameuse « bosse des maths ».

Un attribut qui, à en croire le neurologue autrichien, serait peu répandu au sein de la gent féminine.

Bien que très discutable sur le plan scientifique, cette thèse n'a guère suscité de protestations jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle. Mieux : afin

d'éviter à ces demoiselles de perdre leur temps dans une activité jugée hors de leur portée, on leur a longtemps interdit l'accès aux études mathématiques et aux sciences exactes en général. Pour contourner l'obstacle, Sophie Germain, connue pour le théorème d'arithmétique qui porte son nom, pour ses échanges avec le « prince des mathématiciens » Carl Friedrich Gauss, ainsi que pour ses travaux sur l'élasticité des corps, a été contrainte d'avancer masquée durant la plus grande partie de sa carrière, sous le pseudonyme plus masculin d'Antoine Auguste Le Blanc. Pas de quoi faire frémir Lawrence Summers, ancien président de l'Université d'Harvard, qui affirmait il y a tout juste une dizaine d'années que l'absence de femmes parmi les grands mathématiciens était liée à des phénomènes biologiques. Les faits tendent pourtant à

démontrer que cette assertion ne correspond à aucune réalité. Pour s'en tenir à ce seul exemple, une étude menée en 2008 auprès de 7 millions d'élèves américains âgés de 7 à 17 ans n'a décelé aucune différence significative liée au genre en termes de compétence en mathématiques. Dès lors, c'est surtout le contexte social qui apparaît déterminant pour expliquer le nombre restreint de femmes parmi l'élite mathématique mondiale. « Les études PISA montrent que les filles éprouvent plus d'anxiété face aux mathématiques que les garçons, relève un rapport récent de l'OCDE. A niveau de performance égal, elles ont moins confiance dans leurs compétences et dans leur capacité à résoudre des problèmes mathématiques. Elles ont également tendance à se rendre responsables de leur échec, alors que les garçons invoquent plutôt des facteurs

extérieurs. Or, diverses études montrent qu'il y a une relation étroite entre la confiance en soi et les performances scolaires. »

Ce processus d'autodénigrement serait encore aggravé par ce que les spécialistes appellent le « double standard pédagogique ». Un concept qui désigne le fait que les professeurs de mathématiques consacreraient nettement plus d'attention aux garçons, les interrogant plus souvent que les filles et en leur laissant plus de temps pour trouver la bonne réponse. Ces mêmes enseignants seraient par ailleurs convaincus que leurs élèves garçons sont intrinsèquement plus forts en maths que leurs élèves filles. Sans en avoir forcément conscience, ils encourageraient donc plus fortement les garçons, qui, du coup, bénéficiaient d'une plus grande confiance en eux dans les matières scientifiques.

## APPROCHE LUDIQUE

# «LE MATHSCOPE PERMET DE SORTIR DE LA LOGIQUE D'ÉVALUATION»

**CONSTRUIT** SUR LE MODÈLE DU PHYSISCOPE, DU CHIMISCOPE ET DU BIOSCOPE, LE MATHSCOPE VEUT CASSER L'IMAGE RÉBARBATIVE DES MATHÉMATIQUES EN SE TOURNANT VERS LA PRATIQUE ET L'ESPRIT DE DÉDUCTION

**A**procher les sciences d'une manière ludique et interactive afin de renforcer la motivation des élèves âgés de 4 à 19 ans : c'est l'objectif du MathsScope de l'Université, une émanation conjointe du Pôle de recherche national SwissMAP et de la Section de mathématiques. Ouverte au public depuis mars 2015, cette structure dont le fonctionnement est calqué sur celui du Physiscope, du Chimiscope et du Bioscope a déjà accueilli plus de 500 élèves de la région genevoise.

Les exigences du programme scolaire limitant la marge de manœuvre des enseignants, qui n'ont souvent pas le temps de développer le matériel pédagogique permettant de donner aux mathématiques un aspect plus concret en classe, le MathsScope propose une quinzaine d'activités clés en main couvrant sept thématiques principales : algèbre, arithmétique, analyse combinatoire, géométrie, logique, probabilité et statistique, topologie. D'une durée d'une heure, chaque atelier est encadré par deux animateurs et laisse une large place à l'interactivité et au travail en groupe.

«*Un des grands intérêts du MathsScope, c'est qu'il permet de sortir de la logique d'évaluation*, explique Pierre-Alain Cherix, maître d'enseignement et de recherche à la Section de mathématiques et coresponsable du MathsScope. *Comme ils n'ont pas peur d'être notés sur ce qu'on leur présente, les élèves nous autorisent plus facilement à leur montrer quelque chose d'intéressant. L'approche de l'école et la nôtre sont toutefois parfaitement complémentaires dans la mesure où nous visons surtout à montrer aux élèves la finalité des outils qu'ils travaillent en classe.*» Pour casser l'image rébarbative et un peu sèche de la discipline, pas question, pour les organisateurs du MathsScope, de multiplier les calculs savants et autres démonstrations à rallonge. Ici tout est tourné vers la pratique et l'esprit de déduction.

Pour démontrer l'utilité du théorème de Pythagore, il est ainsi demandé aux participants de comparer des aires à la manière des Grecs anciens, en se servant de différents puzzles. «*Ce type d'exercice permet, par exemple, de montrer que l'on peut ramener n'importe quel polygone à une série de triangles, puis à une série de carrés*, précise Pierre-Alain Cherix. *Grâce au théorème de*



*Pythagore, on peut ensuite construire un carré ayant la même aire que le polygone de départ. Cela permettait aux Grecs de comparer des surfaces polygonales sans devoir en calculer l'aire.»*

Selon la même logique, la théorie des graphes, aujourd'hui utilisée dans de nombreux problèmes liés à la notion de réseau, peut être expliquée à partir d'une maquette représentant la ville de Königsberg comme elle se présentait vers 1740 (aujourd'hui Kaliningrad). Cette dernière était construite autour de deux îles situées sur le fleuve Pregel qui étaient reliées entre elles par un pont. Six autres ponts reliaient les rives du cours d'eau à l'une ou l'autre des deux îles. Le problème consiste à déterminer s'il existe une promenade permettant de passer une seule fois par chaque pont en partant et en revenant du même point. «*Dans le cas présent, on parvient assez facilement à se rendre compte de façon intuitive qu'un tel chemin n'existe pas*, poursuit le mathématicien. *Tout le défi consiste à comprendre comment, à partir de ce simple cas, on peut tirer une loi qui soit valable partout et en tout temps.»*

Egalement fruit d'une collaboration entre la Section de mathématiques et le Pôle de recherche national SwissMAP, le Club des maths s'adresse, quant à lui, plus spécifiquement aux 10-16 ans. Deux fois par semaine (le mardi ou le mercredi en fin d'après-midi), il donne l'occasion à ses membres, répartis en groupes d'âge, de se retrouver pour résoudre différents problèmes avec l'aide d'accompagnants spécialisés. Le Club des maths organise également des «Olympiades de mathématiques» dont la dernière édition s'est tenue en novembre à Uni Mail.

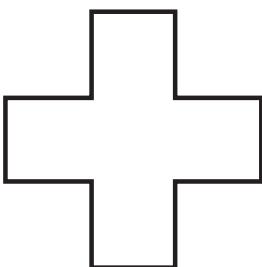
CARTE DE LA VILLE DE KÖNIGSBERG ET SES SEPT PONTS EN 1809.

# LES MATHS, UN JEU D'ENFANT

LE MATHSCOPE A PLUSIEURS TOURS DANS SON SAC. VOICI QUELQUES EXEMPLES DE PROBLÈMES MATHÉMATIQUES QU'IL PROPOSE. SOLUTIONS EN PAGE 55.

## 1. DEUX COUPS DE CISEAU

En deux coups de ciseau, pouvez-vous découper la croix ci-dessous de telle sorte qu'avec les pièces obtenues vous puissiez former un carré?



## 2. COMMENT TROUVER UN VIZIR INTELLIGENT

Son altesse le Sultan doit remplacer son Vizir. Trois candidats se présentent. Comme le nouveau Vizir doit être un homme intelligent, le Sultan trouve une astuce pour départager les prétendants. Il les aligne les uns derrière les autres de telle manière que le troisième voit la tête des deux candidats devant lui, le deuxième voit celle du premier et le premier ne voit rien. Le Sultan montre alors aux trois candidats cinq chapeaux: 3 noirs et 2 blancs, puis il leur met un bandeau sur les yeux. Il prend trois chapeaux et en met un sur chaque tête. Il enlève les bandeaux et demande aux candidats quelle est la couleur de leur chapeau. Quelques secondes de silence passent puis le dernier de la file répond: «Je ne sais pas!» Le deuxième répond: «Moi non plus!» Alors, le premier de la file dit: «Je sais! La couleur de mon chapeau est...» Comment a-t-il fait et quelle est la couleur de son chapeau?

## 3. TOMBERA OU NE TOMBERA PAS?

Quatre verres à cocktail sont posés sur une planche horizontale. Cette planche est placée sur trois «cylindres» dont les sections sont illustrées sur le dessin. Le rose est à section circulaire (c'est donc un vrai cylindre) tandis que les sections des deux autres sont des figures constituées d'arcs de cercle. Pour l'instant, tout est en équilibre; mais que va-t-il se passer si les trois «cylindres» commencent à tourner? La planche restera-t-elle horizontale ou les trois verres vont-ils tomber?

TIRÉ DE: IVAN MOSCOVICH, THE PUZZLE UNIVERSE, LANNOO PUBLISHERS, TIELT, BELGIQUE, 2015.

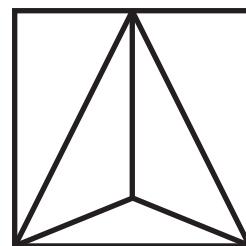


## 4. LES CHAUSETTES DE LA LICORNE

Une licorne veut mettre 4 chaussettes et 4 chaussures. Les chaussures sont identiques, de même que les chaussettes. Combien de possibilités a-t-elle pour enfiler ses habits, sachant que pour chaque pied, elle doit mettre la chaussette avant la chaussure?

## 5. SANS LEVER LE CRAYON

Pouvez-vous reproduire le dessin ci-dessous sans lever le crayon?



## 6. EN UN SEUL COUP DE CISEAU

On dessine un triangle sur une feuille de papier. Comment doit-on plier la feuille de telle manière à pouvoir le découper en un seul coup de ciseau rectiligne?

## ANALYSE NUMÉRIQUE

# LA NATURE MISE EN ÉQUATIONS

**L'ANALYSE** NUMÉRIQUE S'INTÉRESSE AUX FONDEMENTS MATHÉMATIQUES ET À LA MISE AU POINT DE MÉTHODES PERMETTANT DE RÉSOUTRE LES ÉQUATIONS DE LA PHYSIQUE QUI DÉCRIVENT LA NATURE. L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE DISPOSE D'UNE SOLIDE TRADITION EN LA MATIÈRE. PRÉSENTATION

**S**i Martin Gander a choisi Genève en 2004, c'est avant tout pour suivre les traces de ses illustres prédécesseurs Gerhard Wanner et Ernst Hairer, deux mathématiciens dont la renommée dépasse les frontières. « *Ce sont des stars mondiales de l'analyse numérique*, s'exclame l'actuel professeur à la Section de mathématiques. *On connaissait déjà l'existence des deux numériciens de Genève lorsque je faisais mes études à Zurich, dans les années 1980. Mais ils sont surtout devenus célèbres grâce à la publication d'une monographie qui figure parmi les meilleures et les plus citées de ma discipline.* »

D'origine autrichienne, Gerhard Wanner a dirigé la thèse d'Ernst Hairer à Innsbruck avant de venir en Suisse et de se voir offrir un poste de professeur à l'Université de Genève. Son ancien étudiant l'a suivi quelques années plus tard, après avoir accédé lui aussi au statut professoral. Leur collaboration dans la cité de Calvin a duré plusieurs décennies. Ils sont aujourd'hui tous les deux à la retraite. Ernst Hairer est, par ailleurs, le père de Martin Hairer, lauréat de la médaille Fields en 2014, la plus haute distinction internationale en mathématiques.

« *Après plusieurs années passées en France, aux Etats-Unis et au Canada, j'ai trouvé le temps il y a une douzaine d'années d'effectuer une année sabbatique à Genève*, poursuit Martin Gander. *J'ai pu voir ce remarquable duo à l'œuvre. Ils sont impressionnants. Ils forment une équipe très efficace. Et ce n'est pas fini. Gerhard Wanner et Ernst Hairer ont présenté des résultats très récents. Même à la retraite, ils sont toujours au top niveau, tant du point de vue technique que des idées, chose qui n'est pas évidente dans une discipline comme les mathématiques.* »

La monographie, parue en trois volumes (en 1987, 1991 et 2002 respectivement), avec laquelle les deux Genevois se sont illustrés traite de la Résolution des équations différentielles ordinaires. Ces dernières sont des équations qui permettent, par exemple, de décrire l'évolution d'une population de prédateurs poursuivant et attrapant des proies qui, de leur côté, tentent de leur échapper.

Si ces ouvrages ont connu un tel succès, c'est que les équations différentielles dans leur ensemble (à une ou plusieurs variables), que l'on peut comprendre comme le « taux de changement » d'une grandeur physique (pression, température...), sont les seules à même de décrire la nature. « *Presque toutes les lois de physique qui ont été découvertes lient des dérivées de quelque chose à des dérivées d'autre chose*, explique Martin Gander. *Je ne sais pas pourquoi, mais le monde est ainsi fait. Et c'est formidable. Car les équations en question sont assez simples.* » Et, de fait, les formules qui décrivent la propagation des ondes sonores ou électromagnétiques, la diffusion de la chaleur, l'écoulement d'un fluide, l'évolution d'un état quantique ou encore la déformation d'un solide sont bien connues des physiciens et des mathématiciens. Le problème, c'est de résoudre ces équations,

ne serait-ce que pour comprendre ce qui se passe lorsqu'un son traverse une pièce par exemple. Les solutions pour chaque cas particulier sont, en réalité, impossibles à trouver de manière analytique, c'est-à-dire en utilisant exclusivement des méthodes mathématiques. Pour s'en sortir, la seule façon de faire consiste à s'approcher le plus possible du résultat théorique en développant des méthodes numériques, qui

**« MÊME À LA  
RETRAITE, ILS  
SONT TOUJOURS AU  
TOP NIVEAU, TANT  
DU POINT DE VUE  
TECHNIQUE QUE DES  
IDÉES, CHOSE QUI  
N'EST PAS ÉVIDENTE  
DANS UNE DISCIPLINE  
COMME LES  
MATHÉMATIQUES »**





AFP

## LA MÉTÉO A LE MAL DES MONTAGNES

Chacun a un avis sur la qualité des prévisions météorologiques. Comme beaucoup d'autres, Sandie Moody estime que le modèle de prévision numérique du temps utilisé par l'Office fédéral de météorologie et climatologie (Météosuisse) peut être amélioré. La différence entre elle et Monsieur Tout-le-monde, c'est que non seulement elle sait comment il faudrait s'y prendre mais, qu'en plus, elle a déjà commencé à y travailler. Il faut dire que cela fait un an qu'elle a entamé une thèse sur le sujet sous la direction de Martin Gander, professeur à la Section de mathématiques (Faculté des sciences).

Le modèle de simulation de Météosuisse est basé sur la méthode dite des volumes finis. Elle consiste en un découpage de l'atmosphère en cellules de 2,2 km sur 2,2 et d'une dizaine de mètres de hauteur. Pour l'instant, car en 2016 devrait être introduite

une nouvelle version de l'algorithme (COSMO-1) avec une grille de 1,1 km de côté.

Pour chacune des cellules ainsi définie, le modèle permet à des ordinateurs de grande puissance de calculer pour un moment donné des paramètres comme la température, la pression ou encore les flux en se basant sur des équations de physique et des données fournies par les stations météorologiques. Pour connaître les conditions futures, l'ordinateur recommence le processus avec de nouvelles données initiales obtenues par le cycle de calcul précédent. Et ainsi de suite jusqu'à une durée d'environ cinq jours. Un tel modèle fonctionne en général très bien, on peut le constater chaque jour en vérifiant la pertinence du bulletin météo de la veille. Mais il peut faire mieux. Parmi les problèmes inévitables survenant dans ces algorithmes de

simulation figurent les montagnes. Dans le modèle de Météosuisse, comme chez toutes les autres agences météorologiques du monde, l'axe horizontal de la grille épouse le relief du terrain. Quand la topographie est plane, ce n'est pas grave. Mais si une pente apparaît, les calculs effectués par le modèle commencent à poser des problèmes. Si le terrain (vu à travers une grille de 2,2 km de côté, il ne faut pas l'oublier) fait un angle raisonnable, c'est gérable. En revanche, lorsque l'inclinaison dépasse un certain seuil, les résultats deviennent franchement instables.

«Un modèle instable, c'est pire qu'un modèle faux, estime Sandie Moody. Les erreurs calculées explosent et l'on obtient des valeurs absurdes. C'est pourquoi, pour certains points du territoire suisse, essentiellement dans les Alpes, les météorologues préfèrent annuler

certains paramètres plutôt que de retenir une valeur très fausse calculée par le modèle. Du coup, les prévisions locales mais aussi générales perdent en précision. Mon travail consiste à développer un outil qui pourrait combler ces lacunes.»

Pour y parvenir, Sandie Moody, sur les conseils de Martin Gander, décide de s'attaquer au problème avec la méthode dite des Discrete dual finite volumes, un nouveau champ de recherche en plein essor. A coups de théorèmes et de lemmes, la mathématicienne avance, avec succès pour l'instant puisque l'algorithme qu'elle est en train de développer a déjà passé avec succès des premiers tests de stabilité et de convergence, des critères indispensables pour aller plus loin.

LE RELIEF ACCENTUÉ DES ALPES SUISSES POSE DES DIFFICULTÉS AU MODÈLE DE PRÉVISION NUMÉRIQUE DU TEMPS. LES MATHÉMATIQUES PEUVENT CONTRIBUER À RÉSOUTRE LE PROBLÈME.

sont des approximations mais qui permettent de recourir à la puissance de calcul des ordinateurs.

Les deux premiers volumes de la monographie de Gerhard Wanner et Ernst Hairer posent les bases théoriques de ces méthodes numériques. Dans le troisième, les deux compères présentent des techniques qui permettent de préserver les propriétés inhérentes aux équations que l'on veut résoudre.

En effet, il faut à tout prix que la solution que l'on trouve par approximation conserve tout son sens physique. Si l'on obtient un résultat tel qu'une pression négative (ce qui est impossible), alors la méthode n'a aucun intérêt.

*«Notre travail consiste à développer, pour chaque problème qui nous est soumis, des méthodes qui donnent des résultats corrects et qui, en plus, ne soient pas trop gourmands en temps de calcul, souligne Martin Gander. Aujourd'hui, tous les algorithmes que nous concevons fonctionnent par itération. Cela signifie que l'on commence avec une première approximation grossière puis on répète un cycle de calcul qui permet de s'approcher de la solution. Au bout d'un certain nombre d'itérations, on obtient une précision suffisante. Certains algorithmes sont devenus tellement efficaces que la précision atteint le 1% (10<sup>-3</sup>) en seulement 4 cycles et 10<sup>-16</sup> après 25.»*

Au final, les chercheurs se retrouvent non pas avec la solution exacte, une courbe continue et lisse par exemple, mais avec un grand nombre de points situés extrêmement proches de cette fonction théorique dont ils ne connaîtront jamais la formulation. Et s'il faut trouver des valeurs entre deux points, il est toujours possible d'interpoler ou de recommencer toute la procédure avec un maillage plus serré. *«Ma vie professionnelle alterne sans cesse entre le monde continu et le monde discret»*, commente Martin Gander.

L'analyse numérique – qui désigne ce champ de recherche – est utilisée dans un nombre gigantesque d'applications. Toutes les simulations par ordinateur y ont recours : modèles climatiques, géologiques, astronomiques, écologiques, hydrodynamiques...

Martin Gander, dont le travail est en partie fondamental, se consacre également à des cas très concrets. Une docteure travaille notamment sous sa direction sur l'amélioration du modèle de prévision numérique du temps utilisé par Météosuisse (lire ci-contre). Par le passé, le professeur a également développé un algorithme permettant de simuler par ordinateur le fonctionnement d'un four à micro-ondes

en train de cuire un poulet. En faisant l'expérience en conditions réelles, il a ainsi montré que ses prédictions étaient exactes : le four ne chauffe qu'une couche de 3 cm d'épaisseur tout autour de la volaille. Et ce n'est que quand cette couche est devenue totalement sèche par évaporation de l'eau que les ondes peuvent pénétrer plus profondément dans la chair du poulet.

*«En fait, cette étude servait à montrer qu'il est possible de modéliser la progression des micro-ondes dans des tissus organiques, précise Martin Gander. Par la suite, une autre équipe a utilisé notre méthode pour l'appliquer, avec succès, au cas du téléphone portable. La longueur d'onde du rayonnement émis par les deux objets est similaire. Ce qui varie beaucoup c'est l'intensité. Mais les mobiles, on le sait, induisent un réchauffement local du cerveau, près de l'oreille.»*

Autre exemple : lorsqu'il était encore aux Etats-Unis, il a collaboré à une étude mandatée par une compagnie proche

du Département de la défense. Il s'agissait de créer un espace ouvert dans lequel on peut s'entendre facilement, au milieu d'un brouhaha ambiant assez fort. Un petit espace où le son extérieur ne pénètre pas ou, plutôt, est annihilé. Les scientifiques ont accompli leur mission du point de vue mathématique et l'ont mis en œuvre avec des haut-parleurs produisant exactement le même son que celui du bruit extérieur mais décalé d'une demi-longueur d'onde dans le temps, ce qui permet, en les additionnant, de les réduire tous les deux au silence. Même s'il

n'a jamais su quelle suite a été donnée à son travail, Martin Gander a vite compris que la vraie motivation des militaires était de trouver un moyen permettant aux conducteurs des gros véhicules tout-terrain tels que les Hummer de continuer à communiquer alors même que la guerre fait rage tout autour d'eux. L'idée a néanmoins trouvé son chemin dans la vie civile puisqu'on trouve aujourd'hui des casques audio munis d'un tel dispositif visant à éliminer les nuisances sonores pouvant interférer avec l'écoute de la musique.

## «MA VIE PROFESSIONNELLE ALTERNE SANS CESSE ENTRE LE MONDE CONTINU ET LE MONDE DISCRET»



# « MOURIR EST UNE PERTE. VIVRE TROP LONGTEMPS AUSSI »

**EZEKIEL EMANUEL,**

DIRECTEUR DU  
DÉPARTEMENT  
D'ÉTHIQUE MÉDICALE  
ET DES POLITIQUES DE  
SANTÉ À L'UNIVERSITÉ  
DE PENNSYLVANIE, A  
DÉCIDÉ DE RENONCER  
À TOUTE ACTION  
MÉDICALE VISANT À  
PROLONGER SA VIE  
AU-DELÀ DE 75 ANS.  
ENTRETIEN

**Q**uand et comment mourir? C'est cette question fondamentale que l'oncologue et philosophe américain Ezekiel Emanuel a décidé de traiter de façon provocante dans un article paru dans la revue *The Atlantic* sous le titre *Why I hope to die at 75 (Pourquoi j'espère mourir à 75 ans)*. Directeur du Département d'éthique médicale et des politiques de santé à l'Université de Pennsylvanie et ancien conseiller spécial pour la politique de santé à la Maison-Blanche, il est venu préciser sa pensée lors d'une conférence publique donnée à l'Université de Genève au printemps.

**Campus :** Lorsque vous aurez 75 ans, que ferez-vous pour préserver votre santé?

**Ezekiel Emanuel :** A partir de cet âge, je refuserai les médications, les interventions et examens médicaux dont l'objectif consisterait à prolonger ma vie. Je continuerai à accepter des traitements visant à réduire d'éventuelles souffrances, mais c'est tout. Concrètement, si je brise ma hanche, j'accepterai qu'on me la répare. En revanche, en cas de cancer, je ne prendrai pas de chimiothérapie et si j'attrape une pneumonie, je déclinerai les antibiotiques. Quand j'étais interne à l'hôpital, j'ai passé beaucoup de temps à maintenir en vie à coups d'antibiotiques de vieilles personnes ayant contracté cette maladie. Je ne souhaite pas vivre la même chose.

**Etes-vous conscient que ce choix peut choquer alors que beaucoup d'efforts sont déployés pour prolonger la vie?**

Il s'agit d'une question existentielle. Veut-on vivre plus longtemps ou veut-on vivre mieux?

Si le choix est posé de cette manière, je suppose que la plupart des gens opteront, comme moi, pour la seconde possibilité, à savoir plus de qualité de vie plutôt que plus de quantité de vie. Pourtant, aux Etats-Unis, et probablement aussi dans les autres pays occidentaux, l'allongement continual de l'espérance de vie (qui dépasse désormais les 80 ans) est perçu comme une bonne chose. Il existe dans mon pays un spécimen assez répandu que

**JE ME BATS CONTRE  
L'« AMÉRICAIN  
IMMORTEL » QUI PREND  
DES PILULES ET DE  
LA NOURRITURE ANTI-  
ÂGE TOUS LES JOURS  
ET FAIT DE L'EXERCICE  
PHYSIQUE SANS FIN**

j'appelle l'« Américain immortel ». Il a plus de 65 ans, prend des pilules et de la nourriture anti-âge tous les jours et fait de l'exercice physique sans fin. Il tente à tout prix de correspondre à l'image que l'on diffuse dans la presse à travers des articles sur les personnes âgées en pleine forme et très actives ou encore des publicités de l'Association américaine des retraités qui vante les bénéfices d'une vie longue et pleine de loisirs. On trouve des livres (des best-sellers) qui promettent des recettes pour vivre jusqu'à 110 ans. Vivre le plus longtemps possible est



AFP

devenu une obsession, une idéologie contre laquelle je me bats. Car ces images idéalisées de la vieillesse ne correspondent pas à la réalité. En fait, plus on vieillit, moins on a de chances de vivre une vie de qualité.

#### **Qu'est-ce qu'une vie de qualité?**

Il s'agit d'une vie qui a du sens. Selon moi, cela nécessite au moins trois ingrédients de base : un travail satisfaisant, des relations sociales ainsi qu'une certaine dose de loisirs. Ces derniers ne sont pas indispensables, mais ils rendent la vie plus riche. Seulement, pour rassembler ces trois ingrédients, il faut disposer d'un minimum de capacités physiques et mentales. La vieillesse se caractérise malheureusement par l'apparition et/ou l'aggravation d'infirmités de toutes sortes : perte de la mobilité et des facultés mentales, augmentation du nombre de cas de démence et de la morbidité, chute de la

créativité. Et c'est précisément autour de 75 ans, en moyenne, que la situation se dégrade sur tous ces fronts en même temps.

#### **Pouvez-vous préciser ?**

Prenez le nombre de nouveaux cas de maladie d'Alzheimer. La courbe se met à grimper de manière très brutale vers 75 ans. Autre exemple : dans les années 1980, le chercheur américain James Fries a prédit, pour les décennies qui allaient suivre, la « compression de la morbidité ». Selon lui, la population, en vieillissant, deviendrait plus saine, qu'avoir 75 ans correspondrait à la cinquantaine d'autrefois, que les maladies apparaîtraient plus tard, etc. En réalité, c'est le contraire qui est arrivé. L'espérance de vie a certes augmenté en moyenne de trois mois par année. Mais dans ce nombre il y a aussi des mois supplémentaires vécus avec une maladie ou une infirmité. Une étude a montré

qu'en 1998, 28 % des Américains de plus de 80 ans vivaient avec une limitation fonctionnelle, c'est-à-dire qu'ils ne pouvaient pas marcher un demi-kilomètre, monter dix marches ou encore s'agenouiller sans équipement spécial. Ce chiffre a bondi à 42 % en 2006. Des vies ont été sauvées au cours de ces vingt ans, mais elles se sont traduites par un plus grand nombre de survivants de maladies cardiovasculaires, cérébrales et autres, avec les séquelles qui les accompagnent. Il est très intéressant de remarquer que, dans le portrait de l'Américain immortel, il n'est jamais question de ces millions de personnes âgées confinées dans des établissements de soin ou à leur domicile, incapables de s'occuper d'elles-mêmes. Bien sûr, personne ne souhaite finir ainsi. Pourtant, nous serons bien plus nombreux à partager ce sort qu'à vivre en pleine forme jusqu'à 90, 100 ou 110 ans.

**Selon vous, la créativité est également importante en termes de qualité de vie ?**

Je ne conçois pas de vie satisfaisante sans un travail ayant du sens et un travail n'a de sens que si l'on peut l'exercer avec créativité. Je ne parle pas seulement des intellectuels ou des artistes, chez qui cet aspect est le plus visible, mais bien de tous les métiers, qu'il s'agisse d'enseignants, de charpentiers, d'ouvriers, etc. Selon plusieurs études sur le sujet, il se trouve que l'on est au maximum de notre créativité vers 45 ans. Après cet âge, c'est le déclin. Et vers 75 ans, on ne fait plus grand-chose de neuf.

**Il existe des exceptions pourtant...**

Bien sûr, je parle de moyennes. Giuseppe Verdi a composé l'opéra *Falstaff* alors qu'il avait 80 ans. Goethe a écrit la deuxième partie de *Faust* – la meilleure – à 82 ans. J'ai moi-même un collègue, économiste de la santé, qui vient de fêter ses 90 ans et avec lequel j'ai encore publié un article récemment. Mais, regardez autour de vous : ce sont des exceptions. Et nous ne pouvons pas tous être des exceptions.

**Mais de plus en plus de personnes vivent au-delà de 75 ans sans être malheureuses pour autant...**

Il existe en effet des études sur le bonheur et il se trouve que les personnes de plus de 80 ans se révèlent être, parmi toutes les tranches d'âge, celles qui se qualifient elles-mêmes de plus heureuses. Mais ces recherches sont biaisées notamment par le fait qu'elles ne tiennent pas compte de toutes les personnes qui ne sont pas capables de répondre aux questionnaires. Et que font ces personnes âgées heureuses de leur temps ? Elles n'ont, dans la majorité des cas, plus de travail et les relations sociales s'amenuisent parce que les proches décèdent. Il ne reste que les loisirs. A mon sens, une telle vie est creuse. Et si, en plus, vous commencez à être limité physiquement ou mentalement, vous courrez le risque de devenir un fardeau pour votre entourage. Les chances

de vivre jusqu'à 90 ans, de conserver un travail, des relations sociales et des loisirs satisfaisants tout en étant en pleine forme physique et mentale sont très minces. Mourir est une perte, c'est vrai. Mais vivre trop longtemps en est une aussi.

**Cela dit, même si vous renoncez aux soins destinés à prolonger votre vie au-delà de 75 ans, il n'est pas dit que vous mourrez à cet âge. Vous pourriez tenir jusqu'à 90 ans, qui sait ?**

En effet. Je n'espère pas mourir à 75 ans, d'ailleurs. Le titre de mon article paru dans *The Atlantic* a été choisi par l'éditeur et il ne traduit pas exactement ma pensée. Ce que je voulais dire avec cet article, c'est que j'espère mourir avant d'être trop limité physiquement ou mentalement. Je ne sais pas quand cela surviendra.

## **« JE SUIS CONTRE L'ASSISTANCE AU SUICIDE ET L'EUTHANASIE DEPUIS TRÈS LONGTEMPS »**

**Que pensez-vous de l'assistance au suicide ?**  
Je suis contre l'assistance au suicide et l'euthanasie depuis très longtemps. Nous disposons de beaucoup de données sur ce sujet. Je ne connais pas la situation en Suisse mais j'ai bien étudié celle des Pays-Bas. Il en ressort d'abord que les gens qui font appel à ces procédures ne sont le plus souvent pas ceux auxquels on pense, c'est-à-dire des patients avec un cancer en phase terminale ou une autre maladie incurable. Il s'agit en général de personnes dépressives, désespérées et je ne crois pas que la bonne réponse à

leur problème soit de les tuer. Ensuite, contrairement à ce qu'imagine la population en général, l'acte du suicide assisté ou de l'euthanasie n'est jamais totalement fiable. Aux Pays-Bas, dans 20 à 25 % des cas, il y a des problèmes. Il n'existe aucune procédure médicale – et cela vaut aussi pour les médecins – qui soit exempte de toute complication. Je ne pense pas que la Suisse fasse exception. Et puis il y a l'effet de la pente glissante. Au début, toute nouvelle procédure médicale ne s'adresse qu'à une petite catégorie de patients avant de s'élargir progressivement à une population plus large. Aux Pays-Bas et en Belgique, on inclut déjà les adolescents dans les programmes d'euthanasie. Je ne crois pas que cela soit acceptable. Enfin, l'assistance au suicide et l'euthanasie ne concernent au maximum que 3 % des personnes en fin de vie aux Pays-Bas et en Belgique et seulement 0,1 % dans l'Etat d'Oregon et en Suisse. Ce n'est pas en se concentrant sur cette petite proportion de la population que l'on peut prétendre prendre soin de l'ensemble des gens qui sont sur le point de mourir.

**Vous avez participé à la réforme du système de santé des Etats-Unis, surnommé Obamacare et entrée en vigueur en 2013. Etes vous satisfait du résultat ?**

La loi est meilleure que ce que quiconque pouvait espérer. En démocratie, aucune loi n'est parfaite, cependant. Elle est toujours le fruit d'un consensus. L'Obamacare a des défauts mais, malgré cela, il a remporté un grand succès. Grâce à lui, 16 millions de personnes ont pu contracter une assurance maladie, le système de santé a vu sa qualité augmenter, les coûts diminuer, le contrôle s'améliorer et de nombreuses innovations se mettre en place. Je suis fier d'y avoir contribué.

Propos recueillis par Anton Vos



# À TRAVERS LE CHAMP DE LAVE DU HOLUHRAUN

**ON ARRIVE** MIEUX À PRÉVOIR LE DÉBUT D'UNE ÉRUPTION DE LAVE FLUIDE QUE SA FIN. LUCA CARICCHI S'EST RENDU EN ISLANDE SUR LES LIEUX D'UNE ÉRUPTION RÉCENTE POUR TENTER DE COMBLER CETTE LACUNE

«

Surtout, ne pas tomber.» Luca Caricchi, professeur assistant au Département des sciences de la Terre (Faculté des sciences), sait très bien ce qu'il peut en coûter de trébucher sur un champ de lave fraîchement solidifié. Celui qu'il arpente en ce mois de septembre est issu de l'éruption du volcan islandais Holuhraun qui a duré d'août 2014 à février 2015. Et en cas de chute, les aspérités du sol, coupantes comme des éclats de verre, pourraient lui labourer les bras et les mains à travers ses habits, un traitement radical qu'il a déjà subi une fois sur les pentes de l'Etna, en Sicile. Pour l'heure, le géologue genevois avance avec précaution dans un paysage islandais purement minéral, balayé par une tempête de sable qui lui griffe la peau du visage et lui pique les yeux. Il est accompagné de ses collègues Laura Pioli et Guy Simpson, tous deux chercheurs au sein du même Département, ainsi que d'une équipe de la Radio-Télévision suisse (RTS) qui réalise

un reportage sur son périple. Son objectif: collecter des échantillons de lave dont l'analyse doit lui permettre, espère-t-il, de prédire la durée d'un certain type d'éruptions.

«Curieusement, on sait aujourd'hui mieux prévoir quand commencent les éruptions dites

**LE GÉOLOGUE FRAPPE  
LE SOL AVEC UN  
MARTEAU ET S'ASSURE  
QUE LES COUPS NE  
RENDENT PAS UN SON  
CREUX, TRAHISSANT  
LA PRÉSENCE D'UNE  
CREVASSÉ**

*effusives, caractérisées par l'émission de laves fluides, que quand elles se terminent, explique Luca Caricchi. Connaitre la durée d'un tel événement, qui peut se prolonger sur des mois, serait*



CHAMP DE LAVE DE  
HOLUHRAUN AVEC  
LE CRATÈRE (À DROITE)  
FORMÉ DURANT  
L'ÉRUPTION.

LUCA CARICCHI

cependant très utile à la prise de décision, notamment lorsqu'il s'agit d'évacuer ou non des zones habitées situées à proximité.»

Evitant sur un terrain très inégal, le géologue genevois frappe le sol devant lui avec un marteau et tend l'oreille pour s'assurer que les coups ne rendent pas un son creux, trahissant la présence d'une crevasse sous une mince couche de roche qui pourrait l'avaler s'il s'aventurait à poser un pied dessus.

Au fur et à mesure de l'éruption, certaines couches de roche en fusion ont en effet creusé des tunnels – parfois longs de plusieurs centaines de mètres – sous de la lave déjà solidifiée issue des premières coulées. Ces fleuves de magma souterrains ont ainsi façonné, par érosion, des cavités qui s'effondrent avec le temps mais qui, pour l'heure, minent encore un terrain fragile – et tranchant – comme du verre. D'ailleurs, même six mois après la fin de l'activité volcanique, de nombreuses fumerolles de vapeur à plus de 60 °C s'échappent du champ de lave. Celui-ci mettra encore des mois, voire des années avant de se refroidir totalement.

«Les coulées ont recouvert une rivière qui s'écoule maintenant en dessous, raconte Luca Caricchi.

*L'eau qui surgit du champ de lave, en aval, atteint les 30-35 °C. Nous nous y sommes baignés. D'ailleurs, des bus entiers venus de Myvatn, un lac plus au nord, apportent des touristes pour profiter de l'aubaine.»*

Née sur la dorsale médio-atlantique, là où les plaques eurasienne et nord-américaine se séparent, et située, qui plus est, au-dessus d'un point chaud, l'Islande est habituée aux manifestations agréables et moins agréables du volcanisme actif. La chaleur remontée des profondeurs de la Terre permet de chauffer les habitations, les serres et les bains thermaux et de produire de l'électricité. Les éruptions, elles, sont souvent plus problématiques, comme celle d'Eyjafallajökull qui a provoqué un chaos aéronautique de plusieurs jours dans le ciel du nord de l'Europe en 2010.

L'événement qui a attiré Luca Caricchi en Islande a, quant à lui, causé moins de soucis aux avions de ligne mais a été d'une plus grande ampleur. Les prémisses de l'éruption de Holuhraun remontent à 2005 avec une augmentation régulière de l'activité sismique dans la région de la caldera de Bardarbunga, située dans le centre de l'île, sous la partie nord-ouest



STEPMAP

## Situation

L'Islande est un pays insulaire situé juste au sud du cercle polaire, entre le Groenland et la Norvège.

**Superficie:** 103 125 km<sup>2</sup>

**Population:** 330 000 hab.

**Volcans:** l'île compte plus de 200 cratères dont environ 130 volcans actifs. Seuls quelques-uns d'entre eux connaissent des éruptions à un rythme régulier. Une vingtaine sont entrés en éruption depuis la colonisation de l'île vers 900.



du Vatnajökull, la plus grande calotte glaciaire du pays. Après plusieurs années sans évolution, les choses se corsent à partir du 16 août 2014 lorsqu'une série de tremblements de terre, correspondant à l'ouverture d'une fracture importante dans le sous-sol, commence subitement à se propager à une vitesse d'environ 1 km par jour, d'abord vers le sud-est avant de dévier abruptement vers le nord-est. C'est le magma qui s'ouvre un chemin vers la surface mais qui, pour des raisons inconnues, commence par se déplacer horizontalement. Le 29 août, après 40 km de migration souterraine, la roche en fusion perce enfin la croûte terrestre juste au nord de la calotte glaciaire, dans la plaine de Holuhraun.

C'est une fissure de plus d'un kilomètre de long qui s'ouvre, d'où jaillissent des fontaines de lave formant un immense mur rouge. Durant six mois, environ 1,5 km<sup>3</sup> de matériel volcanique est éjecté et la lave qui s'écoule recouvre finalement une surface de 90 km<sup>2</sup>. Il s'agit de la plus grande éruption d'Islande depuis celle de Laki en 1783, qui a perturbé l'agriculture et provoqué des cas de famine jusqu'en Europe. Elle compte aussi parmi les plus toxiques puisqu'elle a envoyé dans l'atmosphère la même quantité d'oxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) que ce que l'activité humaine a produit en Europe au cours de l'année 2011. Conséquence : les habitants de Reykjavik, pourtant située à 200 km de là, ont dû se calfeutrer chez eux les jours de vent d'est. Et des mesures effectuées à Vienne ont dépassé les normes de qualité de l'air durant plusieurs jours.

«Depuis la fin de l'éruption, ces effluves ont beaucoup diminué, note Luca Caricchi. Il n'y a plus de danger d'empoisonnement aujourd'hui. D'ailleurs,

## UNE FISSURE DE PLUS D'UN KILOMÈTRE DE LONG S'OUVRE, D'OÙ JAIILLISSENT DES FONTAINES DE LAVE

*une piste a été aménagée, ce qui nous a permis d'arriver avec notre véhicule tout-terrain jusqu'aux abords du champ de lave. Nous avons commencé par aller visiter à pied la fissure dont les flancs sortis de terre culminent à plus de 40 m. En raison de la difficulté du relief, nous avons parcouru 300 m en une heure.»*

Durant trois jours, les géologues, interrompus quelquefois par des interviews données à l'équipe de la RTS, ont ensuite ramassé des échantillons de lave en des endroits stratégiques, généralement en marge de l'immense champ de lave. Leur collection a été complétée par des géologues de l'Université de Reykjavik qui ont procédé à des prélèvements au cours des premières semaines, au plus chaud de l'action. Il faut dire que l'éruption du Holuhraun a été suivie dans ses moindres détails, notamment par des images satellites qui ont photographié, mois après mois, l'avancée des coulées successives. Du coup, les chercheurs genevois ont pu déduire au mois près l'âge de chaque échantillon de lave (le moment où il a été éjecté du volcan, plus précisément) grâce à sa position géographique exacte. Une information qui n'aurait pas pu être obtenue par les techniques

de datation habituelles mais qui est essentielle pour la bonne marche de l'expérience imaginée par Luca Caricchi.

L'idée est la suivante : lors d'une éruption volcanique, la chambre magmatique se vide petit à petit, ce qui conduit à une – relative – diminution de la température de la lave. Plus la chambre est petite et les émissions importantes, plus cette température baissera vite. Or, la composition chimique du magma varie en fonction de sa température selon une relation que les géologues connaissent bien.

L'analyse chimique des échantillons de lave, dont on connaît l'âge de manière très précise, devrait donc permettre de reconstruire l'histoire thermique de la chambre magmatique du début à la fin de l'éruption. Connaissant également la quantité de matériel volcanique éjecté, et grâce à des modélisations thermiques par ordinateur, les géologues devraient pouvoir en déduire la taille de la chambre et savoir à partir de quel taux de remplissage l'éruption s'épuise.

«A ma connaissance, cette hypothèse, qui consiste à lier la variation de la composition chimique de la lave à la durée de l'éruption, n'a encore jamais été testée, souligne Luca Caricchi. Le cas du Holuhraun est unique parce que l'éruption s'est déroulée dans les conditions les plus contrôlées que l'on puisse espérer. Si notre idée est bonne, nous devrions donc obtenir des courbes bien calibrées. L'objectif consiste ensuite à les appliquer sur d'autres volcans en activité. En prélevant et en analysant rapidement des échantillons au cours des premières semaines d'une éruption, on sera alors peut-être en mesure, selon la forme de la courbe obtenue, de prévoir sa fin.»

Anton Vos

- 1751 : NAISSANCE À GENÈVE
- 1773 : AGRÉGATION AU COLLÈGE DES CHIRURGIENS DE GENÈVE
- 1774 : SÉJOUR À PARIS
- 1775 : OBTIENT LE TITRE DE DOCTEUR EN CHIRURGIE
- 1776 : OBTIENT LA BOURGEOISIE DE GENÈVE
- 1797 : PUBLICATION DU MÉMOIRE SUR LES GAZ DU CORPS HUMAIN
- 1794 : EXPÉRIENCE SUR L'OUÏE DES CHAUVES-SOURIS
- 1802 : TITULAIRE DE LA CHAIRE D'ANATOMIE ET DE CHIRURGIE DE L'ACADEMIE DE GENÈVE
- 1807 : FONDATION DE L'HOSPICE DE LA MATURENITÉ, SUICIDE D'ANDRÉ JURINE À PARIS
- 1809 : TITULAIRE DE LA CHAIRE DE ZOOLOGIE DE L'ACADEMIE DE GENÈVE
- 1812 : MÉMOIRE SUR LE CROUP, DÉCÈS DE SON ÉPOUSE ET DE SA FILLE
- 1815 : PUBLICATION DU MÉMOIRE SUR L'ANGINE DE POITRINE
- 1819 : DÉCÈS À GENÈVE DES SUITES D'UNE ANGINE DE POITRINE
- 1820 : PUBLICATION DE L'« HISTOIRE DES MONOCLES QUI SE TROUVENT AUX ENVIRONS DE GENÈVE »
- 1825 : PUBLICATION DE L'« HISTOIRE ABRÉGÉE DES POISSONS DU LAC LÉMAN »
- 1830 : PUBLICATION PARTIELLE DU MÉMOIRE SUR L'ALLAITEMENT ARTIFICIEL

# LOUIS JURINE, ENTRE OMBRE ET LUMIÈRE

**CONSIDÉRÉ** COMME L'UN DES MEILLEURS CHIRURGIENS D'EUROPE VERS 1800, LOUIS JURINE A RAPIDEMENT DISPARU DE L'HISTORIOGRAPHIE MALGRÉ QUELQUES DÉCOUVERTES DE PREMIER PLAN, COMME CELLE DU « 6<sup>E</sup> SENS » DES CHAUVES-SOURIS

**E**n 1940, les zoologues américains Donald Griffin et Robert Galambos parviennent à démontrer que les chauves-souris utilisent les renseignements fournis par la réflexion des sons vocaux émis lors du vol, pour éviter les obstacles. Ce phénomène, appelé écho-localisation, a pourtant été découvert près d'un demi-siècle auparavant par un chirurgien genevois, tombé depuis dans l'oubli. Une amnésie d'autant plus étrange que l'orientation des chiroptères n'est de loin pas le seul domaine dans lequel Louis Jurine s'est distingué de son vivant. Cité par Stendhal, pressenti par Napoléon pour devenir le médecin de la famille impériale, il a également été un naturaliste renommé tout en enseignant l'anatomie et la zoologie au sein de l'Académie. Portrait.

**Success story** Né en 1751, dans une société encore fortement corsetée, Louis Jurine n'est pas prédestiné à devenir un chercheur de premier plan et à se faire un nom dans l'Europe entière. Fils d'un tisserand lyonnais installé depuis peu à Genève, il appartient en effet par sa naissance à la catégorie des Natifs, tout comme son ami le pharmacien Henri-Albert Gosse (lire *Campus* 118), ce qui en fait un citoyen de seconde zone privé de droits politiques et de l'accès à certaines professions. Son ambition et des dispositions évidentes pour la science lui permettront pourtant de transpercer rapidement le plafond de l'ascenseur social. Après avoir intégré l'Auditoire des Belles-Lettres de l'Académie en 1767, il semble que

Louis Jurine s'oriente, à partir de 1769 vers l'«art de guérir», en devenant aide chez un chirurgien. Quatre ans plus tard, il passe avec succès les épreuves imposées par la Faculté de médecine de Genève qui lui confère la maîtrise de chirurgie. Grâce à la dot de sa femme, Anne-Esther Favre, il gagne ensuite Paris, où il obtient le titre de docteur en chirurgie. Revenu à Genève, il acquiert la bourgeoisie de la ville, ce qui lui permet d'être nommé au sein de l'Hôpital général en 1781.

La « Success story » ne s'arrête pas là. Dans les décennies qui suivent, Jurine remporte conséutivement trois médailles d'or de la Société de médecine de Paris pour ses travaux sur les gaz du corps humain (1787), l'allaitement artificiel (1788) et l'angine de poitrine. Enfin, en 1812, il décroche le grand prix instauré par Napoléon I<sup>er</sup> avec son mémoire sur le croup (ou laryngo-trachéo-bronchite) et il se voit proposé le très prestigieux poste de médecin-consultant de la famille impériale. Ne voulant, de son propre aveu, pas devenir courtisan et n'en ayant pas besoin, il décline l'offre malgré le très fort appointement promis.

**Poissons et monocles** Dans l'intervalle, Louis Jurine se voit confier la toute nouvelle chaire en anatomie comparée et en chirurgie de l'Académie, puis celle de zoologie, qu'il occupe de manière sporadique entre 1809 et 1819. Le triomphe semble alors complet. Et ce d'autant que l'art de guérir n'est pas la seule corde à son arc. Féru de sciences naturelles – il a constitué d'imposantes collections de minéraux,



CENTRE D'ICONOGRAPHIE GENEVOISE/BGE

d'insectes et d'oiseaux, dont quelques pièces sont aujourd'hui visibles au Musée d'histoire naturelle –, ses travaux de naturaliste sont cités aux quatre coins de l'Europe savante depuis le tournant du siècle. Parmi ceux-ci, on retiendra notamment une nouvelle classification des hyménoptères, une vaste étude sur les monocles (une forme de zooplankton lacustre), une histoire des poissons du Léman, qui constitue l'un des premiers travaux consacrés à l'étude de la faune piscicole du lac traitant le sujet de façon rigoureuse et méthodique, ainsi que les fameuses expériences sur l'orientation des chauves-souris, à qui il est le premier à attribuer ce sixième sens qu'on appelle aujourd'hui écholocalisation.

Fin 1812, pourtant, le cœur n'y est plus vraiment. En cinq semaines, le savant Genevois a en effet perdu son épouse et sa fille Christine, dont il avait fait une de ses plus proches collaboratrices, notamment pour ses talents de dessinatrice. Un double décès qui vient s'ajouter au suicide de son second fils, André, survenu en 1807, à l'aube d'une carrière scientifique qui s'annonçait prometteuse. Ces tragédies personnelles n'expliquent toutefois pas pourquoi la mémoire de Louis Jurine, encensé par des personnalités telles que Mme de Staël ou la femme de lettres danoise Friederike Brun, et dont la notoriété est saluée par Stendhal lui-même dans son *Voyage en France*, n'a pas survécu au XIX<sup>e</sup> siècle.

**Fin de cycle** Pour comprendre cette subite disparition des tables historiques, plusieurs éléments peuvent être avancés. Le premier tient sans doute au fait qu'une grande partie des travaux de Jurine ont été publiés tardivement ou à titre posthume. Le second est lié au scepticisme de certains grands noms de la science vis-à-vis des conclusions de Jurine. Pour ce qui est des chauves-souris, par exemple, la thèse du chirurgien, pourtant exacte, ne convainc ni Jean Senebier, ni Louis Odier, ni Horace-Bénédict de Saussure, tous trois très influents dans la petite ville du bout du lac. Figurant parmi les pères fondateurs de l'anatomie comparée moderne, le Français Georges Cuvier n'y croit pas davantage. Enfin, la postérité des travaux de Jurine a probablement également souffert de la formidable accélération que connaît la science au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. «*Jurine se situe à un moment où les sciences naturelles arrivent à la fin d'un cycle avant de se transformer radicalement*,» confirme Marc Ratcliff, maître d'enseignement et de recherche au sein de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation et coauteur d'un ouvrage collectif consacré à Louis Jurine\*. Premièrement, les lieux de la science se renouvellent. A partir de 1820, c'est l'Allemagne et non plus seulement la France qui donne le ton dans le domaine qui est celui de Jurine, à savoir la physiologie et la médecine. La même époque voit par ailleurs apparaître des innovations technologiques extrêmement importantes, comme le microscope standardisé qui facilite considérablement la reproduction de l'expérience et qui vont radicalement transformer la façon dont on fait de la science. Sur un plan plus local, l'école naturaliste genevoise connaît, elle aussi, d'importantes transformations à partir des années 1820 avec le passage d'une tradition essentiellement expérimentale à une science qui, avec le retour de Candolle à Genève, est fondée sur une approche résolument systématique. Ce changement de paradigme progressif va conduire les historiens des sciences à négliger les auteurs qui, comme Jurine, n'entrent pas dans ce cadre.»

Vincent Monnet

\* Louis Jurine. Chirurgien et naturaliste (1751-1819), par Vincent Barras, René Sigrist et Marc Ratcliff, éd Georg, 494 p.

# À LIRE

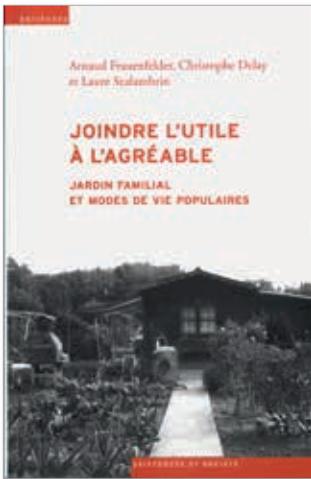
## DES SOCIOLOGUES AU JARDIN

Créés dans la seconde partie du XIX<sup>e</sup> siècle, les jardins ouvriers avaient pour vocation première d'encadrer la «masse flottante dangereuse» que constituaient alors aux yeux des pouvoirs publics les très nombreux paysans migrant vers les villes pour y tenter leur chance. Depuis, la fonction de ces espaces conciliant potager et abri a beaucoup évolué. Lieu d'agrément à partir des années 1960, époque qui voit des chalets relativement élaborés succéder aux constructions de bric et de broc qui dominaient jusque-là, ces jardins sont aujourd'hui revêtus d'une fonction urbanistique et environnementale. Mais qu'en disent ceux qui les utilisent aujourd'hui? Basée sur une série d'entretiens réalisés *in situ* afin de comprendre comment ces espaces sont investis pratiquement et symboliquement, la présente étude montre que les jardins familiaux charrent toute une série de

représentations et de comportements qui vont bien au-delà de la passion pour la culture des petits pois. Reflétant un mode de vie caractérisé par des pratiques d'autoconsommation, un certain rapport à la propriété – les jardins étant perçus comme un «entre soi protecteur» – le goût pour des loisirs modestes, ils permettent en effet à des individus le plus souvent soumis à des formes de domination multiples dans leur vie quotidienne de conférer un supplément de sens à leur existence. Ils jouent par ailleurs un rôle qui peut s'avérer considérable en termes de réputation et de statut social, même si, comme le soulignent les auteurs, le regard porté sur ces lieux varie fortement selon les utilisateurs concernés.

Enfin, les jardins familiaux constituent également un champ d'étude relativement peu défriché qui permet de revisiter la perception du «populaire» dans nos sociétés, en mettant notamment en évidence le poids tant démographique que culturel que le phénomène de la migration joue dans la dynamique évolutive des classes dites «populaires». VM

**«JOINDRE L'UTILE À L'AGRÉABLE. JARDIN FAMILIAL ET MODES DE VIE POPULAIRES»**,  
PAR ARNAUD FRAUENFELDER, CHRISTOPHE DELAY ET LAURE SCALAMBRIN, ÉD. ANTIPODES, 239 P.



## LA FINANCE ET LE «JUSTE PRIX»

En mettant en évidence la fragilité du secteur financier mondial, le séisme provoqué en 2008 par la crise des *subprimes* a créé un choc suffisamment fort pour permettre une ouverture timide du monde de la finance aux objectifs du développement durable. Une évolution dont témoigne notamment la montée en puissance des investissements socialement responsables qui, dans le domaine de la gestion de fortune, font aujourd'hui partie des stratégies courantes de diversification des portefeuilles. Aux yeux de Beat Bürgenmeier, professeur honoraire de la Faculté d'économie et de management, c'est pourtant loin d'être suffisant. Passer de ce qui est encore une simple forme de «marketing éthique» à un changement en profondeur des comportements implique en effet, selon lui, un certain nombre de réformes sur le plan de la régulation. Un train de mesures visant notamment à changer les techniques et les mentalités des analystes financiers, à mettre en place une réforme de l'évaluation des entreprises et à promouvoir les investissements socialement responsables de manière systématique. Compte tenu des résistances et du scepticisme qu'une telle approche suscite dans le monde économique, la mise en place d'un système financier réellement participatif n'est toutefois envisageable que moyennant l'implication de la société civile, dans la mesure où le débat porte sur une question philosophique qui, au final, contraint chaque individu à se positionner entre deux choix inconciliables: celui du profit à brève échéance et celui d'une meilleure qualité de vie. VM

**«FINANCE VERTE. MARKETING OU RÉVOLUTION?»** PAR BEAT BÜRGENMEIER, PPUR, 255 P.



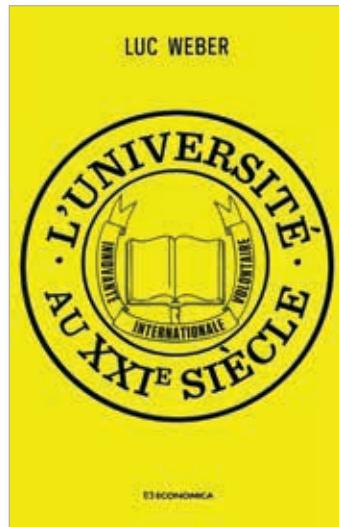
# L'UNIVERSITÉ FACE AUX DÉFIS DE DEMAIN

Innovation, internationalisation et volontarisme: tels devraient être les mots d'ordre de l'université du XXI<sup>e</sup> siècle. C'est du moins l'idée que défend Luc Weber, professeur honoraire et recteur émérite de l'UNIGE, dans ce court essai en forme de programme. S'appuyant sur sa fine connaissance de l'économie et du monde académique international, Luc Weber commence par montrer comment les transformations et les mutations qui

marquent le monde depuis quelques décennies constituent un double défi qui prend les institutions universitaires en tenaille. D'une part, l'accélération du progrès scientifique et technique couplée à une concurrence croissante condamnent en effet les universités à se transformer rapidement et en profondeur si elles entendent maintenir leur position dominante sur le marché de l'enseignement supérieur et de la recherche. De l'autre, ces mêmes universités doivent trouver le moyen de faire mieux avec moins compte tenu du désengagement progressif des pouvoirs publics.

Pour réaliser la quadrature du cercle, Luc Weber insiste non seulement sur la nécessité de communiquer mieux et plus, tant à l'interne qu'à l'externe, mais également sur l'importance d'un système de gouvernance efficace et déterminé. Un leadership qui soit à la fois capable de s'engager fermement sur la voie d'une internationalisation des ressources humaines tout en étant capable de sacrifier des activités ayant perdu en importance avec le temps. **VM**

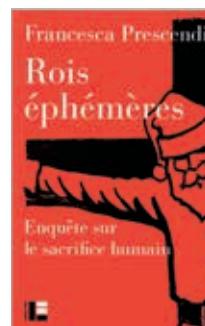
«L'UNIVERSITÉ AU XXI<sup>E</sup> SIÈCLE», PAR LUC WEBER, ÉD. ECONOMICA, 166 P.



## VOYAGE DANS L'ESPACE

Partant du principe qu'aucune réalité sociale n'existe indépendamment de l'espace concret dans lequel elle se déploie, Bernard Debarbieux scrute dans cet ouvrage nos constructions imaginaires, portant un regard original et éclairant sur les sociétés modernes.

«L'ESPACE IMAGINAIRE. ESSAIS ET DÉTOURS», PAR BERNARD DEBARBIEUX, CNRS ÉDITIONS, 306 P.



## LE SACRIFICE DU PÈRE NOËL

Le «Père Noël supplicié» de Lévi Strauss, le «Rameau d'or» de James George Frazer et un manuscrit du IV<sup>e</sup> siècle se croisent dans cette enquête qui dément le caractère sanglant de la fête romaine des Saturnales.

«ROIS ÉPHÉMÈRES. EN- QUÊTE SUR LE SACRIFICE HUMAIN», PAR FRANCESCA PRESCENDI, ÉD. LABOR ET FIDES, 198 P.



## AU THÉÂTRE CE SOIR

Au-delà des mythes qui entourent le sujet, cet ouvrage tiré d'un mémoire de maîtrise soutenu en 2012 à la Faculté des lettres, interroge le statut de la comédie et des spectacles à Genève, de l'époque de Calvin à celle de Rousseau.

«LE THÉÂTRE INTERDIT? LES RÉGLEMENTATIONS DES SPECTACLES À GENÈVE ENTRE CALVIN ET ROUSSEAU», PAR XAVIER MICHEL, ÉD. SLATKINE, 179 P.

Eric Fuchs  
Quand l'obligation se noue avec la liberté

## LE SENS, LES NŒUDS ET LA FOI

Dans cet essai, l'éthicien Eric Fuchs met en évidence trois «nœuds de sens» qui traversent le texte biblique, avant de proposer une réflexion permettant de dépasser ces paradoxes apparents.

«QUAND L'OBIGATION SE NOUE AVEC LA LIBERTÉ», PAR ÉRIC FUCHS, ÉD. LABOR ET FIDES, 131 P.

# THÈSES DE DOCTORAT

## DROIT

### CARRON, DJEMILA

L'acte déclencheur d'un conflit armé international  
**Dir. Sassoli, Marco**  
 Th. UNIGE 2015, D. 902 | Web\*: 75120

### BANDLE, ANNE LAURE

«Sleepers»: the sale of misattributed artworks and antiques at auction: under Swiss, English, and United States law  
**Dir. Renold, Marc-André Jean; Flessas, Tatiana**  
 Th. UNIGE 2015, D. 901 | Web\*: 74367

### DURANTE, DANIEL

Le renouvellement des contrats de durée: solutions légales et contractuelles  
**Dir. Marchand, Sylvain**  
 Th. UNIGE 2015, D. 897 | Web\*: 73570

### HAMDAN, EMAN

The principle of non-refoulement under the European convention on human rights and the United Nations convention against torture or cruel, inhuman or degrading treatment or punishment  
**Dir. Hertig Randall, Maya**  
 Th. UNIGE 2015, D. 903 | Web\*: 75456

### KOVACS, ROBERT BENJAMIN

International arbitration and insolvency: towards a transnational approach to their interaction  
**Dir. Kaufmann-Kohler, Gabrielle**  
 Th. UNIGE 2015, D. 899 | Web\*: 74855

## ÉCONOMIE ET MANAGEMENT

### BOUALAM, BRAHIM

Essays on location choice: agglomeration, amenities and housing  
**Dir. Robert-Nicoud, Frédéric**  
 Th. UNIGE 2015, GSEM 12 | Web\*: 75399

### CHANAY, ALAIN

The assessment of real estate risk  
**Dir. Hoesli, Martin E.**  
 Th. UNIGE 2015, GSEM 6 | Web\*: 75667

### RESPEN, JEAN

From packing to dispatching: supply chain optimization techniques  
**Dir. Zufferey, Nicolas**  
 Th. UNIGE 2015, GSEM 10 | Web\*: 73467

### THEVENIN, SIMON

Metaheuristics for constrained production scheduling problems  
**Dir. Zufferey, Nicolas**  
 Th. UNIGE 2015, GSEM 9 | Web\*: 73544

## LETTRES

### BRAZIL, SARAH JANE

Covering and Discovering the Body in medieval theology, drama and literature  
**Dir. Bolens, Guillemette**  
 Th. UNIGE 2015, L. 832 | Web\*: 75845

### BROLLET, PHILIPPE MARIE

Enquête historique sur la fondation du monastère des religieuses cisterciennes de Bellerive: historiographie et archives  
**Dir. Morenzoni, Franco**  
 Th. UNIGE 2015, L. 836 | Web\*: 75833

## SCIENCES DE LA SOCIÉTÉ SCHICKA, MANUELA

### THE INFLUENCE OF CRITICAL LIFE EVENTS AND LIFE TRANSITIONS ON CONJUGAL QUALITY: A CONFIGURATIONAL APPROACH

La qualité des relations de 721 couples en Suisse sur une période de treize ans est au centre d'une thèse doctorale conduite dans le cadre du Pôle de recherche national LIVES. Manuela Schicka y démontre notamment que les couples marqués par un haut degré de fusion résistent mieux aux aléas de la vie. Tandis que les styles d'interaction évoluent très peu au cours de la vie de couple, certaines transitions cependant, et particulièrement le passage à la retraite, ont tendance à entraîner une plus grande fusion. Ce moment du parcours de vie, ainsi que la phase du «nid vide», lorsque les enfants quittent le foyer, apparaissent comme bénéfiques pour la qualité relationnelle du couple. Par contraste, la transition à la parentalité et les problèmes socio-professionnels génèrent plus de conflits et une baisse de satisfaction dans la relation. Quant aux maladies graves et aux accidents, ils n'ont pas d'effet sur la qualité conjugale.

### DIR. WIDMER, ÉRIC

Th. UNIGE 2015, SdS 20 | Web\*: 76710

### BUSSIEN, LORIANE

Méhet-ouret et les sept Propos créateurs  
**Dir. Collombert, Philippe**  
 Th. UNIGE 2015, L. 831 | Web\*: 73290

### DE LISSER, TAMIRAND NNENA

The acquisition of Jamaican Creole: The emergence and transformation of early syntactic systems  
**Dir. Rizzi, Luigi**  
 Th. UNIGE 2015, L. 835 | Web\*: 74228

### HENRI, OCEANE MAUREEN

Théonymes grecs et panthéon égyptien: enquêtes sur les mécanismes de l'interpretatio Graeca  
**Dir. Collombert, Philippe**  
 Th. UNIGE 2015, L. 833 | Web\*: 74346

### PILLET, FABIEN

Vers une esthétique interculturelle de la réception  
**Dir. Winkler, Markus**  
 Th. UNIGE 2015, L. 834 | Web\*: 74331

## MÉDECINE

### ARMENTER DURAN, JULIA

Vissage percutané sous contrôle arthrographique des fractures de MacFarland déplacées: une alternative à la chirurgie ouverte  
**Dir. Ceroni, Dimitri; Lascombes, Pierre François Marie**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. 10761 | Web\*: 73509

### BALAGUE, NICOLAS

La chirurgie plastique après bypass gastrique dans le traitement de l'obésité morbide: une étape nécessaire pour la stabilité du poids corporel à long terme  
**Dir. Pittet Cuenod, Brigitte Maud; Modarressi Ghavami, Seyed Ali**

Th. UNIGE 2015, Méd. 10768 | Web\*: 75166

### BAROUTI, NEDA

L-tryptophane, un nouveau potentiel traitement pour la cicatrisation des plaies via l'activation de la voie AhR  
**Dir. Saurat, Jean-Hilaire**

Th. UNIGE 2015, Méd. 10759 | Web\*: 74199

### BREGUET, ROMAIN

Rôle de la thrombose in situ dans les ischémies aiguës du membre supérieur après injection artérielle accidentelle  
**Dir. Terraz, Sylvain; Becker, Christoph**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. 10774 | Web\*: 75758

### CASINI, ALESSANDRO

Maladies héréditaires du fibrinogène: de la biologie moléculaire à la clinique  
**Dir. De Moerloose, Philippe**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. 10770 | Web\*: 75217

### FRIGERIO, MARTINA

Etude clinique, histopathologique et immunohistochimique de papillomes oraux  
**Dir. Lombardi, Tommaso**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. dent. 732 | Web\*: 74183

### GACHET, STÉPHANIE

Analyse de survie et évolution sur le plan respiratoire dans une cohorte d'enfants avec un poids de naissance extrêmement bas: expérience sur 13 ans (1996-2008)  
**Dir. Rimensberger, Peter**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. 10771 | Web\*: 75523

### KAMMACHER GUERREIRO, MÉLISSA

La constipation fonctionnelle chez l'enfant et sa complication fréquente, l'encoprésie  
**Dir. Belli, Dominique Charles**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. 10775 | Web\*: 75969

### KARACA, SAZİYE

La tomographie par émission de positons au 18F-FDG pour la détection précoce d'une infection du greffon vasculaire  
**Dir. Ratib, Osman; Kalangos, Aksendiyos**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. 10767 | Web\*: 75038

### MAHORO, NKUBAMUGISHA PAUL

Prévalence de l'espt dans la population rwandaise diversités de figures cliniques et comorbidités  
**Dir. Giannakopoulos, Panteleimon**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. 10772 | Web\*: 75046

### MARINIC, KARLO

Inactivation de biofilms d'entérocoques faecalis par expositions répétées à l'éosine Y photo-activée à la lumière bleue  
**Dir. Bouillaguet, Serge**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. dent. 733 | Web\*: 75934

### MAULER, FLAVIEN

Associations morphologiques entre l'articulation radio-ulnaire distale et l'os semi-lunaire: une étude radiographique  
**Dir. Hoffmeyer, Pierre; Beaulieu, Jean-Yves**  
 Th. UNIGE 2015, Méd. 10765 | Web\*: 75968

## NEUROSCIENCES

### PICHON, ALINE

#### EMOTION ELICITATION BY ODORS AND THEIR INFLUENCE ON BEHAVIOR AND COGNITIVE PERFORMANCE

Le développement récent d'olfactomètres compatibles avec l'imagerie par résonance magnétique a permis de grands progrès dans la compréhension des émotions d'origine olfactive et de leurs liens avec d'autres processus cognitifs. Profitant de ces nouvelles techniques et participant à leur perfectionnement, ce travail cherche à décoder les émotions complexes liées à l'odorat et à mieux en comprendre les mécanismes comportementaux, physiologiques et cérébraux chez l'être humain. Ce domaine est encore largement méconnu malgré le fait que l'olfaction se démarque dans le paysage sensoriel en raison de sa connexion si particulière avec le monde des émotions. Les odeurs de la vie de tous les jours affectent en effet le comportement, l'humeur et le bien-être d'une manière cruciale, comme en témoignent l'importance de la parfumerie dans toutes les civilisations et l'appauvrissement significatif de la qualité de vie des personnes souffrant de déficiences olfactives.

**DIR. VUILLEUMIER, PATRIK; SANDER, DAVID**

Th. UNIGE 2015, Neur. 150 | Web\*: 75411

#### PRISSE, LAURE-ANNE

La technique de tracé céphalométrique à la main pour la planification de la chirurgie orthognathique a-t-elle dit son dernier mot? : évaluation objective et subjective

**Dir. Scolozzi, Paolo**

Th. UNIGE 2015, Méd. 10762 | Web\*: 76768

#### MOZZARI, HERMÈS HOWARD

Efficacité de l'attelle de Hohmann dans les luxations de prothèse totale de hanche primaire

**Dir. Peter, Robin**

Th. UNIGE 2015, Méd. 10776 | Web\*: 75837

#### SCHWOTZER, NORA

Temps d'incubation optimal dans les infections associées au matériel orthopédique: une analyse rétrospective de l'incubation prolongée de 14 jours

**Dir. Chuard, Christian Robert**

Th. UNIGE 2015, Méd. 10769 | Web\*: 75514

#### SRINIVASAN, MURALI

Influence de l'angulation de l'implant et du déplacement cyclique sur la force de rétention de deux différents attachements pour overdentures: une étude in vitro

**Dir. Muller, Frauke; Schimmel, Martin**

Th. UNIGE 2015, Méd. dent. 735 | Web\*: 76638

## NEUROSCIENCES

#### HURNI, NICOLAS

Role of early activity in neuronal migration

**Dir. Dayer, Alexandre**

Th. UNIGE 2015, Neur. 146 | Web\*: 75938

#### VITALI, ILARIA

Activity-Dependent control over neocortical neuron differentiation and identity

**Dir. Jabaudon-Gandet, Denis**

Th. UNIGE 2015, Neur. 130 | Web\*: 75753

## PSYCHOLOGIE ET SCIENCES DE L'ÉDUCATION

#### ABOULAFIA BRAKHA, TATIANA

Cognitive-behavioural therapy: a tool to facilitate emotional adjustment to brain disorders

**Dir. Ptak, Radek**

Th. UNIGE 2015, FPSE 602 | Web\*: 75029

#### TINEMBART, SYLVIANE NICOLE

Le manuel scolaire de français, entre production locale et fabrique de savoirs: le cas des manuels et de leurs concepteurs dans le canton de Vaud au XIX<sup>e</sup> siècle

**Dir. Hofstetter, Rita; Schneuwly, Bernard**

Th. UNIGE 2015, FPSE 605 | Web\*: 75031

## SCIENCES

#### BONVIN, PAULINE

Therapeutic targeting of promiscuous and abundant chemokines

**Dir. Gruenberg, Jean; Proudfoot, Amanda; Fischer, Nicolas**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4791 | Web\*: 74345

#### BRUNO, NATALIA

Single photon entanglement: from foundations to applications

**Dir. Gisin, Nicolas**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4773 | Web\*: 73247

#### BRYOIS, JULIEN

Long-range and temporal aspects of the genetics of gene expression

**Dir. Dermitzakis, Emmanouil**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4797 | Web\*: 74473

#### CHALLAL, SOURA

Identification of novel anticonvulsant compounds in medicinal plants combining innovative in vivo zebrafish assays and efficient chromatographic methods

**Dir. Wolfender, Jean-Luc**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4786 | Web\*: 73726

#### CORRADO, MAURO

The role of mitochondrial dynamics and cristae remodelling in mitochondrial metabolism and Activation-Induced Cell Death (AICD)

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

Th. UNIGE 2015, Sc. 4790 | Web\*: 74322

#### GARCIA SECO DE HERRERA, ALBA

Use case oriented medical visual information retrieval & system evaluation

**Dir. Muller, Henning; Marchand-Maillet, Stéphane**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4781 | Web\*: 73184

#### GESMUNDO, ANDRÉA

Algorithms and frameworks for Tree-based Machine Translation and tree structures prediction

**Dir. Henderson, James**

Th. UNIGE 2014, Sc. 4809 | Web\*: 75280

#### GHAZIPOUR, NEDA

Study of the size and distribution of landslides in the Zagros mountains (Iran)

**Dir. Bonadonna, Costanza; Simpson, Guy**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4806 | Web\*: 74729

#### GREBIKOVA, LUCIE

Adhesion and mechanics of dendronized polymers at single-molecule level

**Dir. Borkovec, Michal**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4802 | Web\*: 74369

#### GUILLOD, JULIEN

On the stationary Navier-Stokes equations in two dimensions

**Dir. Wittwer, Peter**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4787 | Web\*: 73298

#### HAESLER, ALEXIS

T2K replica target hadron production measurements in NA61/SHINE and T2K neutrino flux predictions

**Dir. Blondel, Alain**

Th. UNIGE 2015, Sc. 4803 | Web\*: 75032

# THÈSES DE DOCTORAT

## HAJIAN, SOHEIL

Analysis of Schwarz methods for discontinuous Galerkin discretizations  
**Dir. Gander, Martin Jakob**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4795 | Web\*: 75225

## HUMBERT, NICOLAS

Recent advances in catalyst and ligand design for metal-catalysed isomerisation reactions  
**Dir. Mazet, Clement**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4838 | Web\*: 76793

## JEAN, VALÉRIE

Chromatin interactions and transcriptional output by protein kinase-A activated estrogen receptor: a link with tamoxifen resistance of breast cancer cells  
**Dir. Picard, Didier**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4815 | Web\*: 75352

## KEDRACKI, DAWID

DNA-copolymers structure formation: beyond self-assembly  
**Dir. Nardin, Corinne**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4759 | Web\*: 72905

## LACROIX, MARINE

Modulation of the assembly of the IL-6 signaling complex and its biological consequences  
**Dir. Gruenberg, Jean; Buatois, Vanessa**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4819 | Web\*: 76642

## LETRUN, ROMAIN

Ultrafast intra- and intermolecular quenching processes in liquid Solution  
**Dir. Vauthey, Eric**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4776 | Web\*: 73185

## LOOSLI, FRÉDÉRIC

Importance of complexation processes on the fate, reactivity and transport of manufactured nanoparticles in aquatic systems  
**Dir. Stoll, Serge**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4811 | Web\*: 74856

## LOPEZ BOBEDA, EDMUNDO

Symbolic model-checking with Set Rewriting  
**Dir. Buchs, Didier**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4782 | Web\*: 72949

## LOYAU, JEREMY

Dissecting the mechanism of action of an anti-TLR4 antibody  
**Dir. Hartley, Oliver**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4778 | Web\*: 74935

## MEHRANIAN, ABOLFAZL

Development of image reconstruction and correction techniques in PET/CT and PET/MR imaging  
**Dir. Zaidi, Habib; Voloshynovskyy, Svyatoslav**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4780 | Web\*: 72705

## MONTANARI, FRANCESCO

Relativistic effects in galaxy clustering  
**Dir. Durrer, Ruth**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4820 | Web\*: 75513

## NÉEL, BASTIEN

Water analysis: from electroanalytical chemistry to education  
**Dir. Bakker, Eric**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4817 | Web\*: 76767

## PEREPELKINA, MARIYA

Unravelling the target specificity of the major AGC kinases in *Saccharomyces cerevisiae*  
**Dir. Loewith, Robbie Joséph**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4829 | Web\*: 77035

## SCIENCES

## DEVARAJAN, NARESH

### EXPLORING RESEARCH FRONTIERS IN AQUATIC ECOSYSTEMS: ROLE OF HOSPITAL AND URBAN EFFLUENTS IN THE DISSEMINATION OF ANTIBIOTIC RESISTANCE AND METALS TO FRESH WATER ECOSYSTEMS

Les systèmes d'évacuation d'eaux usées urbaines, les stations d'épuration ou encore les effluents hospitaliers constituent une source majeure de contamination des ressources en eau potable par des micro-polluants organiques et inorganiques (métaux toxiques, composés organiques hydrophobiques, bactéries pathogènes multirésistantes). Cette recherche a permis d'évaluer la présence de ces contaminants, d'établir la prévalence de la bactérie *Pseudomonas* ainsi que d'évaluer les effets de la contamination sur la composition et la diversité des communautés bactériennes dans des sédiments prélevés en Inde (Tamil Nadu), en République démocratique du Congo et dans le lac Léman, dans la baie de Vidy. Dans ce dernier cas, les mesures révèlent entre autres la présence de gènes résistant aux antibiotiques. Les résultats démontrent qu'il existe une source de contamination commune et contemporaine et que les sédiments exposés aux eaux usées traitées ou partiellement traitées jouent un rôle de stockage des contaminants émergents.

## DIR. POTE-WEMBONYAMA, JOHN; IBELINGS, BASTIAAN WILLEM

Th. UNIGE 2015, Sc. 4830 | Web\*: 75971

## RAEMY, ETIENNE

The role of cardiolipin in mitochondrial function and apoptosis  
**Dir. Martinou, Jean-Claude**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4788 | Web\*: 73291

## ROGOV, ANDRII

Bismuth ferrite and silicon carbide harmonic nanoparticles: from characterization to tissue imaging  
**Dir. Wolf, Jean-Pierre; Bonacina, Luigi**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4794 | Web\*: 74200

## ROSBACH, KILIAN

Search for a supersymmetric partner of the top quark in the one-lepton channel with the ATLAS detector  
**Dir. Clark, Allan Geoffrey; Wu, Xin**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4798 | Web\*: 75398

## RUGARABAMU, GEORGE

Dissecting the role(s) of *Toxoplasma gondii* microneme protein protease 1 activity and its substrates  
**Dir. Karch, François; Soldati-Favre, Dominique**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4833 | Web\*: 76770

## SAFIR, ILYES

Chitosan-grafted-ssDNA copolymer self-assembly and morphological study of crystallization on surfaces  
**Dir. Nardin, Corinne**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4816 | Web\*: 76088

## SAINTLAN, NICOLAS

Key controls, age, source of metals, and role of organic matter on the origin of Laisvall-type Pb-Zn deposits and their relationship to calcite-fluorite-Zn ± Pb sulfide vein-type mineralization in Baltica Basement (Sweden)  
**Dir. Fontboté, Lluís; Stephens, Michael B.**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4793 | Web\*: 73725

## SETH, CHANDAN

Canonical WNT signaling in colon cancer growth and metastasis  
**Dir. Ruiz Altaba, Ariel**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4835 | Web\*: 76754

## SIRAN, MICHAL

Differential Graded Manifolds and n-Categories  
**Dir. Severa, Pavol; Alekseev, Anton**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4818 | Web\*: 75351

## TRAN, NGOC LAN

TLR8 and TACI-dependent APRIL signaling in murine Systemic Lupus Erythematosus  
**Dir. Santiago-Raber, Marie-Laure; Picard, Didier; Reith, Walter**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4784 | Web\*: 74298

## TROFIMOV, VALENTIN

Identification and characterization of novel antitubercular compounds  
**Dir. Soldati, Thierry**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4775 | Web\*: 74370

## VENEROS ALFARO, ERWIN GERMAN

Méthodes de décomposition de domaines pour des problèmes de propagation d'ondes hétérogènes  
**Dir. Gander, Martin Jakob**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4800 | Web\*: 74469

## VON MOOS, NADIA RACHEL

Acute oxidative stress responses in the microalga *Chlamydomonas reinhardtii* exposed to metal oxide nanoparticles  
**Dir. Slaveykova, Vera**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4804 | Web\*: 75274

## WALLABREGUE, ANTOINE

Modular synthesis and applications of chiral Tunable Dyes and Fluorophores  
**Dir. Lacour, Jérôme**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4831 | Web\*: 76158

## WANG, JUN

Improved Distance Metric Learning for Nearest Neighbor Classification  
**Dir. Kalousis, Alexandros; Pellegrini, Christian**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4837 | Web\*: 76989

**XIE, XIAOJIANG**

From ion selective optodes to photoelectric conversion  
**Dir. Bakker, Eric**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4810 | Web\*: 75039

**ZAMBALDO, CLAUDIO**

From privileged natural product scaffolds to PNA-encoded chemical libraries  
**Dir. Winssinger, Nicolas**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4796 | Web\*: 74232

**ZAMORANO VILLABLANCA, SEBASTIAN**

Modulation of mitochondrial morphology through mFis1 splice variants in basal conditions and starving cells  
**Dir. Martinvalet, Denis; Martinou, Jean-Claude**  
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4825 | Web\*: 75759

**SCIENCES DE LA SOCIÉTÉ****ALTAMURA, CARLO EDOARDO**

European banks and the rise of international finance after Bretton Woods (1973-1982)  
**Dir. Cassis, Youssef; Larsson, Mats**  
 Th. UNIGE 2015, SdS 11 | Web\*: 75273

**BOHNET, HEIDRUN**

Risky locations: refugee settlement patterns and conflict  
**Dir. Hug, Simon**  
 Th. UNIGE 2015, SdS 9 | Web\*: 72907

**CASSEGRAIN, BERTRAND**

Prendre l'anarchisme au sérieux: une théorie de l'autorité  
**Dir. Gianni, Matteo**  
 Th. UNIGE 2015, SdS 17 | Web\*: 76149

**DEVILLE, MARION**

Débat politique: quelle(s) rationalité(s)?  
**Dir. Baccaro, Lucio**  
 Th. UNIGE 2015, SdS 7 | Web\*: 72906

**GABRIEL, RAINER**

Inequalities within progress: social stratification and the life course among the elderly population in Switzerland 1979-2011  
**Dir. Oris, Michel**  
 Th. UNIGE 2015, SdS 16 | Web\*: 75216

**LATINA, JOËLLE**

Upper secondary school transitions: an empirical analysis  
**Dir. Flueckiger, Yves; Ramirez, José V.**  
 Th. UNIGE 2015, SdS 8 | Web\*: 73033

**REMUND, ADRIEN**

Jeunesses vulnérables? Mesures, composantes et causes de la surmortalité des jeunes adultes  
**Dir. Oris, Michel**  
 Th. UNIGE 2015, SdS 10 | Web\*: 73525

**WIGET, LAWRENCE**

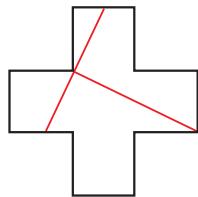
Topologies of power: comparison of Indian and Jamaican diaspora practices through an analytics of government  
**Dir. Allan, Pierre**  
 Th. UNIGE 2015, SdS 12 | Web\*: 74227Science

**TRADUCTION ET INTERPRÉTATION****PACHO ALJANATI, LUCIA**

The court of justice of the European Union's case law on linguistic divergences (2007-2013): interpretation criteria and implications for the translation of EU legislation  
**Dir. Prieto Ramos, Fernando**  
 Th. UNIGE 2015, FTI 24 | Web\*: 76529

**SOLUTIONS DE LA PAGE 35**

1. Deux coups de ciseau



2. Le troisième candidat dit : «Mon chapeau est noir !»

En effet, si le premier avait vu deux chapeaux blancs, il aurait pu dire qu'il avait un chapeau noir (il n'y avait que deux chapeaux blancs au total). Or, il a répondu qu'il ne savait pas. Donc il a vu un ou deux chapeaux noirs.

Le deuxième déduit de la réponse du premier qu'il y a au moins un chapeau noir. Donc, si le deuxième avait vu un chapeau blanc devant lui, il aurait pu dire qu'il avait le chapeau noir. Or, il a répondu qu'il ne savait pas. Donc il a vu un chapeau noir.

Et c'est exactement ce que déduit le troisième des réponses des deux premiers.

3. Lorsque les «cylindres» vont se mettre à tourner, la planche restera horizontale et les cocktails ne se renverront pas. En effet, les trois sections des «cylindres» sont des figures à diamètre constant. Autrement dit, si vous prenez un pied à coulisse, quelle que soit la direction dans laquelle vous mesurez le diamètre de l'objet, vous aurez toujours la même valeur. Outre le cercle (la figure rose), il existe d'autres figures ayant cette propriété dont celles proposées dans le dessin. Celle de gauche est un Triangle de Reuleaux, du nom de l'ingénieur allemand Franz Reuleaux qui est le premier à avoir étudié ses applications en mécanique. Cette figure est bien connue depuis le Moyen Age, puisqu'on la retrouve sur des façades d'églises et dans un manuscrit de Léonard de Vinci.

4. La licorne a 2520 possibilités pour enfiler quatre chaussettes et quatre chaussures. Le raisonnement se fait patte par patte. Si la licorne avait une seule patte, elle n'aurait qu'une seule possibilité d'enfiler une chaussette (**a1**) suivie

d'une chaussure (**b1**).

Si elle avait deux pattes, elle en aurait 6. En effet, elle peut enfiler une chaussette à sa deuxième patte (**a2**) à l'une des 3 places suivantes:

↓ a1 ↓ b1 ↓

Pour chacune de ces 3 possibilités, la deuxième chaussure (**b2**) peut être enfilée soit immédiatement après **a2**, soit dans l'un des espaces suivants. Ce qui fait 3 possibilités dans le premier cas, puis 2, puis 1 pour un total de **3 + 2 + 1 = 6** possibilités.

Si l'on ajoute une troisième patte à la licorne, il faut partir d'une des six combinaisons précédentes et répéter le raisonnement. On peut ainsi enfiler une chaussette à la troisième patte (**a3**) à 5 moments différents:

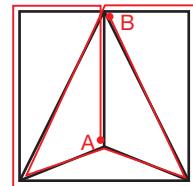
↓ a1 ↓ b1 ↓ a2 ↓ b2 ↓

Dans le premier cas, il existe 5 possibilités de chausser la troisième chaussure (**b3**), puis 4 puis 3 puis 2 puis 1. Ainsi, pour chaque combinaison de 2 chaussettes et 2 chaussures (6 possibilités), il y a **5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 15** possibilités pour ajouter une chaussette et une chaussure. Au total, elle aura

donc **6 x 15 = 90** possibilités pour s'habiller.

Pour quatre pattes, il existe 7 possibilités d'enfiler une chaussette à la quatrième patte (**a4**). La licorne peut donc s'habiller de 2520 façons différentes, soit **90 x (7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1)**.

5. La clé de la réussite est de partir du point A et d'arriver au point B ou inversement.



6. Il faut plier la feuille selon les traits rouges et vert. Les plis rouges sont des plis montagne et correspondent aux bissectrices du triangle. Le pli vert est un pli vallée et est perpendiculaire à l'un des côtés.



# Découvrez le magazine pour enfants de l'Université de Genève **Dès 8 ans**



Chaque trimestre "Campus Junior" présente l'actualité des sciences, mais aussi des jeux, des bricolages, des BD...

## GRATUIT, SUR ABONNEMENT

Je souhaite m'abonner à "Campus Junior"

Abonnez-vous sur notre site :

[www.unige.ch/campusjunior](http://www.unige.ch/campusjunior)

ou en remplissant et en envoyant ce coupon à l'adresse suivante :

Université de Genève  
Service de communication  
24, rue Général Dufour - 1211 Genève 4  
Tél. 022/379 77 17 - Fax 022/379 77 29

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ N° postal \_\_\_\_\_

Localité \_\_\_\_\_

Tél. \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_