

campus

# DOUZE ANS DE RÉVOLUTION AFFECTIVE



## L'INVITÉ

LES NOUVEAUX  
DÉFIS DU DROIT  
INTERNATIONAL  
PAGE 44

## EXTRA-MUROS

POUSSÉE DE  
FIÈVRE SUR  
L'OcéAN AUSTRAL  
PAGE 48

## TÊTE CHERCHEUSE

LE CHIRURGIEN  
QUI AIMAIT  
LES PAPILLONS  
PAGE 52



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

# Et pourquoi pas à vélo?



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



A vélo à l'UNI



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

## 04 ACTUS

### RECHERCHE

#### 10 ANTHROPOLOGIE CHASSE AU TRÉSOR DANS LE LIT DE LA FALÉMÉ



Une équipe internationale a rapporté de l'est du Sénégal des trouvailles archéologiques de première importance pour l'Afrique de l'Ouest, certaines remontant à 300 000 ans.

### 14 BOTANIQUE

#### LE NOUVEL ORDRE, DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES

Les plantes vivent toujours en association avec d'autres espèces. Une équipe de phytosociologues vient de publier le premier système de classement hiérarchisé pour toutes les communautés végétales d'Europe.



#### 17 SCIENCES DE LA TERRE DES RESSOURCES MINÉRALES POUR DES SIÈCLES

Avec cinq de ses collègues, Lluís Fontboté fait le point sur les ressources minérales mondiales. Et les perspectives sont loin d'être alarmantes.

### 20 THÉOLOGIE

#### THÉODORE DE BÈZE EN TOUTES LETTRES

Quatre siècles après la mort du successeur de Jean Calvin, sa correspondance est enfin éditée. Fruit de près de six décennies de labeur, elle rassemble près de 3000 lettres.



## DOSSIER : DOUZE ANS DE RÉvolution AFFECTIVE



#### 24 «LA FIN DU PRN NE MARQUE PAS CELLE DE NOS ACTIVITÉS»

Le Pôle de recherche national en sciences affectives cessera ses activités cet été. À l'heure du bilan, entretien avec son actuel directeur, le professeur David Sander.

#### 30 LE LOGICIEL QUI PRODUIT DES ÉMOTIONS DE SYNTHÈSE

Les chercheurs du PRN en sciences affectives ont mis au point un logiciel permettant de créer des émotions sur des visages. Le programme devrait être accessible aux scientifiques dès cette année.

#### 33 COUP DE POUCHE VERT

Comment encourager des comportements conformes au développement durable ? La question est au centre des travaux du « Consumer Decision and Sustainable Behaviour Lab ».

#### 36 L'INTELLIGENCE ÉMOTIONNELLE S'INSTALLE AU BUREAU

Unique en son genre, le test de mesure des compétences émotionnelles dans le contexte professionnel développé par le PRN offre une meilleure prédictibilité que les évaluations traditionnelles.

#### 38 LE CERVEAU SOUS LE COUP DE L'ÉMOTION

Les émotions modifient l'état du cerveau de façon plus ou moins durable. Des études menées dans ce domaine pourraient ouvrir la voie à de nouvelles méthodes de diagnostic.

#### 41 MUSIQUE, HARMONIES ET TURBULENCES

La musique véhicule des émotions. Elle en provoque aussi. Les chercheurs du Pôle de recherche national essaient de comprendre comment.

PHOTO DE COUVERTURE: Dean Martin et Jerry Lewis, KEYSTONE/MAGNUM PHOTOS/PHILIPPE HALSMAN.

## RENDEZ-VOUS



#### 44 L'INVITÉ LES NOUVEAUX DÉFIS DU DROIT INTERNATIONAL

Yuval Shany, professeur de droit israélien et membre du Comité des droits de l'homme de l'ONU, estime que les cours internationales devraient davantage se protéger du monde politique.

#### 48 EXTRA-MUROS AU CHEVET D'UN OCÉAN ARCTIQUE FIÉVREUX

Une cinquantaine de scientifiques ont embarqué cet hiver sur un brise-glace pour une expédition de trois mois autour de l'Antarctique afin de mesurer l'impact du changement climatique sur cette région.

#### 52 TÊTE CHERCHEUSE LE CHIRURGIEN QUI AIMAIT LES PAPILLONS

Passionné par les lépidoptères, Jacques-Louis Reverdin est également l'auteur de la première greffe de peau humaine.

#### 56 À LIRE 58 THÈSES DE DOCTORAT

# ACTUS

## DISPARITION

### L'ANCIEN RECTEUR ERNST HEER EST DÉCÉDÉ

#### BARBARA MOSER, LAURÉATE DU SXSW COMMUNITY SERVICE AWARDS



Barbara Moser-Mercer, professeure honoraire de la Faculté de traduction et d'interprétation, figure parmi les lauréates du SXSW Community Service Awards 2017. Ce prix récompense l'utilisation des outils technologiques au service de la communauté. Le centre InZone développé par la professeure est en effet dédié à la communication multilingue en condition d'urgence humanitaire. Fondé en 1987 au Texas, SXSW (South by Southwest) est surtout connu pour ses conférences et ses festivals.

#### PETRA HÜPPI PRIMÉE POUR SES TRAVAUX DANS LA RÉSONANCE MAGNÉTIQUE EN MÉDECINE

Petra Hüppi, professeure au Département de pédiatrie (Faculté de médecine) et médecin aux Hôpitaux universitaires de Genève, a été nommée Fellow 2017 par la Société internationale de résonance magnétique en médecine. Chaque année, l'organisation honore les membres les plus influents dans le domaine de l'innovation et du développement des techniques de résonance magnétique en médecine et en biologie.



Professeur honoraire du Département de physique nucléaire et corpusculaire (Faculté des sciences) et recteur de l'Université de Genève de 1973 à 1977, Ernst Heer est décédé le 5 mai à l'âge de 88 ans.

Ernst Heer a étudié la physique à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, où il a commencé sa carrière d'enseignant et de chercheur. Il l'a poursuivie à l'Université de Rochester dès 1958 avant d'être nommé professeur ordinaire à la Faculté des sciences de l'Université de Genève en 1961. Il y a créé le Laboratoire de physique nucléaire et corpusculaire et a pris la responsabilité formelle du réacteur nucléaire expérimental mis à la disposition de l'Université par le Fonds national suisse (FNS) et utilisé pour la recherche

et l'enseignement. En 1989, il a organisé sa mise hors service et son démantèlement.

Ses recherches sur les particules ont principalement porté sur les interactions nucléaires entre les protons, les neutrons et les anti-protons. Elles ont été menées à l'aide des accélérateurs du CERN et de l'Institut Paul Scherrer. Parallèlement à ses activités académiques, il a dirigé le Département de physique nucléaire et corpusculaire et a occupé les fonctions de vice-recteur en 1967-1973 puis de recteur de l'Université de Genève de 1973 à 1977. De 1971 à 1980, il a été membre du Conseil national de la recherche du FNS.

Il a également présidé la Société suisse de physique, le Comité consultatif de l'Institut suisse de recherches nucléaires à Villigen et représenté la Confédération auprès du Conseil du CERN. Après sa retraite, en 1993, il est resté en lien constant avec son ancien département.

## NEUROSCIENCES

### LE SIGNAL DU RÊVE ENFIN DÉCRYPTÉ

Traditionnellement, le fait de rêver est associé à une phase du sommeil dit paradoxal caractérisé notamment par des mouvements oculaires rapides (REM ou *rapid eye-movement*). Dans un article paru le 10 avril dans la revue *Nature Neuroscience*, Lampros Perogamvros, chercheur au Département de neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), et des collègues suisses, italiens et américains ont démontré que les choses n'étaient pas si simples.

Utilisant la technique de l'électroencéphalographie à haute densité sur des volontaires observés (et réveillés à plusieurs reprises) durant des nuits entières, les auteurs ont réussi à établir une corrélation significative entre la présence de rêves et des variations d'ondes de basse fréquence (1 à 4 hertz) dans une zone à l'arrière du cerveau, dite pariéto-occipitale. Et ce, que le dormeur soit en sommeil REM ou non.

Une analyse plus fine a même permis de prédire dans une certaine mesure le contenu des songes. Les chercheurs ont pour cela enregistré toute

une nuit sept volontaires, entraînés à dormir et à rêver en laboratoire, sans oublier de les réveiller plusieurs fois par nuit pour les interroger sur leurs éventuels rêves. Il en ressort une nouvelle corrélation, cette fois-ci entre le contenu des rêves et une activité cérébrale à plus haute fréquence, située entre 25 et 50 Hz.

Plus précisément, un songe contenant des visages est associé à l'activation de telles ondes dans la région dite fusiforme, celle qui est justement impliquée dans la reconnaissance des visages pendant l'éveil. Il en va de même pour les zones de perception des lieux, des mouvements ou des paroles.

Il convient maintenant de vérifier s'il est possible de deviner le contenu d'un rêve en analysant avec finesse l'activité cérébrale.

Selon les auteurs, une meilleure connaissance des mécanismes neuronaux du rêve pourrait aider à mieux comprendre ceux de la conscience. Et, pourquoi pas, la fonction des rêves, s'il y en a une.

**EVOLUTION**

## LE LÉZARD DONT LES ÉCAILLES JOUENT AUX MATHÉMATIQUES

Les écailles du lézard ocellé (*Timon lepidus*) adulte changent de couleur au cours du temps. Parfois, des vertes deviennent noires et des noires deviennent vertes. À la grande surprise de l'équipe de Michel Milinkovitch, professeur au Département de génétique et évolution (Faculté des sciences), qui a étudié le phénomène, les écailles qui subissent cette transformation chromatique le font en fonction de la couleur des écailles voisines. En d'autres termes, comme l'indique l'article paru dans la revue *Nature* du 13 avril, le motif labyrinthique qui couvre le dos du lézard ocellé se comporte comme un modèle de calcul mathématique appelé « automate cellulaire ». Celui-ci est composé d'un réseau de cellules discrètes (les écailles) et l'état (la couleur) de chacune d'entre elles dépend de celui de ses voisines.

Chez tous les animaux, la couleur de la peau et les dessins qui la décorent sont définis par différents types de cellules pigmentaires (chromatophores). Les motifs parfois complexes, comme chez le poisson zèbre, sont issus de l'interaction entre ces cellules et obéissent à des équations différentielles de réaction et de diffusion qui ont été théorisées dans les années 1950 par le mathématicien britannique Alan Turing.

Dans le cas du lézard ocellé, toutefois, ce modèle ne parvient plus à expliquer les observations puisque la coloration de l'animal ne semble plus s'organiser à l'échelle des cellules mais à celle, beaucoup plus grande, des écailles entières qui sont en effet toujours monochromes, si



l'on exclut une brève transition brune lors du passage de l'une à l'autre couleur.

Pour en savoir plus, Liana Manukyan et Sophie Montandon, les deux doctorantes qui ont réalisé le travail, ont observé la coloration de plusieurs lézards pendant quatre ans. Elles ont reconstruit la géométrie 3D et la couleur du réseau d'écailles au moyen d'un système robotique à très haute résolution.

Le passage du modèle de diffusion à celui d'automate trouve son explication dans l'épaisseur de la peau. Épaisse et riche en chromatophores sous les écailles, elle devient fine et pauvre en cellules pigmentaires entre les écailles.

Cette géométrie modifie le modèle de diffusion au point de faire émerger un comportement d'automate cellulaire, comme l'ont démontré des simulations informatiques basées sur des équations améliorées par Stanislas Smirnov, professeur au Département de mathématiques (Faculté des sciences) et lauréat 2010 de la Médaille Fields.

### LYDIA MOZAFFARI A RENDU LE « MEILLEUR MÉMOIRE DE MASTER EN BIOLOGIE CHIMIQUE »

Nour Lydia Mozaffari reçoit le prix du « Meilleur mémoire de Master 2017 en Biologie chimique », pour sa recherche intitulée « Superresolution imaging of the TORC1 focus in *Saccharomyces cerevisiae* ». Cette récompense a été attribuée par le Pôle de recherche national Biologie chimique, basé à l'Université de Genève.

### LA FONDATION LEE-NAARDS RÉCOMPENSE TROIS CHERCHEUSES DE L'ARC LÉMANIQUE



La Fondation Leenaards a décerné le 29 mars un Prix de recherche médicale translationnelle à trois chercheuses de l'Arc lémanique pour un montant de 750 000 francs : Stéphanie Hugues (à gauche sur la photo), professeure associée au Département de pathologie et immunologie (Faculté de médecine), Tatiana Petrova, professeure à l'Université de Lausanne et au Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV), et Caroline Pot, professeure au CHUV. Associant recherche fondamentale et clinique, leur projet vise une meilleure compréhension du rôle du cholestérol dans le dérèglement de la réponse immunitaire propre aux maladies auto-immunes telles que la sclérose en plaques. Selon leurs premières pistes de recherche, contrôler certaines voies métaboliques du cholestérol pourrait réduire la sévérité de la sclérose en plaques, voire même éviter son développement.

**NEUROSCIENCES**

## LUMIÈRE SUR LES ÉCHECS DE L'IMPLANT COCHLÉAIRE

Dans un article paru dans la revue *Nature Communications*, Anne-Lise Giraud, professeure au Département de neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), et une chirurgienne ORL de l'Institut Verne à Paris décrivent le processus de réorganisation cérébrale qui se met en place lors de la perte d'audition. Leurs travaux offrent la possibilité de prédire le succès ou l'échec de l'implantation cochléaire, cette prothèse électrique destinée à restaurer

l'audition en stimulant directement les terminaisons nerveuses de l'oreille interne, mais dont les résultats sont très variables chez les patients. Les chercheuses ont en effet remarqué que certaines personnes devenues sourdes à l'âge adulte développent des capacités de lecture exceptionnelles découlant d'une réorganisation de réseaux cérébraux dans l'hémisphère droit, phénomène qui constitue un handicap lors de l'implantation cochléaire.

**SCIENCES DE LA TERRE**

# LA PIRE EXTINCTION DE MASSE A ÉTÉ CAUSÉE PAR LE FROID



Il y a 250 millions d'années, la Terre a connu la pire extinction de son histoire. Pour expliquer cette catastrophe ayant entraîné la disparition de plus de 95% des espèces marines (dont la crinoïde *Jimbacrinus bostocki* ci-contre) et qui marque la limite entre les périodes géologiques du Permien et du Trias, les scientifiques ont longtemps privilégié l'hypothèse d'un bouleversement climatique marqué par une hausse du niveau des mers, une chute du taux d'oxygène dans l'eau et une augmentation intenable de la température de surface des océans. Dans un article paru le 6 mars dans la revue *Scientific Reports*, une équipe de chercheurs menée par Urs Schaltegger, professeur au Département des sciences de la Terre (Faculté des sciences), prend le contre-pied de cette théorie en affirmant que ce n'est pas le chaud qui a failli effacer toute vie des océans mais le froid.

Les chercheurs ont étudié des couches de sédiments du bassin de Nanpanjiang, en Chine du Sud, dont l'excellent état de préservation permet l'analyse de l'évolution de la

biodiversité et du climat. Les couches de cendre volcanique contiennent en particulier des cristaux de zircon qui renferment eux-mêmes de l'uranium, un élément qui se désintègre en plomb à un taux très précis. Cette particularité a permis à l'équipe d'Urs Schaltegger, qui en a fait sa spécialité, de dater les sédiments à 35 000 ans près.

Il se trouve que la limite Permien-Trias est marquée par une lacune de sédimentation à l'échelle mondiale comme si cette couche avait été dissoute ou érodée. Les auteurs ont réussi à montrer que ce hiatus a en réalité résulté d'une chute, voire d'une disparition de la quantité de sédiments déposés dans les eaux les moins profondes au cours d'une période de glaciation courte mais sévère ayant entraîné une diminution importante du niveau des océans. Cette glaciation aurait été provoquée par l'entrée en activité des premiers volcans des Trapps de Sibérie qui ont envoyé dans l'atmosphère de grandes quantités de composés soufrés capables de réduire le rayonnement solaire. Sa durée, estimée à 89 000 ans, aurait suffi à éliminer 90% des espèces marines.

Cette période froide a été suivie par la formation de dépôts de calcaire créés par des bactéries signifiant le retour de la vie sur Terre à des températures plus clémentes. Quant au réchauffement climatique provoqué par l'activité volcanique des Trapps de Sibérie qui a duré un million d'années – et que l'on croyait responsable de l'extinction des espèces marines – il n'intervient que 500 000 ans plus tard.

**ASTRONOMIE**

# DÉCOUVERTE D'UNE NAINE BRUNE PLUS DENSE QUE L'OR

Une équipe de chercheurs, menée par Daniel Bayliss, maître-assistant au Département d'astronomie (Faculté des sciences), a identifié, en orbite autour d'une étoile lointaine, la naine brune ayant le plus petit rayon et la densité la plus élevée que l'on ait mesurés. Comme le précise un article paru dans la revue *Astrophysical Journal* du mois de janvier, l'objet désigné par le nom d'EPIC201702477 b présente une masse volumique de 191 grammes par centimètre cube, soit dix fois plus importante que celle de l'or.

Les naines brunes sont des astres dont la masse est juste insuffisante pour que se déclenche

les réactions thermonucléaires responsables de l'émission de lumière des étoiles classiques. Obtenu grâce à des mesures effectuées à l'aide du spectromètre de conception genevoise HARPS, la masse d'EPIC201702477 b vaut 67 fois celle de Jupiter tandis que son rayon (déduit à partir des données fournies par le télescope spatial KEPLER) excède à peine les trois quarts de celui de la géante gazeuse du système solaire. Il s'agit de la 12<sup>e</sup> naine brune découverte autour d'une étoile. Sa période de révolution, de 41 jours environ, est aussi la plus longue enregistrée à ce jour.

## **CRÉATION DU PREMIER CENTRE DE GÉNOMIQUE SUISSE**

Le Centre de génomique, la première plateforme de séquençage de l'ADN à haut débit de Suisse appelée à devenir l'une des plus importantes en Europe en termes de capacité, a été créé ce printemps à Campus Biotech, à Genève. Élément clé au plan national pour la promotion de la santé personnalisée et de la médecine de précision, cette structure est le fruit d'une collaboration entre l'Université de Genève, l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et les Hôpitaux Universitaires de Genève.

## **DENIS DUBOULE ÉLU AU COLLÈGE DE FRANCE**

Professeur au Département de génétique et évolution, Denis Duboule a été élu au Collège de France, à la Chaire « Evolution des Génomes et Développement ».

## **DEUX POSTES DE PROFESSEURES BOURSIÈRES POUR DES PHYSICIENNES GENEVOISES**

Marta Gibert et Ana Akrap, chercheuses au Département de physique de la matière quantique, ont obtenu chacune un poste de professeure boursière au Fonds national de recherche scientifique. Cette bourse s'adresse aux jeunes chercheurs et chercheuses et leur permet de constituer leur propre équipe de recherche. Le domaine d'étude de Marta Gibert est la conception d'hétérostructures d'oxydes fonctionnelles tandis qu'Ana Akrap s'intéresse à l'analyse de la matière topologique à l'aide de la spectroscopie optique. Dans le cadre de cette bourse, elles rejoignent respectivement les universités de Zurich et de Fribourg.

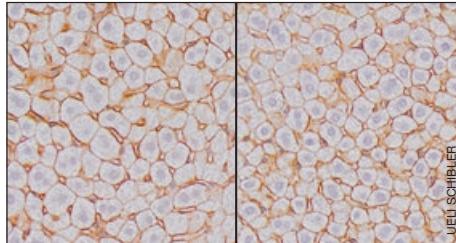
**BIOLOGIE CELLULAIRE**

## LA TAILLE DU FOIE PEUT GRANDIR DE MOITIÉ EN 24 HEURES

En une journée, la taille du foie des souris peut augmenter de moitié selon que les rongeurs se trouvent en phase de repos ou d'activité. C'est ce que démontre une étude réalisée par Flore Sinturel, chercheuse au Département de biologie moléculaire (Faculté des sciences), et ses collègues. Parue le 5 mai dans la revue *Cell*, elle décrit les mécanismes permettant à cet organe de s'adapter aux cycles d'alimentation et à l'alternance du jour et de la nuit.

Les mammifères possèdent une horloge centrale située dans le cerveau. Remise quotidiennement à l'heure par la lumière du soleil, elle synchronise les horloges subalternes présentes dans la plupart des cellules. Dans le foie, plus de 350 gènes impliqués dans le métabolisme et la détoxication sont exprimés sur un rythme biologique de 24 heures. Bon nombre d'entre eux sont aussi influencés par le rythme des prises de nourriture et par l'activité physique.

L'équipe genevoise a observé chez les souris qui se nourrissent la nuit et se reposent le jour que le foie s'agrandit durant la phase active, jusqu'à 40 % en fin de nuit, avant de revenir à sa taille initiale pendant la journée. En réalité, c'est la taille des cellules du foie et leur contenu en protéines qui fluctuent de façon régulière.



Le nombre de ribosomes, chargés de produire les protéines nécessaires aux différentes fonctions du foie, augmente en effet avec la taille de la cellule afin d'assurer un pic de production de protéines durant la nuit. Les composants de ribosomes fabriqués en excès sont ensuite dégradés pendant la phase de repos.

Les auteurs ont noté que lorsque la souris commence à se désynchroniser parce qu'elle est nourrie la journée au lieu de la nuit, ces fluctuations disparaissent et la taille des cellules du foie ainsi que leur contenu demeurent pratiquement stables. Un dérèglement qui pourrait également toucher l'être humain et, plus particulièrement, les personnes qui se trouvent en décalage avec le rythme quotidien en raison d'un travail de nuit, d'horaires alternés ou de voyages internationaux fréquents.

**MARCHE POUR LA SCIENCE: 600 MANIFESTANTS À GENÈVE**

La « Marche pour la science » organisée le 22 avril a rassemblé près de 600 personnes au Jardin anglais à Genève avec pour devise principale « Les faits sont des faits ; la science, indépendante des intérêts partisans et sans biais, bénéficie à l'humanité. » Des manifestations similaires rassemblant amateurs et défenseurs de la science ont eu lieu partout dans le monde.

**PLUS DE 9100 VISITEURS AU FESTIVAL HISTOIRE ET CITÉ**

Le Festival Histoire et Cité, qui s'est tenu du 30 mars au 1<sup>er</sup> avril, a attiré plus de 9100 visiteurs autour du thème « Croire, faire croire ». À l'occasion de cette deuxième édition de la manifestation, organisée par la Maison de l'histoire, le public pouvait assister à divers cafés littéraires, conférences, projections cinématographiques, projets pédagogiques et même à une « flash mob ». Face au succès de l'événement, la tenue d'un troisième festival a d'ores et déjà été programmée pour mars 2018 sur le thème « Libres ».

# 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

## SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

# LA LARVE QUI LÂCHE DES TONNES DE MÉTHANE DANS L'ATMOSPHÈRE



## MARCELO OLARREAGA EST LE NOUVEAU DOYEN DE LA GSEM

Le professeur Marcelo Olarreaga a été nommé par le recteur de l'Université de Genève doyen de la Faculté d'économie et de management sur proposition du Conseil participatif de la Faculté. Il remplace Maria-Pia Victoria-Feser, professeure de statistique. Né en Uruguay et de nationalité irlandaise, Marcelo Olarreaga est titulaire d'un master de l'Université de Sussex et d'un doctorat de l'UNIGE.

## LE PRIX BODOSSAKI DÉCERNÉ À EMMANOUIL DERMITZAKIS

Destiné à soutenir les travaux de scientifiques grecs âgés de moins de 45 ans, le prix scientifique de la Fondation Bodossaki, catégorie sciences de la vie, est attribué cette année au professeur Emmanouil Dermitzakis. Les travaux de ce dernier portent principalement sur la génomique des populations et la génétique des traits complexes.

## GILBERT PROBST EST NOMMÉ À LA TÊTE DE LA BCGE

Professeur honoraire de la Faculté d'économie et de management, Gilbert Probst a été nommé président du conseil d'administration de la Banque Cantonale de Genève. Il succédera à Jean-Pierre Roth, arrivé en fin de mandat. Gilbert Probst s'est spécialisé dans les domaines du management global, de la croissance de l'entreprise, de la gestion du savoir et de l'apprentissage organisationnel ainsi que des partenariats public-privé. Il est codirecteur du programme Executive MBA et gère le Geneva Public-Private Partnership Center.

nuit pour se nourrir de minuscules crustacés d'eau douce.

Daniel McGinnis et ses collègues ont cherché à comprendre comment la larve s'y prend pour gonfler ses poches à 70 mètres de profondeur, là où la pression de l'eau rend une telle opération en principe impossible pour un si petit animal. Il se trouve que les sédiments anoxiques (c'est-à-dire dépourvus d'oxygène) que *Chaoborus* affectionne contiennent de grandes quantités de méthane. Étant très peu soluble dans l'eau, ce gaz forme des petites bulles et c'est sur ces dernières que les larves viennent se fournir pour gonfler leurs sacs à air. Ce mécanisme permet à l'insecte d'économiser jusqu'à 80 % de l'énergie qu'il dépenserait s'il devait nager.

Grâce à une série d'expériences, les auteurs de l'article ont démontré qu'une grande partie du méthane aspiré est relâchée dans l'atmosphère, contribuant ainsi au réchauffement climatique. La concentration de larves de *Chaoborus* dans les sédiments varie entre 2000 et 130 000 individus par mètre carré. Leur contribution à l'effet de serre pourrait donc être, à elle seule, significative. Et ce d'autant plus qu'à chaque entrée et sortie des sédiments, les larves perturbent les dépôts libérant davantage de bulles de méthane. La prolifération des larves de *Chaoborus* est favorisée par la mauvaise qualité de l'eau et en particulier par la surabondance de nutriments. Pour y remédier, les auteurs préconisent un meilleur contrôle de l'agriculture et du traitement des eaux usées.

## PHYSIQUE

# UN TRANSISTOR POUR CONTRÔLER LES TERAHERTZ, ONDES REBELLES

Une équipe menée par Alexey Kuzmenko, chercheur au Département de physique de la matière quantique (Faculté des sciences), a réussi à mettre au point un transistor capable de contrôler l'intensité et la polarisation d'ondes terahertz, un rayonnement appartenant à l'infrarouge lointain (entre 300 gigahertz et 3 terahertz) que les scientifiques tentent avec difficulté de dompter depuis plus de 50 ans. L'invention, réalisée dans le cadre du projet européen *Graphene Flagship* et présentée dans un article paru le 7 mars dans la revue *Nature Communications*, est basée sur l'utilisation du graphène, soit une couche monoatomique de carbone. Depuis moins de dix ans,

les ingénieurs commencent à mettre au point des sources artificielles d'ondes terahertz, notamment à l'aide d'un laser à cascade quantique, mais sans en contrôler certains paramètres clés.

Le travail des physiciens genevois permet de pallier cette lacune offrant de nouvelles perspectives à une technologie en plein essor. Les ondes terahertz ont en effet un pouvoir pénétrant, comparable mais moins puissant que les rayons X, sans pour autant ioniser les atomes qu'elles croisent. Les applications potentielles sont nombreuses aussi bien dans la recherche scientifique que dans les télécommunications ou la sécurité.

## NEUROLOGIE

# APRÈS AVOIR APPRIS À CONTRÔLER LA MACHINE, LE CERVEAU SE MET À L'ÉCOUTER

La souris se tient immobile dans le noir. Soudain, elle perçoit une légère sensation physique, alors que rien ne la touche, immédiatement suivie par la délivrance d'une petite ration d'eau qu'elle boit sans attendre. Au cours des minutes qui suivent, l'expérience se répète plusieurs fois. Il est évidemment impossible de savoir ce qui se passe dans la tête d'une souris. Mais petit à petit, le rongeur semble apprendre comment provoquer la perception physique qui est toujours accompagnée de la récompense. En peu de temps, l'animal arrive à contrôler le phénomène. Celui-ci, pour le neuroscientifique qui l'observe à l'aide d'un appareillage sophistiqué, se traduit par l'activation d'un seul neurone chez le rongeur qui produit en retour une excitation locale de son cortex sensoriel ainsi que l'animation d'un bras robotique situé hors de sa vue et servant à illustrer le phénomène.

Tel est le résultat d'une étude parue le 22 février dans la revue *Neuron* et menée par l'équipe de Daniel Huber, professeur assistant au Département de neurosciences fondamentales (Faculté de médecine).

*«Notre étude apporte la preuve de principe qu'il est possible de contrôler un membre bionique uniquement à l'aide d'un retour de sensation artificielle, explique-t-il. Il y a longtemps que l'on arrive à exploiter une activité cérébrale, mesurée avec des électrodes implantées dans le cerveau, pour actionner un membre bionique. De telles neuro-prothèses, utilisées en cas de paralysie ou d'amputation, permettent de retrouver une certaine mobilité chez les patients. Mais les membres bioniques manquent cruellement de précision en raison notamment de l'absence de proprioception, c'est-à-dire d'une perception sensorielle (autre que la vision) capable de remonter au cerveau et qui permet d'évaluer sans les voir les mouvements du corps dans l'espace.»*

**Approche optique** Pour leur travail, les chercheurs genevois, dont fait aussi partie Mario Prsa, maître-assistant au Département de neurosciences fondamentales et premier



auteur de l'article, ont choisi une approche optique qui a l'avantage d'être moins invasive qu'un système d'électrodes implantées directement dans le cerveau.

Après avoir ouvert une fenêtre dans la boîte crânienne de la souris, ils y ont installé un dispositif permettant de mesurer l'activité des neurones mis à nu à cet endroit (une zone du cortex moteur, en l'occurrence). À cette fin, les cellules nerveuses du rongeur ont été génétiquement modifiées de manière à ce qu'elles deviennent fluorescentes quand elles sont actives. À l'aide d'un microscope spécial, les chercheurs peuvent ainsi observer le clignotement des neurones qui s'allument et s'éteignent au gré des mouvements et des cogitations – secrètes – de l'animal.

Ensuite, lorsque la souris «décharge» un neurone précis, choisi de manière arbitraire, le dispositif émet immédiatement un faisceau de

lumière bleue dirigée cette fois-ci vers le cortex sensoriel, situé juste à côté du cortex moteur et également visible par la fenêtre pratiquée dans la boîte crânienne. Les cellules visées sont, quant à elles, génétiquement modifiées de manière à devenir photosensibles. Elles s'activent sous l'effet de l'illumination et provoquent chez la souris une sensation physique.

*«Dans cette phase, nous visons quelques centaines de neurones à la fois afin que l'animal ressente quelque chose, précise Daniel Huber. On ne sait pas exactement ce qu'il ressent d'ailleurs. Un doigt qui vibre? Un chatouillement dans la patte? Mystère.»* Quoi qu'il en soit, à chaque bon usage du neurone, la souris reçoit sa récompense. Au bout de vingt minutes en moyenne – certaines souris apprennent plus vite – le rongeur maîtrise la technique et parvient à activer plus fréquemment son neurone.

**Signal bidirectionnel** *«Il n'est pas question d'appliquer à l'homme la méthode que nous avons utilisée sur nos souris, souligne Daniel Huber. En particulier, la transformation génétique des neurones de manière à ce qu'ils deviennent fluorescents ou photosensibles passe par une technique basée sur l'inoculation de virus modifiés. Ce n'est pas envisageable sur l'être humain.»*

En revanche, il existe, notamment aux États-Unis, des patients qui disposent déjà de neuro-prothèses dont les mouvements sont commandés par des signaux cérébraux. Il doit être possible, selon le chercheur genevois, de modifier leur dispositif, basé sur des électrodes implantées dans le cerveau, de façon à faire remonter un signal électrique vers le cerveau pas seulement dans le sens inverse.

*«La plus grande surprise de notre travail reste la découverte de la capacité de la souris à n'activer qu'un seul neurone à la fois, sans solliciter les autres cellules avoisinantes, note Daniel Huber. Nous ne savons pas encore comment c'est possible, mais cette particularité pourrait permettre de développer des systèmes de décodage des signaux cérébraux plus précis et plus stables.»*

PIERRES, FER ET OR

# CHASSE AU TRÉSOR DANS LE LIT DE LA FALÉMÉ

**UNE ÉQUIPE INTERNATIONALE,**  
DIRIGÉE PAR ÉRIC HUYSECOM,  
A RAPPORTÉ DE L'EST DU  
SÉNÉGAL DES TROUVAILLES  
ARCHÉOLOGIQUES DE PREMIÈRE  
IMPORTANCE POUR L'AFRIQUE  
DE L'OUEST, CERTAINES  
REMONTANT À 300 000 ANS



**SUR LES BERGES DE**  
LA FALÉMÉ AVEC, DE  
DOS, MICHEL RASSE,  
GÉOMORPHOLOGUE À  
L'UNIVERSITÉ DE LYON.



**FRAGMENT D'HÉMATITE**  
(À GAUCHE), DATÉ DE  
33 000 À 35 000 ANS.

**BIFACE TYPIQUE DE**  
L'ACHEULÉEN (À DROITE),  
PROVENANT DU SITE DU  
RAVIN BLANC 4, À 5 KM  
DU FLEUVE.



KATJA DOUZE

**Q**uatre découvertes et quatre premières. Tel est le spectaculaire résultat de la dernière campagne de fouilles archéologiques menée cet hiver dans l'est du Sénégal par l'équipe d'Eric Huysecom, professeur associé à l'Unité d'anthropologie du Département de génétique et évolution (Faculté des sciences). Les chercheurs genevois, associés à des collègues français, maliens et sénégalais, ont en effet rapporté dans leurs bagages une collection de bifaces datant de plus de 300 000 ans, quelques hématites utilisées pour leur pouvoir colorant il y a plus de 30 000 ans, des relevés de dizaines de fours destinés à la métallurgie du fer, dont certains sont vieux de plus de deux millénaires, et des creusets ayant servi à la transformation de l'or il y a mille ans.

## «NOUS Y MENONS DES FOUILLES DEPUIS 2012, APRÈS AVOIR DÛ QUITTER NOTRE BASE SCIENTIFIQUE DU MALI À CAUSE DE L'INVASION DES GROUPES DJIHADISTES»

Chacune de ces trouvailles remet l'Afrique de l'Ouest au centre de l'histoire ancienne de l'être humain sur ce continent, une place dont elle a longtemps été absente, faute de données.

«Ces trésors archéologiques ont été mis au jour dans la vallée de la Falémé, un affluent du fleuve Sénégal qui suit, en gros, la frontière entre le Sénégal et le Mali», explique Eric Huysecom. «Nous y menons des fouilles depuis 2012, après avoir dû quitter notre base scientifique du Mali à cause de l'invasion des groupes djihadistes. Notre projet, qui mobilise sur le terrain jusqu'à 40 archéologues, paléoenvironnementalistes, ethno-historiens et autres géomorphologues, reste le même. Il vise l'étude du peuplement humain présent et passé en Afrique ainsi que la reconstitution et l'analyse des interactions entre les sociétés humaines et les variations climatiques et environnementales.»

Irriguée toute l'année, la vallée de la Falémé forme un large corridor orienté nord-sud reliant l'Afrique

subsaharienne aux forêts équatoriales de Guinée. Cet axe de communication naturel a attiré l'attention des chercheurs genevois en raison des nombreux indices suggérant des peuplements possiblement très anciens dans la région. Par ailleurs, s'il existe déjà un certain nombre de campagnes de fouille dans le reste du Sénégal, les marches orientales du pays n'avaient jusqu'à présent presque jamais senti la morsure d'une pioche d'archéologue.

Il a fallu à l'équipe pluridisciplinaire cinq campagnes pour explorer la vallée, choisir les meilleurs sites et entreprendre les travaux de fouilles préliminaires.

«C'est long, admet Eric Huysecom. Mais cette persévérance est indispensable dans notre métier. Et elle porte aujourd'hui ses fruits.»

**Bifaces en place** Le trésor le plus ancien déterré dans la vallée de la Falémé est un important atelier de production de bifaces, c'est-à-dire de grands outils en pierre taillés sur les deux côtés et caractéristiques de l'Acheuléen, une période du paléolithique inférieur. Découvert dans les contreforts d'un ravin à environ 5 kilomètres du fleuve, le site a dévoilé un bric-à-brac de blocs et de milliers de pièces et de déchets de taille. Tout près de là affleure une énorme veine de grès de bonne qualité qui a fourni la matière première pour la fabrication des outils dont certains sont aussi grands qu'une main adulte.

«L'occupation n'est pas forcément constante, estime Katja Douze, chercheuse à l'Unité d'anthropologie et spécialiste du paléolithique. Mais ce gisement a probablement fait revenir régulièrement les hommes au même endroit pour se fournir en outillage.»

L'atelier de taille n'a pas encore pu être daté avec précision. Les chercheurs savent seulement qu'il est antérieur à 300 000 ans, soit l'âge de la couche de terre située juste au-dessus qui a été analysée lors d'une campagne précédente. La datation de l'étage comprenant les bifaces est néanmoins en cours à l'Université de Bordeaux. Une chose est sûre, ce n'est pas l'homme moderne qui a façonné ces outils mais son prédecesseur *Homo erectus*, grand inventeur et premier hominidé à avoir quitté l'Afrique pour se répandre à la surface du monde. Pour lui, le biface représentait l'équivalent paléolithique du couteau suisse. Il lui servait à racler, râper, couper, tailler, percer...

«L'Acheuléen désigne le premier ensemble culturel humain qui soit commun à tout l'Ancien monde, précise Eric Huysecom. On en retrouve des traces, sous forme de bifaces justement, en Europe, en Asie et en Afrique. Sur ce dernier continent, il est bien documenté dans le sud, dans l'est et depuis peu aussi au Maghreb. Mais en Afrique de l'Ouest, on n'avait encore jamais trouvé autant de vestiges de cette époque. Et, surtout, c'est la première fois que l'on en découvre *in situ*, c'est-à-dire tels que laissés par l'homme, et en stratigraphie, ce qui nous permet de les étudier en détail et de les placer dans leur contexte.»

**Petites hématites** La deuxième surprise de la campagne 2017 est apparue sous la forme de quelques fragments de roche rouges de 3 ou 4 millimètres de côté. Il s'agit d'hématites, c'est-à-dire de minéraux riches en oxyde de fer qui, lorsqu'ils sont chimiquement dégradés, deviennent une matière très colorante. Plusieurs études ont attesté leur utilisation dès 80 000 ans avant notre ère en Afrique du Sud. Selon elles, l'hématite aurait servi de colorant pour le corps ou pour divers supports, d'ingrédient dans la confection de colle, d'antimoustique, de protection contre le soleil et même de cicatrisant.

«J'ignore à quoi les fragments que j'ai trouvés en particulier ont servi, précise Maria Lorenzo Martinez, qui prépare sa thèse sur la production lithique de cette période en Afrique de l'Ouest. J'ai remarqué à la surface d'un des échantillons des stries qui semblent indiquer qu'il a été frotté, peut-être pour en faire de la poudre. Mais pour en savoir davantage, il faudra une étude plus approfondie. Ce qui est sûr, en revanche, c'est que l'hématite n'est pas présente naturellement dans la vallée de la Falémé. Elle provient de plateaux plus lointains et a été apportée par Homo sapiens.»

Mis à part une autre occurrence au Mali, mais qui n'a pas encore été publiée, c'est la première hématite de ce type mise au jour en Afrique de l'Ouest. Elle a été dûment datée entre 33 000 et 35 000 ans avant le présent. «C'est une découverte très sensible, car on touche potentiellement aux premiers signes d'un comportement symbolique de l'homme moderne, souligne Eric Huysecom. Les hématites de la Falémé permettent en tout cas de placer un premier point sur la carte de l'Afrique de l'Ouest.»

Les sites fouillés par Maria Lorenzo Martinez ont également fourni une importante collection de pièces bifaciales, c'est-à-dire des outils en pierres taillées plus petits et plus travaillés que les grands bifaces cités plus haut. La docteure en a sorti une vingtaine du sol en une seule campagne. Une quantité exceptionnelle

qui a d'ores et déjà permis d'identifier plusieurs discontinuités dans le peuplement de la région entre 70 000 et 20 000 ans avant le présent.

«Certaines pièces sont très différentes et n'auraient jamais été associées entre elles si on ne les avait pas trouvées dans les mêmes couches, note Maria Lorenzo Martinez. La fabrication est purement locale, car toutes les matières utilisées (silexite, grès quartzite, grès silicifié...) sont présentes naturellement autour du site de fouille. On trouve surtout des pointes utilisées comme projectiles. Leur extrémité cassée de manière caractéristique prouve qu'elles ont servi à la chasse. Ce sont des pièces magnifiques qui démontrent un travail très fin, suggérant l'utilisation pour certaines de la technique de la pression qui apparaît généralement plus tard, au Mésolithique, voire au Néolithique.»

**Savoir-faire dans le fer** À l'affût de signes témoignant des premières utilisations du fer par l'être humain, Anne Mayor, chargée de cours à l'Unité d'anthropologie, a quant à elle dû s'éloigner de 15 kilomètres du fleuve avant de réaliser ses premières découvertes, la prospection le long de la Falémé n'ayant rien donné. C'est le gardien de la réserve toute proche du Boundou, lui-même un ancien forgeron, qui a montré à la chercheuse genevoise ses premiers fours anciens ayant servi à la réduction du fer, perdus en pleine brousse.

«Nous avons identifié, dans une même région et parfois au même endroit, deux types de fours issus de deux technologies totalement différentes, explique-t-elle. Le premier se présente sous la forme d'un amas de scories sous lesquelles on peut retrouver des restes de four ainsi que des tuyères d'aménage d'air. Ces installations ont visiblement été réutilisées et sur de longues périodes. On en a dénombré une quinzaine, mais il y en a certainement plus. Le second type de fours, en revanche, a laissé des traces moins visibles. Il ne reste au sol que des cercles indiquant la base de parois et il faut creuser pour trouver la fosse où s'écoulait la scorie. Ces fours sont à usage unique, mais ils sont plus nombreux. On en a trouvé des dizaines en batterie, les uns à côté des autres, des centaines en tout.»

La datation de ces installations a permis d'apporter un début d'explication à cette curieuse cohabitation. L'analyse indique en effet que les fours réutilisables datent de 400 à 200 ans avant notre ère tandis que ceux à usage unique sont apparus entre 400 et 600 ans après notre ère. En d'autres termes, ces deux technologies sont séparées par un millénaire. Et si les forgerons sont revenus au même endroit après tout ce temps, c'est probablement en raison de la présence de minerai. Celui-ci n'a cependant pas encore été localisé.

**PIÈCE BIFACIALE**  
TROUVÉE EN SURFACE  
À SANSANGUOTO,  
VALLÉE DE LA FALÉMÉ  
(CI-DESSOUS).

**CREUSET EN TERRE**  
CUITE EXHUMÉE  
DE DJOUTOUBAYA  
(EN BAS).

**BASES DE FOURS DE**  
RÉDUCTION DU FER,  
EN COURS DE FOUILLE  
SUR LE SITE DE DAKABA,  
DATANT DU V<sup>e</sup> SIÈCLE DE  
NOTRE ÈRE (CI-CONTRE).

**GRAND BÂTIMENT**  
**QUADRANGULAIRE** DU  
SITE DE DJOUTOUBAYA  
EN COURS DE FOUILLE  
(CI-CONTRE À DROITE).



MARIA LORENZO MARTINEZ



N. D. GLAUSER



ANNE MAYOR



A. WALMSLEY

*«L'Afrique subsaharienne se distingue par le fait que le procédé de réduction du fer y a été inventé de manière indépendante, poursuit Eric Huysecom.*

*Très précoce et manifestement antérieure à la métallurgie du cuivre (contrairement à ce qui s'est passé dans d'autres régions du globe), cette pratique commence en Afrique vers 1500 avant notre ère.*

*Mais cela n'est attesté que par un petit nombre de vestiges, notamment un four et quelques datations au carbone 14 au Niger et près des Grands Lacs.*

*Les découvertes réalisées dans la vallée de la Falémé, même si elles ne sont pas si anciennes, permettront de mieux documenter l'évolution de ces technologies dans cette partie du monde au cours des trois derniers millénaires.»*

Sur un des trois sites fouillés par Anne Mayor et ses collègues, une tranchée creusée à proximité d'un amas de scories a révélé les restes d'un habitat directement lié à la production métallurgique, ce qui n'est pas courant. Autre curiosité : la découverte, dans les restes de

four datant du I<sup>er</sup> siècle de notre ère, de scories en forme de noix de palmier rônier (appartenant au genre *Borassus*). Ce qui s'est probablement passé, c'est que les scories, c'est-à-dire les déchets du processus de réduction du fer, ont coulé dans la cuvette du four préalablement remplie de fruits du palmier à la place de la paille habituellement utilisée. D'une manière ou d'une autre, la matière en fusion a pris la place de la graine ou de la noix et formé ainsi un moulage. Quoi qu'il en soit, dans le domaine de la typologie des scories, c'est, là aussi, une première.

**Forts en or** Dernier cliché potentiellement battu en brèche : la transformation de l'or. La vallée de la Falémé se trouve en effet à proximité des mythiques mines d'or du Bambouk qui ont contribué à la fortune des empires du Ghana (du V<sup>e</sup> au XIII<sup>e</sup> siècle) puis du Mali (du XIII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle). On est en quelque sorte au cœur

## «CES FOUPS SONT À USAGE UNIQUE, MAIS ILS SONT NOMBREUX. ON EN A TROUVÉ DES DIZAINES EN BATTERIE, LES UNS À CÔTÉ DES AUTRES, DES CENTAINES EN TOUT»

de l'eldorado oublié-africain, cible de nombreuses convoitises, même européennes, à travers tout le Moyen Âge et jusqu'à aujourd'hui.

«Faute d'éléments permettant d'affirmer le contraire, on a toujours pensé que les Africains vivant sur cette ressource exceptionnelle se bornaient à extraire l'or et à le vendre à des intermédiaires généralement arabes, explique Eric Huysecom. La poudre d'or était ensuite acheminée vers les cités nord-africaines comme Le Caire et c'était seulement là qu'elle était transformée en bijoux ou pièces de monnaie.»

Cette vision pourrait cependant bien être revue et corrigée depuis la découverte près de la Falémé d'un curieux bâtiment rectangulaire et massif ainsi qu'une série de creusets de forme standard présents tout au long de l'occupation du village. Remarquant l'absence de scories et d'autres déchets caractéristiques, les chercheurs ont écarté la possibilité que ces objets aient pu servir à la métallurgie du fer ou du cuivre. Ne reste donc plus que, par déduction, la transformation de l'or. «Par ailleurs, selon nos analyses, le bâtiment a été fondé autour de l'an mil et, après plusieurs destructions et reconstructions, il est abandonné vers 1270, précise Eric Huysecom. Cela correspond aux derniers siècles de l'empire du Ghana et à l'émergence de celui du Mali. Les murs en terre crue sont épais de 60 centimètres, ce qui en fait un édifice robuste. Et, surtout, c'est le plus ancien bâtiment rectangulaire en brique connu au sud du Sahara.»

En d'autres termes, le caractère exceptionnel du bâtiment est probablement lié à une fonction elle aussi exceptionnelle. La première hypothèse avancée par les archéologues est celle d'un village qui aurait été actif dans la transformation de l'or, comme en témoignent les creusets, et dans lequel cette maison aurait peut-être servi de «coffre-fort» pour stocker le précieux métal. Les destructions successives par le feu ont alors pu résulter d'attaques de la part de pillards ou d'expéditions militaires venus des régions voisines.

Cette hypothèse demande toutefois d'être confirmée par des études supplémentaires. Le travail ne manque pas puisque seule une partie du bâtiment rectangulaire a été mise au jour alors que le village ancien qui l'abrite s'étend sur près d'un kilomètre.

Anton Vos

## TAPIS VÉGÉTAL

# LA CLASSIFICATION DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES MISE AU NET

**LES PLANTES** VIVENT TOUJOURS EN ASSOCIATION AVEC D'AUTRES ESPÈCES.  
UNE ÉQUIPE DE PHYTOSOCIOLOGUES VIENT DE PUBLIER LE PREMIER SYSTÈME DE CLASSEMENT HIÉRARCHISÉ ET UNIFORMISÉ POUR TOUTES LES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES D'EUROPE

«**S**apinières hyperacidiphiles, mésophiles, froides à lycopodes», «végétation pionnière sur sols acides et peu profonds sur des affleurements rocheux siliceux des vallées alpines», «pelouses pérennes et steppes médio-européennes».... Les biologistes ont toujours classé le monde du vivant dans des cases dûment étiquetées afin de pouvoir mieux les étudier. Ils l'ont fait avec les espèces qu'ils ont assemblées en genres, puis en familles et ainsi de suite. Visant à mieux rendre compte de la complexité du tapis végétal recouvrant la planète, la phytosociologie tente de faire de même non pas avec des espèces considérées séparément mais en prenant comme unité de base des communautés végétales entières, c'est-à-dire des associations de plantes partageant un même espace. Encore faut-il s'entendre sur le classement et les noms à donner à chacune des cases.

Fruit de près de sept ans d'un travail sans relâche, un article, paru en décembre 2016 dans un supplément de la revue *Applied Vegetation Science*, propose pour la première fois un système de classification hiérarchique uniformisé des

communautés végétales européennes ainsi qu'une nomenclature expurgée de quantités de doublons, synonymes et autres erreurs qui l'ont longtemps émaillée. Explications avec Jean-Paul Theurillat, chargé de cours au Département de botanique et biologie végétale (Faculté des sciences) et qui est un des principaux auteurs de l'étude.

**«NOUS AVONS DÉFINI 149 CLASSES, 377 ORDRES ET PRÈS DE 1200 ALLIANCES DANS LESQUELS ON PEUT RANGER TOUTES LES ASSOCIATIONS DE PLANTES D'EUROPE»**

«Notre travail a abouti à trois systèmes de classification, précise le chercheur. Le premier comprend les communautés de plantes dominées par les plantes vasculaires (EuroVegChecklist 1, ou EVC1), le deuxième par les mousses et les lichens (EVC2) et le troisième par les algues (EVC3). En

tout, nous avons défini et nommé 149 classes, elles-mêmes divisées en 377 ordres regroupant à leur tour près de 1200 alliances dans lesquels on peut ranger toutes les associations de plantes d'Europe selon une méthode que nous détaillons également dans l'article.»

Les auteurs ont aussi développé un logiciel, *EuroVegBrowser*, permettant de s'y retrouver au milieu de tous ces concepts. Le programme comprend entre autres quelque 16 000 espèces de plantes permettant de déterminer la classification d'une communauté végétale donnée.

Une forêt de tilleuls du Bas-Valais, par exemple, désigne un espace, généralement en pente ou marqué par des éboulis, dans lequel se côtoient le tilleul à larges feuilles, le frêne, l'érable, l'orme, ainsi que le tilleul à petites feuilles. Le tout peut être orné, entre autres, de clématite et de tamier tandis que le sol est souvent tapissé de campanule fausse raiponce, de mercuriale, de campanule gantelée ou encore de mélitte à feuilles de mélisse.

Sur la base de ces renseignements, il est possible de placer cette communauté végétale assez luxuriante dans le système EVC. Elle fait d'abord partie de la classe très vaste appelée *Carpino-Fagetea sylvatica* qui rassemble les forêts tempérées mixtes et à feuilles caduques d'Europe tempérée, d'Anatolie, du Caucase et de Sibérie du Sud. Elle est ensuite placée dans l'ordre plus spécifique des *Aceretalia pseudoplatani*, c'est-à-dire les forêts d'érables et de tilleuls

## DE HAUT EN BAS

**LANDINE ARCTIQUE  
INFÉRIEURE DE L'OUEST  
DU GROENLAND**  
(« DESCHAMPSIO  
FLEXUOSAE-  
VACCINIETALIA MYRTILLI »)  
AVEC LA CAMARINE  
HERMAPHRODITE  
(« EMPETRUM  
HERMAPHRODITUM »),  
L'AIRELLE À PETITES  
FEUILLES (« VACCINUM  
ULIGINOSUM SUBSP.  
MICROPHYLLUM »),  
L'AZALÉE DES ALPES  
(« KALMIA PROCUMBENS »)  
ET LA DIAPENSIÉ DE  
LAPPONIE (« DIAPENSIAS  
LAPPONICA »).



## SEMI-DÉSERT D'ALTITUDE

(« SPARTOCYTISETA  
SUPRANUBII ») AVEC  
L'EMBLÉMATIQUE  
VIPÉRINE DE WILDPRET  
(« ECHIUM WILDPRETI »)  
À LAS CAÑADAS,  
TENERIFE, ÎLES CANARIES.



**FORÊT DE BOULEAUX  
BLANCS** (« BETULA  
PENDULA ») DE L'OURAL  
ET DU SUD DE LA SIBÉRIE  
PRÈS DE NOVOSIBIRSK  
QUI SE RENCONTRE  
AUSSI LARGEMENT  
DANS LA PARTIE  
EUROPÉENNE DE LA  
RUSSIE (« BRACHYPODIO-  
BETULETEA »).



**STEPES RELICTUELLES  
SUR LOESS** (« FESTUCION  
VALESIACAE ») AVEC LE  
PLUMET PENNÉ (« STIPA  
PENNATA ») ET LE PLUMET  
ADMIRABLE (« STIPA  
PULCHERRIMA ») PRÈS DE  
POUZD ANY, RÉPUBLIQUE  
TCHEQUE.



sur des éboulis et des ravins de la zone némoriale de l'Europe tempérée. Et on peut finalement la ranger dans l'alliance des *Melico-Tilion platyphylli*, autrement dit les forêts de tilleuls thermophiles sur les pentes d'éboulis à basse altitude des régions méridionales d'Europe centrale.

**Critères différents** Contrairement à la classification des espèces, qui sont liées entre elles par le phénomène de l'évolution, celle des associations de plantes suit des critères très différents. L'idée consiste à diviser le tapis végétal d'une région en unités distinctes dont le contenu en plantes serait déterminé par la combinaison d'une série de paramètres tels que les aires de répartition des espèces, la nature du sol, le climat, la température, l'altitude, la pente, l'exposition au soleil, etc.

En d'autres termes, deux parcelles présentant les mêmes caractéristiques ont de fortes chances de comporter – plus ou moins – le même contenu et la même structure. Les possibilités restent toutefois innombrables. Chaque année, la littérature spécialisée rapporte des centaines de nouvelles communautés ou groupements de communautés végétales.

**Découpage scientifique** «*De tout temps, l'être humain a classifié son environnement*, note Jean-Paul Theurillat. Il a rapidement séparé les forêts

*des prairies, des éboulis et autres bords de rivière. Et il a donné à ces espaces des noms tels que pampa, steppe, maquis, garrigue, lande, pré, pelouse, etc. mais il s'agit là d'une classification intuitive du paysage. Notre travail consiste à donner une base scientifique à ce découpage afin de pouvoir étudier le tapis végétal qui représente un moteur essentiel de la vie sur Terre tout en étant un système d'une très grande complexité. L'effort de nomenclature que nous venons de fournir est donc essentiel pour notre discipline. Il l'est aussi dans l'optique de l'aménagement du territoire et de la conservation de la nature.»*

Il ne suffit pas, en effet, d'affirmer qu'une éventuelle future autoroute entraînera la destruction d'une hêtraie, par exemple. Pour un phytosociologue, il existe des dizaines de hêtraies différentes, ayant toutes leurs propres caractéristiques. Certaines sont plus rares ou plus délicates que d'autres et méritent peut-être un plus grand effort de sauvegarde à cause des espèces ou des associations d'espèces menacées qu'elles renferment. D'où la nécessité de nommer avec précision ces communautés. Il existe d'ailleurs désormais une liste rouge européenne des milieux en péril\*.

Anton Vos

\* [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/redlist\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/redlist_en.htm)

## LA PHYTOSOCIOLOGIE, UNE SCIENCE NÉE AUX GRISONS

Comme toute discipline scientifique qui se respecte, la phytosociologie, c'est-à-dire l'étude des associations de plantes, est traversée par différentes écoles de pensée. En l'occurrence, il en existe deux principales, une centro-européenne et une anglo-saxonne, proposant chacune leur propre méthode de détermination d'une communauté végétale. La première, celle qui est utilisée dans l'article paru dans la revue *Applied Vegetation Science* (lire ci-dessus), porte le nom du botaniste autodidacte grison Josias Braun-Blanquet (1884-1980) qui en a jeté les bases au début du XX<sup>e</sup> siècle et qui est

considéré comme le fondateur de la phytosociologie. Neveu d'un commerçant de graines et lui-même formé comme employé de banque, Josias Braun s'intéresse très tôt aux plantes, notamment celles recouvrant les alpages surplombant Coire. C'est grâce à la qualité de ses travaux et à une rencontre fortuite avec Carl Schröter, professeur de géobotanique à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, qu'il entre dans le monde académique. Il rencontre notamment le botaniste genevois Paul Chenevard, auteur de la première flore du Tessin, qui l'invite à des excursions. Il obtient ensuite une place d'assistant à

l'EPFZ et publie notamment un ouvrage sur la végétation des Alpes lépontines. Peu après, il travaille durant une année dans une banque à Genève, où il rencontre d'autres botanistes de premier plan tels que Robert Buser, conservateur de l'herbier de Candolle, et John Briquet, conservateur du Jardin botanique de Genève. Mais le fait de ne pas détenir de titre universitaire l'empêche de réaliser une thèse. En Suisse du moins. Sa renommée et ses contacts lui ouvrent les portes ailleurs. Il décroche ainsi un poste de docteur à l'Université de Montpellier. Il y croise Gabrielle Blanquet,

qui devient sa femme quelques années plus tard. Selon la tradition grisonne, il accole le nom de famille de son épouse au sien. En 1928, Josias Braun-Blanquet rédige son chef-d'œuvre, *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*, qui est traduit en anglais en 1932 et lui assure une diffusion internationale. En 1930, il fonde à Montpellier la Station internationale de géobotanique méditerranéenne et alpine (SIGMA) dont il devient le directeur. Il meurt dans la ville occitane en 1980 après avoir reçu de nombreuses distinctions, dont la médaille d'or de la Société linnéenne de Londres en 1974.

CROÛTE MÉTALLIQUE

# LES RESSOURCES MINÉRALES SONT SUFFISANTES POUR DES SIÈCLES

**AVEC CINQ DE SES COLLÈGUES**, LLUIS FONTBOTÉ, PROFESSEUR AU DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE, FAIT LE POINT SUR LES RESSOURCES MINÉRALES MONDIALES. ET LES PERSPECTIVES SONT LOIN D'ÊTRE ALARMANTES

**L**a revue spécialisée *Geochemical Perspectives*, qui paraît deux fois par an, a consacré son numéro d'avril aux ressources minérales globales. Pas moins de 170 pages rédigées par six auteurs, dont Lluis Fontboté, professeur au Département des sciences de la Terre (Faculté des sciences), qui font le point sur une question de très haute importance pour la société actuelle, tant il est vrai que la consommation de cuivre, de fer, de zinc et autres matières premières minérales, déjà importante, ne cesse d'augmenter et que rien ne semble pouvoir inverser cette tendance pour les décennies à venir. Explications.

**Campus : Pourquoi s'intéresser au problème des ressources minérales globales maintenant ?**

**Lluis Fontboté :** Nous voulions combattre une idée fausse, largement répandue dans le grand public mais aussi dans la presse spécialisée, selon laquelle les ressources minérales seraient bientôt épuisées. Dans un numéro paru en 2014 de la revue *Geochemical Perspectives* elle-même, des chercheurs ont affirmé que de nombreux minéraux se sont raréfiés et que leur production devrait atteindre un pic dans les 50 prochaines années. Les auteurs étaient d'avis que le monde se dirigeait vers une restriction de ressources essentielles pour l'humanité et que cette restriction aurait un profond impact sur l'économie mondiale et sur le style de vie des générations futures. Il nous

a paru important et urgent, à moi et mes cinq collègues issus du monde académique et industriel, de rectifier le tir et de mettre par écrit ce que l'on sait de l'état réel des ressources minérales globales, depuis la formation des gisements jusqu'à leur exploitation.

**Selon vous, nous ne sommes donc pas menacés par une pénurie ?**

Du point de vue géologique, une pénurie prochaine des ressources minérales est un faux problème. Ceux qui prétendent le contraire commettent en général deux erreurs. La première consiste à confondre les notions de réserves et de ressources. Les réserves représentent la quantité de minerai identifiée, mesurée et exploitable économiquement aujourd'hui ou dans un futur proche. La connaissance de cette donnée exige d'importants investissements, notamment sous la forme de forages coûteux. Les compagnies minières, qui cherchent avant tout à garantir leur rentabilité économique, ne se lancent pas dans des prospections plus larges que nécessaire. Par conséquent, la durée de vie de ces réserves est maintenue à un taux plus ou moins constant,

**« DU POINT DE VUE GÉOLOGIQUE, UNE PÉNURIE PROCHAINE DES RESSOURCES MINÉRALES EST UN FAUX PROBLÈME »**

entre vingt et quarante ans selon les métaux. Ce qui explique pourquoi on évoque, régulièrement, une pénurie qui surviendrait dans quelques décennies. Ce raisonnement est toutefois erroné, car il ne prend pas en compte la quantité totale de métaux à disposition.



**MINE DE CUIVRE** DANS  
L'UTAH, ÉTATS-UNIS.

**PIC DU CUIVRE.** DE NOMBREUX AUTEURS ONT PRÉDIT POUR 2020, 2040 OU ENCORE 2050 UN PIC DU CUIVRE (UN «PEAK COPPER» SIMILAIRE AU «PEAK OIL» CONCERNANT LE PÉTROLE), C'EST-À-DIRE UN POINT À PARTIR DUQUEL LA PRODUCTION DE CE MÉTAL NE POURRA QUÉ DIMINUER EN RAISON DE L'ÉPUISEMENT DES GISEMENTS.

**D'AUTRES SONT D'AVIS** QU'IL EST IMPOSSIBLE DE CALCULER UN TEL PIC DANS LA MESURE OÙ L'ON IGNORE ENCORE L'EXISTENCE DE LA PLUPART DES GISEMENTS EXPLOITABLES.

## C'est-à-dire les ressources...

Exactement. Et celles-ci comprennent les gisements que l'on connaît déjà – y compris ceux qui ne sont pas économiquement rentables pour le moment – mais aussi, et surtout, tous ceux dont on ignore encore l'existence. Jusqu'à présent, seuls les gisements les plus accessibles et les plus proches de la surface ont été découverts. Une grande partie de la croûte superficielle de la planète est encore peu connue car peu explorée. Par ailleurs, il est actuellement possible d'exploiter des mines jusqu'à 3000 mètres de profondeur alors que l'écrasante majorité d'entre elles s'étendent jusqu'à 100 ou 200 mètres de profondeur. Cela présente des coûts en matière de ventilation des galeries et de résistance à la pression de la roche, mais c'est faisable.

## Quelle est la deuxième erreur de ceux qui craignent une pénurie?

Elle concerne l'estimation du volume de ces ressources. De tels calculs existent dans la littérature scientifique, mais ils sont basés sur des projections à partir de gisements connus. Du coup, les estimations sont très en deçà de la réalité. Dans notre article, nous avons choisi une approche plus globale qui intègre toutes les connaissances acquises en matière de formation des gisements, d'évolution tectonique, etc. C'est à partir de ces données que nous sommes arrivés à la conclusion que pour le cuivre, par exemple, il existe des ressources exploitables pour au moins des centaines, voire des milliers d'années.

## Même pour approvisionner la Chine, l'Inde ou l'Afrique?

Oui certainement, à condition de réaliser un effort d'exploration. La Chine a connu une croissance fulgurante depuis 2000, qui a mis la production de métaux sous forte pression, ce qui a laissé le temps aux prix de s'envoler temporairement. Le choc est maintenant résorbé. Il en sera de même pour l'Inde, dont la consommation de métaux commence aussi à décoller. Cela dit, étant donné qu'il faut souvent plus d'une quinzaine d'années pour mettre en route une mine, de nouvelles crises d'approvisionnement ne sont pas exclues en cas d'augmentation rapide de la demande ou d'un défaut d'exploration.

## Le recyclage n'est-il pas une solution?

Le recyclage est très important, mais il ne pourra jamais répondre à tous les besoins. D'une part, parce qu'il y a toujours des pertes inévitables dans le processus industriel et de recyclage, pertes qu'il faut compenser par de nouvelles matières premières, même dans des sociétés comme les nôtres où la consommation de métaux se stabilise depuis quelque temps. D'autre part, on ne peut pas empêcher les pays en voie de développement de s'industrialiser, ce qui passe par une importante consommation de métaux.

## Les mines ont également mauvaise presse en raison de leur impact environnemental et social...

En effet, le véritable problème n'est pas l'épuisement des ressources minérales, mais l'impact

environnemental et sociétal que provoque leur exploitation. Il existe déjà des technologies qui permettent de minimiser ces impacts comme l'établissement de mines souterraines plutôt que des carrières à ciel ouvert. On arrive aussi à diminuer la production d'eaux acides, le principal polluant généré par les mines. Mais ce n'est que la recherche scientifique, à laquelle mon équipe du Département des sciences de la Terre contribue, qui permettra de poursuivre cet effort visant à diminuer au maximum les nuisances de l'industrie minière, tout en développant des connaissances permettant de découvrir de nouveaux gisements à des profondeurs toujours plus grandes. D'ailleurs, l'ouverture de nouvelles mines dans des pays comme ceux de Scandinavie ne rencontre que peu d'opposition. Les gens sont en général bien informés et font confiance à l'État pour que les exploitations préservent au mieux la nature et qu'une partie des profits revienne à la société et aux communautés locales. Malheureusement, ce n'est pas du tout le cas dans de nombreux pays en développement. En plus du problème des mines clandestines très polluantes qui prolifèrent malgré leur interdiction, la corruption entache souvent les procédures d'octroi des licences minières. L'environnement et la population locale passent alors souvent au second plan.

Propos recueillis par Anton Vos

# LES NOUVELLES FRONTIÈRES DES MINES

Dans le futur, satisfaire les besoins croissants de l'humanité en métaux exigera que l'on intensifie l'exploration minière, que l'on cherche des gisements à de plus grandes profondeurs et que l'on exploite des minéraux plus pauvres en métaux. Dans le numéro du mois d'avril de la revue *Geochemical Perspectives* entièrement consacré aux ressources minérales mondiales, les auteurs, dont fait partie Lluis Fontboté, professeur au Département des sciences de

la Terre (Faculté des sciences), voient même plus loin et proposent quelques pistes plus originales. L'une d'elles consiste à trouver de nouvelles sources de métaux. Certains minéraux obscurs peuvent ainsi subitement devenir intéressants, car certains de leurs composants s'avèrent nécessaires à une nouvelle technologie, comme cela s'est passé avec le bastnäsite contenant des terres rares. À l'autre extrême, des minéraux communs pourraient devenir la

source d'éléments communs. Les Feldspath ou l'argile pourraient ainsi fournir de l'aluminium si les gisements de bauxite devaient un jour s'épuiser. Certains spécialistes rappellent que même l'eau de mer et les eaux souterraines saumâtres contiennent des métaux qui pourraient être extraits de manière profitable dans le futur. L'autre voie à explorer est celle de nouveaux sites. L'un d'eux est le fond de la mer. Des efforts sont d'ailleurs déjà en cours pour en

tirer massivement des composés sulfurés. Mais ces endroits reculés sont aussi riches en manganèse, nickel, cuivre, cobalt, etc. Dans ce domaine, la frontière ultime pourrait bien être extraterrestre. Certaines compagnies examinent en effet déjà l'intérêt d'extraire des métaux d'astéroïdes ou de planètes proches, même si une telle éventualité n'interviendra que dans un futur plus distant, lorsque la technologie le permettra et que les conditions économiques nous y pousseront.

LE POIDS DES MOTS

# THÉODORE DE BÈZE EN TOUTES LETTRES

**QUATRE** SIÈCLES APRÈS LA MORT DU SUCCESEUR DE JEAN CALVIN, SA CORRESPONDANCE COMPLÈTE EST ENFIN ÉDITÉE. FRUIT DE PRÈS DE SIX DÉCENNIES DE LABEUR, ELLE RASSEMBLE QUELQUE 3000 LETTRES RÉPARTIES EN 43 VOLUMES

**C'** est un monument qu'il a fallu près de soixante ans pour ériger. Lancée en 1960, l'édition de la correspondance de Théodore de Bèze est aujourd'hui achevée. Répartie en 43 volumes, elle rassemble sur près de 12 500 pages – et selon un ordre chronologique – 2 792 lettres envoyées ou reçues par l'héritier spirituel de Calvin entre 1539 et 1605. Un gigantesque corpus, pour l'essentiel en langue latine, qui constitue une source de premier plan pour tout ce qui touche à l'histoire religieuse, politique et intellectuelle de la seconde partie du XVI<sup>e</sup> siècle. Retour sur cette formidable aventure éditoriale en compagnie de Béatrice Nicollier, chercheuse associée à l'Institut d'histoire de la Réformation de l'UNIGE et cheville ouvrière du projet depuis 1977.

**Faux départ** Comme celle de la plupart des grandes figures de la Réforme, la correspondance de Jean Calvin – soit près de 4 200 pièces – a été publiée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, sous l'impulsion de l'histoire positiviste et de son amour immodéré pour les sources. En toute logique, celle de son successeur direct aurait dû suivre dans la foulée. Le projet est en tout cas mis sur les rails dès 1903 par un certain Hippolyte Aubert. Directeur de la Bibliothèque publique et universitaire de Genève, ce dernier se retrouve libre de tout engagement après un conflit avec les autorités. À 40 ans, il décide dès lors de consacrer l'essentiel de son énergie à la publication de la correspondance française de Théodore de Bèze ainsi qu'à celle de

ses échanges avec le successeur de Zwingli à Zurich, Heinrich Bullinger. Miné par une longue maladie, Hippolyte Aubert s'éteint en 1923 sans être parvenu à publier la moindre ligne. Il laisse cependant à la postérité un lot de 1 840 lettres recopiées par ses soins et conservées depuis 1915 par le Musée d'histoire de la Réformation.

**Les années volontaires** Elles y dormiront jusqu'au lendemain du second conflit mondial. Relancé par le Musée historique de la Réformation en 1945, le projet est alors revu à la hausse puisqu'il s'agit cette fois de publier,

**UNE SOURCE DE  
PREMIER PLAN  
POUR TOUT CE QUI  
TOUCHE À L'HISTOIRE  
RELIGIEUSE, POLITIQUE  
ET INTELLECTUELLE  
DE LA SECONDE  
PARTIE DU XVI<sup>E</sup> SIÈCLE**



Théodore de Bèze  
Correspondance  
Tome XLII (1603-1605)

Édité par Alain Dufour,  
Kevin Bovier, Hervé Genton,  
Claire Moutengou Barats,  
Béatrice Nicollier-De Weck,  
compilé par  
Hippolyte Aubert,  
Librairie Droz, 188 p.

selon un ordre chronologique, l'ensemble des lettres envoyées et reçues par le fondateur de l'Académie. Avec le soutien du Fonds national de la recherche scientifique (qui finance un poste) et beaucoup de bonne volonté, une petite équipe ne comptant ni ses heures ni son salaire est constituée.

À la baguette : Henri Meylan, professeur d'histoire de l'Église à l'Université de Lausanne,

QV TIBI NUNC HIC ETIA THEODORVS ESSA VIDENTUR  
SI VOGEM POSSET AUDIRE VIVAS.

AN ETAT 24

bientôt rejoint à titre bénévole par l'archiviste-paléographe Alain Dufour, également patron des éditions Droz. Autour d'eux – puis du seul Alain Dufour, qui mettra son érudition hors du commun au service de ce projet jusqu'à son décès survenu ce printemps – une équipe au sein de laquelle se relayeront une petite quinzaine de collaborateurs.

**Un Réformateur au couvent** Commence alors un véritable travail de fourmi dont la première étape consiste à dresser l'inventaire d'un corpus bien localisé mais relativement dispersé. Outre les documents rassemblés par Hippolyte Aubert au début du XX<sup>e</sup> siècle, le Musée d'histoire de la Réformation abrite également près d'un tiers des lettres adressées à Bèze, documents qui ont été conservés par la famille Tronchin jusqu'en 1937.

Zurich détient de son côté un fonds soigneusement classé contenant 400 missives envoyées par Bèze à ses homologues alémaniques (Heinrich Bullinger, bien sûr, mais aussi Rudolf Gwalther ou Hans Wilhelm Stucki).

De manière un peu paradoxale, c'est au couvent catholique de Sainte-Geneviève, à Paris, qu'il faut se rendre pour consulter, sous la cote «Epistolae haereticorum», un lot contenant 300 copies anciennes réalisées par un correspondant silésien du Réformateur genevois nommé Jacques Monau et léguées au couvent parisien par son petit-neveu au moment de la conversion de celui-ci au catholicisme.

Restées très difficiles d'accès aux chercheurs jusqu'à la chute du mur de Berlin en 1989, près de 800 autres lettres – dont une grande partie sont des échanges avec Calvin – dorment à Gotha,

cité thuringienne intégrée à la République démocratique allemande en 1949. Portant une cote russe (ils ont été saisis par les Soviétiques pendant une dizaine d'années), ces documents proviennent de la bibliothèque personnelle de Théodore de Bèze, vendue en viager en 1598 pour la somme de 600 écus au baron tchèque Wenceslas Morkowsky de Zafrisel.

Enfin, on trouve également quelques documents référencés à Bâle, à Berne, à Schaffhouse, à Neuchâtel, à Brême, à Marbourg, à Nuremberg, à Stuttgart, à Oxford, à Londres, à Édimbourg, à Prague, à Cracovie et même dans la bibliothèque du Vatican, à Rome.

Afin de ne pas passer à côté d'une pièce importante, le duo Meylan-Dufour décide de dresser un répertoire de toutes les lettres connues de Bèze complété d'un questionnaire qui est envoyé sur papier carbone à une centaine de bibliothèques et de dépôts d'archives situés en Europe et aux Etats-Unis. Complété au fil de l'avancement des travaux, cet inventaire a depuis été transformé en une base de données qui sera prochainement accessible au public.

**Les limiers des lettres** Ce tour d'horizon effectué, il s'agit dès lors de se confronter à l'édition de cette immense masse de manuscrits pour l'essentiel rédigés en latin. «*Avec le temps, on s'habitue à la main de Bèze, ce qui rend le travail de déchiffrage moins ardu*, témoigne Béatrice Nicollier. Mais à chaque fois qu'on se trouve confronté à un nouveau correspondant, il faut prendre le temps de se former l'œil pour être en mesure de décoder ce qui est écrit.»

Et ce n'est pas la seule difficulté de l'exercice. Outre la rédaction du bref résumé en langue française qui précède chaque lettre, il faut parfois un patient travail de détective pour déterminer l'identité d'un correspondant –

## «AVEC LE TEMPS, ON S'HABITUE À LA MAIN DE BÈZE, CE QUI REND LE TRAVAIL DE DÉCHIFFRAGE MOINS ARDU»

ils ne sont pas tous des personnes connues – la référence à un événement cité de manière allusive ou une citation biblique.

Les lettres n'étant pas systématiquement datées, il arrive par ailleurs qu'elles soient difficiles à replacer dans l'ordre chronologique. «*Dans ce genre de cas, il vaut mieux procéder par recoupements successifs*, précise Béatrice Nicollier. *À partir d'un point de détail comme la réception d'un ouvrage, la mention d'une bataille ou l'allusion au voyage de telle personnalité, on arrive ainsi progressivement à ranger le document concerné au bon endroit.*» Enfin, et ce n'est pas la moindre des tâches, il

**1519:** NAISSANCE DE THÉODORE DE BÈZE À VÉZELAY (BOURGOGNE)

**1536:** GENÈVE ADOpte LA RÉFORME

**1548:** BÈZE REJOINT CALVIN À GENÈVE

**1559:** FONDATION DE L'ACADEMIE DE GENÈVE

**1564:** DÉCÈS DE JEAN CALVIN

**1605:** DÉCÈS DE THÉODORE DE BÈZE

**1960:** PARUTION DU PREMIER VOLUME DE SA CORRESPONDANCE

**2017:** PARUTION DU 43<sup>e</sup> ET DERNIER VOLUME DE LA CORRESPONDANCE COMPLÈTE DE THÉODORE DE BÈZE

S

Spero meas esse vestigia redditas, ex quibus  
 cognoscisti quoniam expectavimus ad nos  
 proprie falsoq. accedas. Hoc men  
 desiderium auctor mihi conspici nosse,  
 confirmans fore me brevi te videamus.  
 Si hoc diminui, omen, accipio.  
 Si alinde acceperit, velij me hoc  
 valui facias. Iuniores in quo lunus apud  
 uere partim non ingenuis tenueris nosse  
 & ego, ad aliquod tempus experreamus.  
 Vix enim auctor mihi amplius aliqd  
 possiceret. Et D. Lazarus, D. Calvin,  
 D. Semetoni, capro ex me quan  
 officiosissime salutari. Bone Vale.  
 et me ame. Genava, 23 Octobris  
 1571.

Tunc felix.

LETTER DATÉE DU  
23 OCTOBRE 1571 DANS  
LAQUELLE THÉODORE DE  
BÈZE SUGGÈRE AU GRAND  
ÉRUDIT FRANÇAIS JOSEPH  
JUSTE SCALIGER DE VENIR  
ENSEIGNER À L'ACADEMIE  
DE GENÈVE.

faut renseigner un index rassemblant les noms de personnes et de lieux pour chacune des 2792 lettres traitées.

**Témoignage et trahison** Achevé avec la parution ce printemps d'un 43<sup>e</sup> et dernier volume, ce gigantesque travail d'édition a pour vocation première de « faciliter les recherches et les travaux de ceux qui se penchent sur la vie et l'œuvre de premier Recteur de l'Académie », comme le précise Jacques Courvoisier, alors lui-même Recteur de l'Université, dans la préface du premier tome. Et de fait, il constitue une source exceptionnelle pour éclairer l'évolution de l'histoire des idées au cours de la seconde partie du XVI<sup>e</sup> siècle, période nettement moins bien documentée que les cinquante ans qui précèdent. Ceci pour deux raisons au moins.

La première est liée à la nature des documents publiés. En effet, comme le rappelait Henri Meylan dans les premières années de ce vaste chantier, « ceux qui ont écrit ou dicté ces lettres sont plus que des témoins, ils sont des acteurs qui s'expliquent, qui se racontent, qui se trahissent parfois ».

La seconde tient à l'envergure de la personnalité qui se trouve au centre de ces échanges. Chef spirituel du protestantisme réformé depuis la mort de Calvin en 1564, exégète, diplomate et historien, Théodore de Bèze dispose en effet d'un réseau digne d'un chef d'Etat. Outre les puissants (Henri de Navarre, Jeanne d'Albret, le prince de Condé, le landgrave de Hesse, Elizabeth I), il est en contact avec près de 500 correspondants qui le tiennent informé d'à peu près tout ce qui se passe d'important aux quatre coins de l'Europe.

« Dans le cadre des guerres de religion, il y a cependant sans cesse de fausses nouvelles qui circulent dans chaque camp, commente Béatrice Nicollier. À l'image de ce qui se passe avec les « fake news » aujourd'hui, il faut donc souvent faire le tri entre ce qui relève de la rumeur et ce qui peut être considéré comme crédible. Ce qui est également très frappant dans l'ensemble de cette correspondance, c'est la permanence d'un sentiment d'inquiétude. Jusqu'à ses derniers jours, Bèze, qui meurt trois ans seulement après l'épisode de l'Escalade, redoute en effet l'émergence d'une coalition entre le pape, le roi de France et la couronne d'Espagne qui pourrait définitivement balayer la Réforme. Cette crainte est difficile à imaginer avec le recul dont nous disposons aujourd'hui mais à l'époque, elle est extrêmement présente. »

Vincent Monnet

PÔLE DE RECHERCHE NATIONAL

# DOUZE ANS DE RÉVOLUTION AFFECTIVE

**MUSIQUE, ENVIRONNEMENT, RESSOURCES HUMAINES, MARKETING:**  
LES SCIENCES AFFECTIVES SONT AUJOURD'HUI PARTOUT. UNE  
MONTÉE EN PUISSANCE DANS LAQUELLE LE PÔLE DE RECHERCHE  
NATIONAL DÉDIÉ À L'ÉTUDE DES ÉMOTIONS EST POUR BEAUCOUP.  
BILAN À L'HEURE OÙ SES TRAVAUX VONT ÊTRE REPRIS PAR L'UNIGE

**D**estiné à mieux comprendre les émotions et les autres phénomènes affectifs tels que les humeurs et les préférences, le Pôle de recherche national en sciences affectives cessera officiellement ses activités au mois d'août, douze ans après sa création. À son actif, cette structure, mise sur pied par le professeur Klaus Scherer, grâce à l'appui du Fonds national suisse de la recherche scientifique, affiche pas moins de 1350 articles publiés dans des revues à haut facteur d'impact, 45 livres, dont certains sont depuis devenus des références, une vingtaine de projets de recherche et la conclusion de plus de 350 partenariats avec des institutions académiques, des fondations ou des entreprises. Un formidable héritage qu'il revient désormais au Centre interfacultaire en sciences affectives (CISA) – également créé en 2005 – de faire fructifier. Entretien avec son directeur actuel, le professeur David Sander.

**Campus:** Alors que les sciences affectives étaient balbutiantes en 2005, ce champ est aujourd'hui devenu incontournable dans le paysage scientifique. Quelle est la part de Genève dans ce développement?

**David Sander:** La recherche a souvent opposé l'étude de l'émotion à celle de la raison. Ce faisant, elle a souvent négligé l'étude scientifique des émotions pour expliquer le comportement de l'être humain. Aujourd'hui, non seulement de nombreux chercheurs n'opposent plus l'émotion à la raison, mais on a vu se développer une véritable science des émotions. Le fait que l'on puisse étudier les émotions et les autres phénomènes affectifs d'un point de vue multidisciplinaire, en associant la psychologie, les neurosciences, la philosophie, la sociologie, l'histoire, la

littérature, l'informatique ou l'économie, est aujourd'hui devenu une évidence pour beaucoup de chercheurs, ce qui pour nous est déjà une immense victoire. Même s'il est difficile de déterminer à quel point notre pôle a joué un rôle causal dans cette aventure, ce qui est certain, c'est qu'au moment de sa création, en 2005, il n'existe pas de structure similaire à la nôtre dans le monde. Depuis, de nombreux laboratoires dédiés aux sciences affectives ont vu le jour, dans de grandes universités. En termes de taille et d'interdisciplinarité, aucun n'est cependant comparable à ce qui a été mis en place en Suisse, et particulièrement à Genève. Pour en arriver là, il a cependant fallu déployer beaucoup d'efforts non seulement en matière de recherche, mais aussi de diffusion d'informations scientifiques, de présence à des conférences ou de publications.

**Une discipline scientifique n'existe pas sans fondements théoriques. Dans ce domaine, votre prédécesseur Klaus Scherer, aujourd'hui professeur honoraire de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, a joué un rôle non négligeable...**

Nous lui devons en effet énormément: son esprit qui ne connaît pas les frontières disciplinaires, son énergie sans limites, et sa rigueur scientifique sont à l'origine de ce PRN qui fut le premier à être consacré aux sciences humaines et sociales. Klaus Scherer a laissé son empreinte sur le développement des sciences affectives non seulement en proposant un des modèles théoriques les plus importants – modèle sur lequel il travaille encore intensément – mais également en contribuant à deux ouvrages fondateurs dans le domaine. Le premier, le *Handbook of Affective Sciences*, a été

LA SÉRIE « JUMPOLOGY »  
A ÉTÉ RÉALISÉE PAR  
LE PORTRAITISTE  
AMÉRICAIN PHILIPPE  
HALSMAN À PARTIR DE  
1952. À LA FIN DE CHAQUE  
SÉANCE PHOTO, CELUI-  
CI DEMANDAIT À SES  
SUJETS – ICI L'ACTEUR  
FRANÇAIS **FERNANDEL**  
– DE SAUTER EN L'AIR  
DEVANT L'OBJECTIF, UNE  
PAUSE CENSÉE RÉVÉLER  
«LEUR VRAIE NATURE».



publié en 2003 et marque le véritable lancement des sciences affectives en tant que discipline académique. Le second, le *Oxford Companion to Emotion and Affective Sciences*, est paru en 2009. Il s'agit d'une sorte d'encyclopédie présentant les concepts les plus importants du domaine au travers de contributions rédigées par près de 450 auteurs.

### **On parle aujourd'hui beaucoup d'intelligence émotionnelle. Que faut-il entendre par là ?**

L'idée selon laquelle l'émotion est nécessaire à l'intelligence n'est pas nouvelle. Spécialiste des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle, le chercheur américain Marvin Minsky soulignait déjà dans son livre *La Société de l'esprit* (1986) que «*la question n'est pas de savoir si des machines intelligentes peuvent avoir des émotions, mais de savoir si des machines peuvent être intelligentes sans émotions*». Le terme «intelligence émotionnelle» a cependant été popularisé en 1995 dans un livre signé par Daniel Goleman. Dans cet ouvrage intitulé *Emotional Intelligence. Why it matters more than IQ*, le journaliste scientifique américain oppose le quotient intellectuel (QI) au quotient émotionnel (QE), qu'il définit comme la capacité à reconnaître, comprendre et maîtriser ses propres émotions et à composer avec les émotions des autres personnes. Même si du point de vue scientifique, insister sur une telle opposition entre un QE et un QI ne tient pas la route selon moi, l'ouvrage a connu un énorme succès. Et il a eu le mérite de rendre le sujet très populaire non seulement auprès des chercheurs mais aussi des médias, du grand public et des entreprises. Face à cet emballage qui s'est accompagné de nombreuses sollicitations venues notamment du domaine des ressources humaines pour développer de nouveaux modèles de recrutement, les chercheurs avaient le choix: laisser les choses se faire tant bien que mal ou s'emparer du sujet pour faire des études scientifiques concernant les différentes compétences émotionnelles. Notre Centre a choisi la seconde option en contribuant, par exemple, au développement d'un test visant à évaluer l'intelligence émotionnelle dans le monde du travail sur des bases théoriques solides (lire en page 36).

### **Pour rester dans le domaine de la science appliquée, le Pôle collabore depuis 2005 avec le fabricant d'arômes et de parfum Firmenich. Dans quel but ?**

Il s'agit d'un magnifique projet de recherche conjoint qui vise à mieux comprendre les liens entre les odeurs et les émotions. Pour cela, nous étudions les réactions émotionnelles aux odeurs avec des mesures verbales, comportementales, psychophysiologiques et cérébrales. Dans ce cadre, nous avons notamment créé un système d'échelle (la *Emotion and Odor Scale*, EOS) permettant d'évaluer les différentes émotions liées à l'olfaction et de mettre en évidence des différences culturelles. Nous avons également travaillé sur les liens entre la structure chimique d'un arôme ou d'un parfum et les réactions émotionnelles que celui-ci suscite, notamment sur le plan cérébral.

### **Un mot sur le projet GRID?**

C'est un instrument unique qui permet d'analyser précisément la signification des termes émotionnels. Ce

questionnaire, développé par des chercheurs du Centre en collaboration avec des collègues issus de 34 pays différents, s'est intéressé à 24 émotions différentes et à 144 caractéristiques émotionnelles. Il a été utilisé dans plus de 20 langues et cultures différentes à travers le monde et il est possible que les connaissances acquises grâce à lui se traduisent prochainement en de multiples applications, comme par exemple l'analyse automatique du sentiment dans les textes.

### **Vous avez également développé l'un des premiers instruments permettant d'évaluer les émotions d'un individu sur la base de ses mouvements corporels. De quoi s'agit-il ?**

Pour communiquer ses émotions et décrypter celles des autres, chaque individu se base sur une foule de signes non verbaux relayés de façon consciente ou non par le visage, la voix ou les mouvements corporels. Or, chacun de ces canaux possède un langage qui lui est propre et qu'il faut apprendre à décoder. C'est la vocation du système *Body Action and Posture* (BAP) développé par nos chercheurs en complément des très nombreuses recherches qui existent déjà sur le visage et la voix. Cet outil établit une liste de mouvements élémentaires du corps dont les combinaisons visent à reconstruire n'importe quelle posture émotionnelle.

### **Toutes ces innovations sont potentiellement intéressantes pour l'industrie, qui pourrait être tentée de les utiliser à des fins strictement commerciales. Pour vous, où se situe la limite ?**

Notre centre est dédié à la recherche fondamentale. Nous sommes toujours désireux d'évaluer des opportunités de collaboration avec des chercheurs, souvent très compétents, qui travaillent dans des institutions privées. Cependant, il est indéniable que nous recevons également des demandes émanant d'institutions privées qui concernent des applications concrètes, notamment pour évaluer les émotions suscitées par tel ou tel produit. En tant que centre universitaire, nous sommes cependant très réticents à l'idée d'utiliser les sciences affectives dans une perspective qui viserait à influencer le consommateur en jouant sur des émotions qui sont indépendantes des qualités intrinsèques d'un produit donné. De la même manière, nous avons refusé d'entrer en matière lorsque certaines grandes entreprises nous ont demandé de mener des recherches qui n'aboutiraient pas à une publication.

### **Au niveau de la recherche fondamentale, qui reste votre vocation première, quels sont les points forts du Pôle ?**

De par notre orientation interdisciplinaire, nous couvrons des thématiques très variées, avec des approches qui concilient la psychologie, les neurosciences, la philosophie, la sociologie, l'histoire, la littérature, l'informatique ou encore l'économie. De manière plus concrète, notre Centre a permis de réelles avancées en termes de recherche fondamentale sur des sujets aussi divers que les modèles théoriques des émotions, le cerveau émotionnel, les déterminants et conséquences du stress, le déclenchement d'une émotion spécifique, les réponses émotionnelles dans l'organisme, la compréhension et la reconnaissance des émotions d'autrui et la régulation de ses propres émotions, le rôle des valeurs dans les émotions,

## **David Sander**



Professeur ordinaire à la Faculté des sciences de l'éducation et directeur du Centre interfacultaire en sciences affectives

**Formation:** Études en mathématiques et en psychologie à l'Université René Descartes (Paris). Thèse de doctorat en sciences cognitives à l'Université Louis Lumière (Lyon). Diplômé du Max Planck-Institute for Psychological Research (Munich) et de l'Universidad De La Laguna, (Tenerife).

**Parcours:** Rejoint la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'UNIGE en 2002. Maître-assistant, puis maître d'enseignement et de recherche, il est nommé professeur associé en 2009, puis professeur ordinaire en 2013. Coordinateur du PRN en sciences affectives au moment de sa création en 2005, il en reprend la direction en 2013. Lauréat du prix Latsis national en 2013.

**Domaine:** Mécanismes responsables du déclenchement des émotions et à la manière dont ils modulent l'attention, la mémoire et la prise de décision.





**CRÉÉ EN 2005, LE PÔLE DE RECHERCHE NATIONAL EN SCIENCES AFFECTIVES A ÉTÉ FINANCIÉ PAR LE FONDS NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, QUI LUI A ALLOUÉ UN BUDGET DE 28 MILLIONS DE FRANCS SUR DOUZE ANS.**

**BASÉ À L'UNIGE**, le PRN était constitué d'une quinzaine de groupes de recherche mobilisant près de 350 chercheurs issus de cinq universités suisses (Genève, Berne, Neuchâtel, Fribourg et Zurich).

**SES RECHERCHES** étaient orientées autour de trois axes principaux: la manière dont les émotions sont déclenchées, la façon dont elles sont utilisées et régulées et leur rôle dans la cognition et les interactions sociales.

les effets émotionnels des odeurs, le rôle de l'émotion dans la musique et d'autres formes d'art, les émotions dans le monde du travail, les liens entre émotions et langage, l'importance des contextes historiques et socioculturels, les troubles émotionnels, les effets des émotions sur de nombreux processus cognitifs tels que l'attention, la mémoire et la prise de décision ou encore l'«affective computing».

#### Que recouvre ce dernier terme?

Ce champ, que l'on pourrait traduire par «informatique affective», est apparu dans les années 1990, avec pour ambition de développer des systèmes informatiques capables de reconnaître les émotions d'autrui, de produire des expressions émotionnelles adaptées et, pourquoi pas, de ressentir des émotions.

#### Ce qui pour l'heure relève de la pure science-fiction...

De façon intuitive, tout le monde a effectivement tendance à penser que la chose est impossible. Cependant, si l'on admet, d'une part, que certains ordinateurs sont aujourd'hui capables de battre n'importe quel être humain aux échecs et que, d'autre part, les principes de fonctionnement qui régissent le cerveau émotionnel ne sont pas de nature différente de ceux qui régissent d'autres processus psychologiques (p.ex., ceux mis en œuvre lorsque l'on joue aux échecs), cette perspective devient envisageable. Avant d'en arriver là, il faudra toutefois régler beaucoup de questions conceptuelles et techniques certes, mais aussi éthiques. Car si le bénéfice de pouvoir disposer d'un robot programmé pour être toujours patient et disponible est évident, le risque d'être confronté un jour à une machine réellement en colère l'est tout autant.

#### En dehors de ses travaux de recherche, le Pôle a également une mission d'enseignement et de service à la cité. Quel est le bilan dans ces deux domaines?

Nous avons mis sur pied une école doctorale au niveau national, qui a décerné 86 doctorats, tandis que 53 autres sont en cours. Grâce au soutien de Swissuniversities, sa pérennité est assurée jusqu'en 2020. Sur le plan de

la communication, le PRN a organisé de nombreuses actions destinées au grand public au cours de ces douze ans d'activité, dont une exposition qui a connu un grand succès au Muséum de Neuchâtel, ainsi que plusieurs interventions au Musée de l'Élysée ou au Montreux Jazz Festival. Notre communication a par ailleurs été citée plusieurs fois en exemple par le FNS pour son travail auprès des musées et des institutions culturelles.

#### La poursuite du développement de votre champ de recherche est assurée par l'existence du Centre interfacultaire en sciences affectives. Comment se dessine son avenir?

La fin du PRN ne marque pas celle de nos activités. Celles-ci vont trouver un prolongement naturel au sein du CISA dont la moitié du budget est aujourd'hui assurée par des fonds qui ne sont pas liés au Pôle. Grâce à des fonds européens et à des projets du FNS notamment, le CISA a par ailleurs toute une série de nouveaux projets qui sont organisés autour de quatre axes principaux.

#### Lesquels?

Le premier porte sur les émotions et l'art. Il s'inscrit dans la lignée des travaux que nous avons déjà menés sur la musique ou la littérature. Le second concerne la santé dans une acceptation large qui comprend non seulement la psychiatrie et les troubles émotionnels mais également tout ce qui touche au bien-être. Peut-être plus original, le troisième s'attachera aux relations entre émotion et conflit. En collaboration avec des organisations internationales, il s'agira de mettre sur pied des stratégies de régulation des émotions et des méthodes d'entraînement en collaboration notamment avec les médiateurs pour mieux comprendre la manière dont la gestion des émotions des différentes parties pourrait faciliter le processus de résolution des conflits. Enfin, le dernier axe est consacré au rôle des émotions dans l'éducation et plus particulièrement en milieu scolaire avec l'idée d'utiliser les émotions positives non seulement pour améliorer le climat scolaire et le bien-être des élèves mais également leurs performances en termes d'apprentissage.

## LA BOÎTE À OUTILS DES SCIENCES AFFECTIVES

Pour mener leurs recherches, les membres du pôle de recherche en sciences affectives utilisent les technologies les plus avancées. Ils disposent d'installations et d'équipements de pointe en matière d'études comportementales, psycho-physiologiques et neuroscientifiques:

- la **plateforme immersive** haut de gamme de réalité virtuelle, qui peut être associée à des dispositifs d'enregistrement physiologique et d'administration contrôlée d'odeurs.
- le **laboratoire du sommeil**, pour

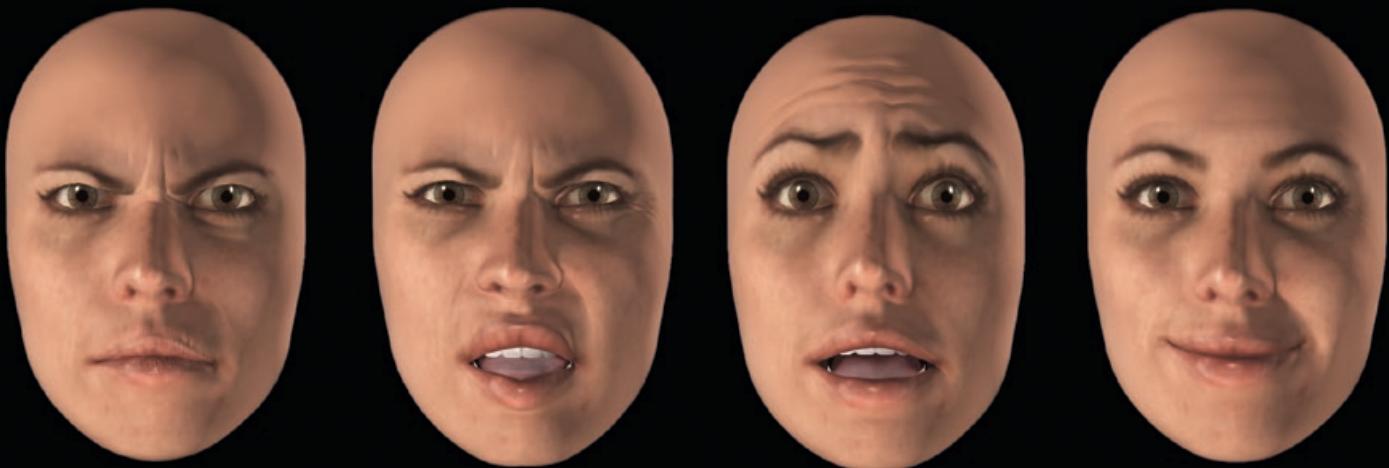
mesurer les activités cérébrales et physiologiques pendant le sommeil et tester les effets des émotions ressenties avant l'endormissement sur les processus cognitifs au réveil.

- les **dispositifs de suivi oculaire**, pour enregistrer l'attention visuelle et la direction du regard.
- la **stimulation magnétique transcrânienne** (TMS), qui influence le fonctionnement de zones cérébrales ciblées, permettant aux chercheurs d'étudier les mécanismes cérébraux
- du **matériel audiovisuel** et des

**logiciels**, pour l'enregistrement et l'analyse du comportement non verbal (expressions faciales, vocales et corporelles).

- des **dispositifs olfactifs et gustatifs**, pour l'étude des émotions liées aux expériences chimio-sensorielles.
- un **appareil pour l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle** de 3 teslas qui permet de mesurer l'activité cérébrale lorsque des participants réalisent diverses tâches pouvant impliquer différentes réactions émotionnelles.

- des **enregistrements physiologiques** tels que le rythme cardiaque et respiratoire, la réponse cutanée et l'électromyographie (activation des tissus musculaires)
- l'**electroencéphalographie** (EEG), qui fournit des informations sur la vitesse et la dynamique de l'activité cérébrale, mesurée à la surface du crâne ou dans des contextes cliniques, tels que la maladie de Parkinson, directement à l'intérieur du cerveau.



RIEN QUE POUR VOS YEUX

## DES ÉMOTIONS DE SYNTHÈSE POUR ÉTUDIER LES VRAIES

**LES CHERCHEURS** DU PÔLE DE RECHERCHE EN SCIENCES AFFECTIVES BASÉ À GENÈVE ONT MIS AU POINT UN LOGICIEL PERMETTANT DE CRÉER À VOLONTÉ DES ÉMOTIONS SUR DES VISAGES. LE PROGRAMME « FACSGEN » DEVRAIT ÊTRE DISPONIBLE POUR LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE CETTE ANNÉE ENCORE

**U**ne des dernières choses que nous avons perfectionnées, ce sont les yeux, explique Lucas Tamarit, ingénieur de recherche au Centre interfacultaire des sciences affectives (CISA). *Il nous a fallu du temps pour obtenir un résultat réaliste.* » Le visage de synthèse tridimensionnel affiché sur l'écran d'ordinateur possède en effet un regard naturel et neutre, comme l'ensemble de son expression faciale d'ailleurs, ce qui est exactement ce que le chercheur attend de lui. En jouant avec un curseur du logiciel *FACSGen*, qu'il a contribué à développer au sein du Pôle de recherche national (PRN) « Sciences affectives », Lucas Tamarit fait tourner les yeux vers la gauche. Avec une autre commande, le regard s'abaisse. Le mouvement est fluide, les globes ne subissent aucune déformation, le blanc de l'œil n'est pas trop blanc. En poussant un troisième bouton, c'est la commissure gauche des lèvres qui se lève. Un quatrième fait monter légèrement la pommette. On sourit en retour: l'illusion est parfaite. *À partir d'un visage de synthèse, le logiciel FACSGen est capable de générer n'importe quelle émotion faciale*, poursuit le chercheur. *L'objectif de cet outil est la production de stimuli visuels qui peuvent être montrés à des volontaires dans des expériences visant à étudier la perception et la reconnaissance des émotions. Ils sont destinés à remplacer les banques d'images auxquelles les chercheurs ont recours depuis des décennies et qui représentent des « poseurs », c'est-à-dire des acteurs exprimant toute une série d'émotions comme la peur, la colère, le dégoût, la joie, etc.»*

Les visages artificiels de *FACSGen* ont sur les acteurs l'avantage de pouvoir contrôler précisément tous les paramètres d'une expression faciale, qu'il s'agisse de sa nature, de son intensité ou de sa dynamique. Il est également possible de choisir sans difficulté n'importe quelle combinaison d'âge, d'ethnie et de genre pour l'avatar sur lequel est sculptée l'émotion. Ce qui est impossible avec les banques d'images de personnes réelles, même les plus complètes, qui sont actuellement à disposition.

Aujourd'hui assuré par Lucas Tamarit, le développement de *FACSGen* a commencé en 2006 dans le cadre du travail de thèse en psychologie d'Étienne Roesch, aujourd'hui professeur associé à l'Université de Reading au Royaume-Uni. Dirigé par Klaus Scherer et David Sanders, l'ancien et l'actuel directeur du PRN « sciences affectives », le doctorant a construit son logiciel sur la base d'un programme commercial déjà existant, *FaceGen*. Utilisé dans le monde des jeux vidéo, il permet de générer, de façon aléatoire ou contrôlée, une infinité d'identités en trois dimensions de n'importe quel âge, genre, ethnie, forme ou couleur. À l'époque, c'est ce qui se faisait de mieux dans le domaine.

**Maillage affiné** Le logiciel genevois *FACSGen* est conçu de telle façon qu'il peut reprendre ces visages et en raffiner le maillage afin d'obtenir un rendu à plus haute résolution. Sur cette trame de base, le logiciel ajoute l'expression proprement dite. Celle-ci est simulée à l'aide de ce que les chercheurs appellent les « unités d'action » (UA).



FACSGEN/LUCAS TAMARIT

Définies par le psychologue américain Paul Ekman, ces UA correspondent aux mouvements du visage les plus élémentaires qu'un individu peut produire et dont la combinaison permet de recréer toutes les expressions faciales possibles. Il en existe une soixantaine telles que l'activation des zygomatiques, l'ouverture de la bouche et des lèvres, la hauteur des sourcils, etc.

Pour les besoins du logiciel genevois, chacune de ces UA a été sculptée en trois dimensions sur des maillages à haute résolution, afin de pouvoir en contrôler l'activation et la dynamique dans le cas de petits films. L'atelier de graphisme suisse Trait d'Esprit mandaté à cet effet s'est basé sur des photographies pour recréer les émotions de synthèse, ce qui a représenté un véritable défi, notamment dans la simulation des rides qui apparaissent dans de nombreuses expressions.

Pour augmenter la vraisemblance et gommer l'apparence trop lisse des visages, le logiciel genevois dispose également d'une importante banque d'images de personnes réelles, photographiées sous différents angles, dont la texture de la peau, avec toutes ses imperfections, peut être « collée » sur l'avatar.

**Mirettes animées** Les yeux, quant à eux, ont subi plusieurs changements. Dans les premières versions du logiciel, ils font partie du maillage général du visage, comme si l'entier du visage, cornée comprise, était constitué d'une seule pièce de tissu. Du coup, le fait de changer la direction du regard entraînait une déformation peu séante des globes oculaires.

Une première solution a été inspirée par Pixar, la société de production de films d'animation (*Toy Story*, *WALL-E*, *Vice Versa...*), qui partage avec la communauté mondiale sa méthode de fabrication des mirettes animées. Le résultat est satisfaisant en ce qui concerne le contrôle des yeux, mais il n'est pas très esthétique. En effet, chez les avatars au regard Pixar, le blanc des yeux trop éclatant donne un peu l'impression d'avoir affaire à un personnage surnaturel. Il faut attendre

quelques années supplémentaires avant que Lucas Tamarit parvienne à résoudre ce problème et offre enfin à ses créatures des yeux qui ne donnent pas l'impression de vouloir vous envoûter.

**Jeu d'enfant** Mais c'est quand il commence à animer ses personnages émotifs que le logiciel *FACSGen* donne toute la mesure de ses capacités. En manipulant quelques curseurs et quelques courbes temporelles, faire évoluer une expression devient en effet un jeu d'enfant. La difficulté principale réside dans le bon dosage et la bonne coordination des UA, du mouvement des yeux et celui de la tête afin d'obtenir l'expression voulue.

La question essentielle consiste d'ailleurs à savoir si les émotions créées par le logiciel, qu'elles soient statiques ou dynamiques, jouent le rôle que l'on attend d'elles, à savoir si elles sont à même de remplacer les stimuli traditionnels basés sur des photographies de personnes réelles. Un article

paru le 19 novembre 2010 dans le *Journal of Nonverbal Behavior* présente quatre études permettant de valider le logiciel ainsi que la méthodologie générale consistant à générer des expressions faciales de synthèse et totalement contrôlées à des fins de stimuli. Une deuxième version du programme informatique est publiée le 16 janvier 2012 dans la revue *Emotion*.

Le logiciel est désormais un outil régulièrement utilisé par les chercheurs du CISA (lire page suivante). Pour l'instant, toutefois, malgré une forte demande de la part de la communauté scientifique, *FACSGen* n'est pas encore sorti des locaux du CISA. Le fait

que le logiciel contienne le programme commercial *FaceGen*, rend en effet impossible de le diffuser gratuitement. Il a donc fallu choisir une autre solution. Après de longues et fastidieuses démarches, *FACSGen* devrait enfin être disponible pour les chercheurs du monde entier dans le courant de l'année 2017. Moyennant finance.

**EXPRESSIONS FACIALES CRÉÉES PAR LE LOGICIEL «FACSGEN».**

**DE GAUCHE À DROITE:**  
COLÈRE, DÉGOÛT,  
PEUR JOIE, JOIE PLUS  
ACCENTUÉE, TRISTESSE,  
MÉPRIS, SURPRISE.

**CES EXPRESSIONS**  
SONT LE RÉSULTAT  
D'UNE COMBINAISON  
D'UN CERTAIN NOMBRE  
D'«UNITÉS D'ACTION»  
(UA), C'EST-À-DIRE  
DES MOUVEMENTS  
ÉLÉMENTAIRES DU  
VISAGE (COMMISSIONS,  
SOURCILS, BOUCHE...).

**AU NOMBRE D'UNE SOIXANTAIN**E EN TOUT,  
LES UA ONT ÉTÉ PUBLIÉES  
PAR LE PSYCHOLOGUE  
AMÉRICAIN PAUL  
EKMAN EN 1978 DANS  
«FACIAL ACTION CODING  
SYSTEM», UN MANUEL  
QUI FAIT TOUJOURS  
AUTORITÉ EN LA MATIÈRE.

**DES EXPERTS DU MONDE ENTIER**  
UTILISENT CE SYSTÈME  
DE CODAGE POUR  
DÉCOMPOSER  
LES EXPRESSIONS  
ET ANALYSER LA  
COMMUNICATION NON  
VERBALE ET SOUVENT  
INCONSCIENTE CHEZ  
DES INDIVIDUS EXAMINÉS  
DANS LE CADRE  
D'ÉTUDES SCIENTIFIQUES,  
DE CONSULTATIONS  
CLINIQUES OU  
D'ENQUÊTES PÉNALES.

**PAUL EKMAN,**  
ÉGALEMENT FORMATEUR  
POUR LE FBI, A  
D'AILLEURS SERVI DE  
MODÈLE AU PERSONNAGE  
DU DOCTEUR CAL  
LIGHTMAN, SPÉCIALISÉ  
DANS LA DÉTECTION  
DES ÉMOTIONS DES  
SUSPECTS DANS DES  
AFFAIRES CRIMINELLES,  
DANS LA SÉRIE  
TÉLÉVISÉE «LIE TO ME».

## CHACUNE DES UA A ÉTÉ SCULPTÉE EN TROIS DIMENSIONS SUR DES MAILLAGES À HAUTE RÉSOLUTION, AFIN DE POUVOIR EN CONTRÔLER L'ACTIVATION ET LA DYNAMIQUE DANS LE CAS DE PETITS FILMS

## L'ÉMOTION ET LE CONTEXTE SOCIAL

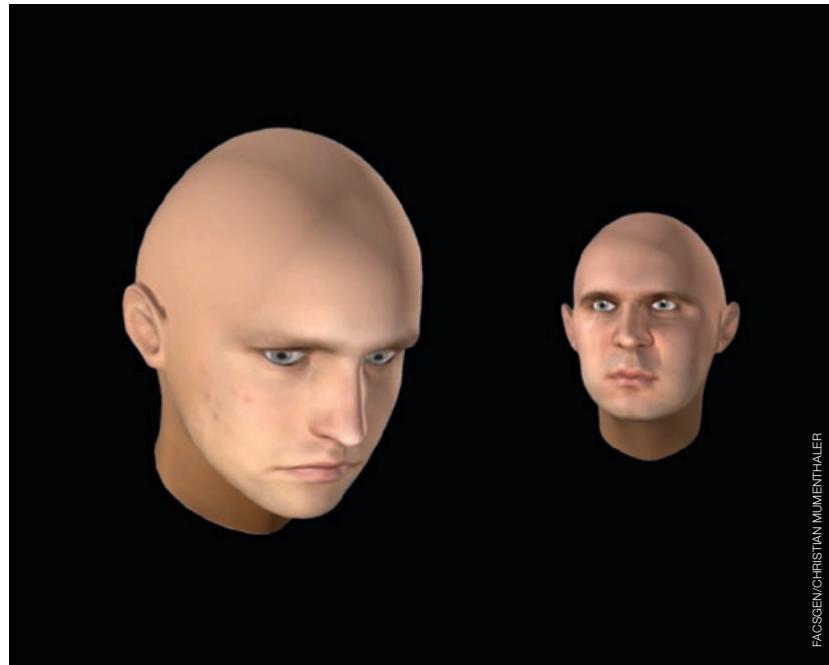
Christian Mumenthaler, post-doctorant et chercheur au Centre interfacultaire en sciences affectives, a souvent utilisé le logiciel FACSGen permettant de générer des expressions faciales. Entretien.

**Campus:** En quoi le logiciel FACSGen est-il utile dans vos recherches sur les émotions?

**Christian Mumenthaler:** Les photos montrant des acteurs mimant différentes émotions ont longtemps rendu service, mais elles représentent désormais une limite dans l'étude de la reconnaissance émotionnelle. Si l'on demande à plusieurs «poseurs» de jouer de la colère à 80%, par exemple, il n'y aura pas deux résultats identiques. Les images statiques sont également très limitées dans le cas d'expressions complexes telles que la fierté ou l'embarras et pour lesquelles la composante dynamique, notamment les mouvements de la tête et des yeux, est essentielle. De plus, il est très difficile de trouver des banques d'images comprenant des expressions faciales peu orthodoxes telles que la douleur ou mettant en scène des contextes sociaux particuliers. Tous ces obstacles sont levés avec le logiciel FACSGen, qui permet de faire évoluer les émotions à volonté avec des petits films et même faire interagir plusieurs visages entre eux en les faisant se regarder, détourner le regard, s'éviter, etc.

**Quel est l'objectif de vos recherches?**

J'essaie de comprendre de quelle façon le contexte social influence notre capacité à reconnaître les émotions. Je montre par exemple à des volontaires des visages de synthèse exprimant une émotion ambiguë. Je mélange de la peur avec de la surprise, de la colère avec du dégoût ou encore de la honte avec de la tristesse, c'est-à-dire à chaque fois des expressions faciales qui se confondent facilement. Dès que l'on maîtrise un peu le logiciel, on peut produire facilement un grand nombre d'avatars ayant ces caractéristiques. On connaît en effet les «unités d'actions» qui codent pour chacune de ces émotions (lire ci-contre) et on peut les combiner à loisir. Il convient bien sûr d'effectuer un test de validation, pour être sûr que les visages obtenus produisent bien l'effet désiré. Nous choisissons ensuite parmi eux ceux qui sont le plus ambigus. Je simule ensuite le contexte social en plaçant autour de mon avatar central un ou plusieurs autres visages plus petits pour générer un effet de profondeur. Ils représentent le contexte social. L'idée consiste alors



FACSGEN/CHRISTIAN MUMENTHALER



FACSGEN

### Le sourire authentique

Une équipe dirigée par Didier Grandjean, professeur associé à la Section de psychologie, a réalisé une étude sur la réaction inconsciente que provoque la vue d'un sourire (lire «Campus» n° 118). L'article, paru dans la revue «PLoS One» du mois de juin 2014, a montré que cette réponse est d'autant plus forte que le sourire est jugé authentique. Et, toujours selon ce travail, le plus authentique des sourires est celui qui combine l'activation maximale de quatre «unités d'action» correspondant aux zygomatices, aux orbiculaires responsables des pattes d'oie ainsi qu'à l'ouverture de la bouche et des lèvres.

à demander à la personne qui participe à l'expérience quelle émotion il reconnaît sur le visage central et à mesurer si sa réponse change en faisant varier l'émotion et la direction du regard des individus placés autour. C'est le genre de manipulation qui serait très difficile, voire impossible à réaliser avec des photos.

**Pouvez-vous donner un exemple concret d'une de vos études?**

L'utilisation la plus complexe que j'ai faite du logiciel FACSGen a consisté en un film dans lequel on voit un visage central exprimant une émotion ambiguë mêlant tristesse et honte et, en plus petit, comme s'il était placé derrière lui, un autre visage. J'ai ensuite fait tourner la tête du personnage central de manière à ce qu'il croise le regard de l'autre avant de revenir à la position initiale puis à baisser la tête. C'est un enchaînement très compliqué à simuler. J'y ai passé des jours. Mais une fois qu'il est au point, on le maîtrise parfaitement. Avec lui, j'ai pu montrer que lorsque le visage contextuel exprime du dégoût et que les regards des deux avatars se croisent, on a tendance à voir davantage la honte sur le personnage central, ce qui n'est pas le cas dans les autres configurations.

**Qu'en concluez-vous?**

Dans nos études, nous montrons que c'est le contexte social et surtout un contexte social porté et dirigé par le regard d'autrui qui va définir quelle émotion sera reconnue dans l'expression ambiguë d'un visage cible. C'est la première fois que l'on arrive à un tel résultat.

COUP DE POUCE

# UN CERVEAU DE CRO-MAGNON DANS UN MONDE MODERNE

**FACE** AU DÉFI QUE REPRÉSENTE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, COMMENT ENCOURAGER DES COMPORTEMENTS PLUS CONFORMES AUX PRÉCEPTES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ? LA QUESTION EST AU CENTRE DES TRAVAUX MENÉS PAR LE « CONSUMER DECISION AND SUSTAINABLE BEHAVIOUR LAB »

**D**epuis 2016, 35 % des coraux formant la Grande Barrière australienne, soit le plus grand écosystème du monde, sont morts ou en voie de l'être, blanchis par la hausse de la température des eaux. Pendant ce temps, la première puissance économique mondiale s'est dotée d'un nouveau président qui considère que « *le concept du réchauffement climatique a été créé par et pour les Chinois dans le but de rendre l'industrie américaine non compétitive* ». Faut-il dès lors se résigner au pire ? C'est une perspective que se refuse à envisager Tobias Brosch, professeur assistant à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation ainsi qu'au Centre interfacultaire en sciences affectives où il dirige le *Consumer Decision and Sustainable Behaviour Lab*.

Employant une dizaine de personnes pour un budget de 2 millions de francs, cette structure s'est donné pour objectif d'utiliser les connaissances dont on dispose sur l'impact des émotions afin d'encourager des comportements plus durables.

« *Je ne sais pas s'il est possible de faire changer d'avis quelqu'un comme Donald Trump dont le scepticisme à l'égard du changement climatique est lié à des considérations idéologiques et à une logique politique*, explique le jeune chercheur. *De manière globale, je suis cependant assez optimiste. D'une part, parce que depuis les Accords de Paris, il me semble que les milieux économiques ont compris que la transition vers une économie durable se fera quoi qu'il en coûte. De l'autre, parce qu'au niveau de la recherche beaucoup de progrès ont été accomplis ces dernières années, ce qui fait que nous disposons aujourd'hui de nombreux outils permettant de proposer des interventions concrètes pouvant aider à réduire la consommation des ressources.* »

Contrairement à la plupart des structures actives dans ce domaine, le laboratoire dirigé par Tobias Brosch étudie à la fois les mécanismes conscients – valeurs, croyances ou intérêts – susceptibles d'influencer notre comportement et les réactions affectives automatiques qui sont souvent moins accessibles à l'introspection.

**« NOUS DISPOSONS AUJOURD'HUI DE NOMBREUX OUTILS PERMETTANT DE PROPOSER DES INTERVENTIONS CONCRÈTES POUVANT AIDER À RÉDUIRE LA CONSOMMATION DES RESSOURCES »**

« *En matière d'environnement, il n'existe pas de modèle de comportement*, poursuit Tobias Brosch, *mais une multitude de groupes portés par des valeurs et des fonctionnements affectifs très différents. Notre idée est de développer des récits narratifs véhiculant un message adapté à chacune de ces populations.* »

Pour y parvenir, le laboratoire multiplie les approches, utilisant aussi bien des études comportementales avec des tâches spécifiques à effectuer en laboratoire, des mesures de neuro-imagerie afin d'examiner la base des mécanismes de décision, que des analyses portant sur les réseaux sociaux ou sur les élections.

Sur le plan de l'orientation politique, par exemple, il est aujourd'hui bien attesté que les sympathisants de gauche se montrent généralement plus réceptifs aux enjeux liés à la protection de l'environnement. À contrario, à droite de l'échiquier, c'est plutôt l'individualisme qui domine. Pour sensibiliser ce public à des comportements plus conformes aux préceptes du développement durable, il ne sert donc pas à grand-chose d'axer le discours sur la nécessité de préserver notre écosystème. La démarche peut même s'avérer franchement contre-productive. Une récente étude menée aux Etats-Unis a ainsi montré que les sympathisants de droite achetaient plus volontiers une ampoule de

type économique lorsque celle-ci ne portait pas d'autocollant stipulant qu'elle était favorable à l'environnement que lorsqu'elle était dénuée de cette indication.

« *Face à ce type de réaction*, complète Tobias Brosch, *la littérature scientifique montre qu'il est plus efficace de mettre en avant des éléments comme l'indépendance énergétique – choix qui a été fait par les Services industriels genevois dans le cadre de la campagne « Fait ici, pour ici » –, l'authenticité, voire la foi. Lorsque le pape François a déclaré que la protection de la Terre était aussi l'affaire des chrétiens, il a, par exemple, touché une foule des gens qui sont normalement peu concernés par ce genre de questions.* »

# «LE RÉSULTAT, C'EST UNE ÉCONOMIE GLOBALE IMPORTANTE POUR UN COÛT QUI SE RÉSUME À IMPRIMER DEUX LIGNES DE PLUS SUR UN FORMULAIRE»

Tobias Brosch



Professeur assistant à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation (FPSE) ainsi qu'au Centre interfacultaire en sciences affectives (CISA)

**Formation:** Études de psychologie en Allemagne et en Angleterre. Rejoint le PRN en sciences affectives pour y effectuer une thèse sous la direction du Klaus Scherer. Post-doc à New York.

**Parcours:** Nommé maître-assistant, puis maître d'enseignement et de recherche suppléant à l'Université de Genève. Membre du Swiss Center of Competence for Energy Research. Nommé en 2015 professeur assistant au sein de la FPSE et du CISA. Fonde le «Consumer Decision and Sustainable Behavior Lab».

Une autre manière de procéder consiste à associer un comportement respectueux de l'environnement à un statut social prestigieux en jouant sur ce que les psychologues appellent le principe de conservation ostentatoire. C'est ce qu'a parfaitement compris l'entrepreneur Elon Musk qui, après avoir commercialisé les luxueuses voitures électriques de la marque Tesla, s'est lancé dans la production de panneaux solaires design.

«Les seules conditions pour que ce type de levier fonctionne, c'est que le produit concerné soit relativement exclusif – donc cher – et qu'il soit visible», précise Tobias Brosch.

Constitutifs de l'identité de chaque individu, liés à l'histoire personnelle, à l'environnement culturel et aux convictions de chacun, les comportements reposant sur nos valeurs sont cependant très stables et donc difficiles à influencer. Raison pour laquelle les chercheurs du *Consumer Decision and Sustainable Behaviour Lab* consacrent une grande partie de leurs efforts à l'étude des nombreux biais cognitifs qui, de manière plus ou moins consciente, influencent également nos choix quotidiens.

Parmi ceux-ci, un des plus largement partagés est sans doute le phénomène de dévalorisation temporelle. Une tendance qui pousse chacun d'entre nous à surévaluer un bénéfice immédiat par rapport à un bénéfice plus lointain dans le temps, même si ce dernier est supérieur.

À cette tyrannie du «ici et maintenant», s'ajoute l'aversion à la perte. Par nature, l'être humain déteste en effet plus perdre qu'il n'aime gagner. Deux formes de «réflexes» psychologiques qui contribuent fortement à rendre difficile à avaler l'idée de partager son véhicule ou de prendre l'avion moins souvent pour contribuer à sauver la planète.

«Ce qui est intéressant pour nous, c'est que, connaissant ces caractéristiques, on peut utiliser ces biais négatifs pour orienter les choix des consommateurs», explique Tobias Brosch. En

collaboration avec les SIG, nous avons par exemple testé une grille de tarifs, pour l'instant purement théorique, basée sur un double système de récompense et de punition. Les résultats ont montré que, grâce à ce phénomène d'aversion à la perte, la punition est plus efficace que la récompense pour réduire sa consommation d'électricité. Ce type de système étant difficilement envisageable dans un cadre où le marché est libre, l'idéal serait donc un modèle offrant les deux options. Le bonus permettant une meilleure acceptabilité de la mesure, tandis que la menace de la punition servirait à guider les comportements.»

Selon la même logique, on peut utiliser la tendance de chaque individu à se comparer aux autres membres du groupe auquel il appartient pour donner un petit coup de pouce aux bonnes habitudes. Aux Etats-Unis, l'entreprise OPower a ainsi décidé d'accompagner ses factures d'électricité d'une information sur la consommation du voisinage agrémentée d'un smiley ou d'un frowny).

«C'est une mesure qui fonctionne très bien, note Tobias Brosch. Les gens comparent leurs relevés et comme ils ne veulent pas trop dévier de la norme, ils ajustent leur consommation vers le bas de façon presque automatique. Le résultat, c'est une économie globale importante pour un coût qui se résume à imprimer deux lignes de plus sur un formulaire.»

Dans un registre similaire, le recours à un tarif écologique sélectionné par défaut peut également rapporter gros. Les expériences menées dans ce domaine montrent en effet que cette minime intervention peut faire passer de 10 à 70% le nombre de foyers adhérant à une énergie verte.

Dans le cas présent, il s'agit pour les chercheurs de jouer sur la passivité du consommateur. La théorie veut en effet que le rythme effréné des choses à gérer au quotidien empêche la plupart des individus de réfléchir à ce type de choix, qui sont pourtant fondamentaux. Du coup, ceux-ci ont tendance à suivre la vague et donc à accepter un choix fait par défaut plutôt que de faire une démarche active pour le refuser. Ne posant pas de problèmes éthiques du moment que le consommateur conserve le choix d'accepter ou de refuser le tarif qui lui est proposé, ce genre de mesure a par ailleurs l'avantage d'être simple à mettre en place, peu onéreuse et surtout de toucher la grande masse des indécis.

«Tous ces biais sont des héritages de l'évolution, résume Tobias Brosch. Il y a environ 100 000 ans, dans un état de survie permanente et avec une espérance de vie qui ne dépassait pas une quarantaine d'années, la focalisation sur le présent ou l'aversion à la perte étaient des traits qui se justifiaient pleinement. Le problème, c'est que ce cerveau de Cro-Magnon, qui est encore le nôtre aujourd'hui, n'est pas très adapté lorsqu'il s'agit de prendre en compte des conséquences sur le long terme, ce qui est le propre des défis soulevés par le changement climatique. D'où l'intérêt de pouvoir influencer ses choix quitte à aller parfois contre ce qui semble être sa nature.»



## MODE D'EMPLOI

# LES COMPÉTENCES ÉMOTIONNELLES S'INSTALLENT AU BUREAU

**UNIQUE** EN SON GENRE, LE TEST DE MESURE DES COMPÉTENCES ÉMOTIONNELLES DANS LE CONTEXTE PROFESSIONNEL DÉVELOPPÉ PAR LES CHERCHEURS DU CISA OFFRE UNE MEILLEURE PRÉDICTIBILITÉ QUE LES ÉVALUATIONS TRADITIONNELLEMENT UTILISÉES LORS DES RECRUTEMENTS. PRÉSENTATION

Arrivée à son entretien d'embauche avec une demi-heure de retard, Janice\* en ressort quelques minutes plus tard, le job en poche. Le calme et la maîtrise dont elle a fait preuve ont en effet emporté l'adhésion de ses examinateurs. Le hic, c'est que la jeune fille avait mal noté l'heure de son rendez-vous et pensait même avoir un peu d'avance... Relaté au mois d'avril dernier par le très sérieux *New York Times*, cet épisode illustre bien le côté aléatoire qui caractérise les procédures de recrutement traditionnelles. Des méthodes qui laissent une large part à la subjectivité et qui, au final, débouchent le plus souvent sur une sélection «au feeling». Avec le risque de se tromper de cible, comme dans le cas de Janice qui, selon les dires de ses proches, aurait sans doute paniqué si elle avait eu conscience de la situation.

Un tel quiproquo ne se serait probablement pas produit si ses employeurs avaient utilisé le *Geneva Emotional Competences Test* (GECO). Développé au sein du Pôle de recherche national en sciences affectives avec la collaboration de l'entreprise bernoise Nantys, cet outil, qui n'a pour l'instant pas d'équivalent sur le marché, permet en effet d'évaluer les compétences émotionnelles au travail de manière objective et avec une plus grande valeur prédictive que la plupart des méthodes utilisées aujourd'hui par les spécialistes des ressources humaines. Explications avec Marcello Mortillaro, responsable de l'unité «sciences affectives appliquées» du Centre interfacultaire en sciences affectives (CISA).

«Dans le monde du travail, on parle aujourd'hui beaucoup de l'importance des «soft skills», explique le chercheur. Mais il reste difficile de mesurer objectivement ces compétences non techniques ou ce que l'on pourrait appeler le «savoir être professionnel.» Le test que nous avons mis au point vise à combler cette lacune en évaluant non pas le quotient intellectuel d'un candidat donné mais ses compétences émotionnelles (lire ci-contre). Différentes études ont en effet démontré qu'un lien

*pouvait être établi entre l'intelligence émotionnelle d'une personne et ses performances, ses aptitudes à diriger ainsi que son degré de satisfaction professionnelle.»*

Contrairement à la majorité des tests psychologiques utilisés aujourd'hui dans les entreprises, le GECO ne repose pas sur une logique d'autoévaluation mais sur les «comportements» que les personnes évaluées jugent plus appropriés face à des situations émotionnelles typiques dans le monde du travail. Plutôt que de demander au candidat de définir ce qu'il ressent dans telle ou telle situation, il s'agit ici de réaliser une série de tâches dont le résultat ne peut être que juste ou faux et donc de mesurer des performances à un instant «T».

Commercialisé en Suisse par Nantys, sous le nom de EMCO<sup>4</sup>, le test est disponible en ligne et nécessite environ une heure. La capacité à identifier les émotions ressenties par des personnes tierces est évaluée à l'aide de plusieurs séquences audio et vidéo tirées de la base de données de visages, de voix et de gestes mises au point par le Cisa (*Geneva Emotional Multimodal Portrayals*).

Une série de mises en situation permet ensuite de déterminer la faculté à comprendre les émotions de tierces personnes – autrement dit à se mettre à la place d'autrui –, ainsi que la manière dont le candidat gère ses propres émotions. À cet égard, le test permet d'opérer une distinction entre les stratégies qui sont adaptées à tel ou tel cas de figure (accepter la situation, relativiser, se concentrer sur des pensées positives, se projeter dans l'avenir) et celles qui ne le sont pas (tout voir en noir, rejeter la faute sur autrui, ressasser ses pensées négatives, culpabiliser).

Enfin, la gestion des émotions – c'est-à-dire la capacité à traiter de manière adéquate les émotions de tierces personnes et à y réagir de façon à éviter les conflits – fait également l'objet d'une analyse.

L'exercice vise également à déterminer les stratégies le plus fréquemment utilisées par le candidat. Un individu

## « CET OUTIL PERMET D'OBtenir UN FEEDBACK NEUTRE, IMPARTIAL ET OBJECTIF SUR LA MANIÈRE DONT ON GÈRE NOS ÉMOTIONS »

privilégiant l'adaptation aura ainsi tendance à accepter les raisons de l'autre quitte à compromettre ses propres buts ou intérêts, tandis qu'une stratégie d'évitement consistera à pratiquer la politique de l'autruche. Jugé efficace essentiellement lorsqu'il s'agit de trouver des solutions temporaires ou à court terme, le compromis conduit, quant à lui, chaque partie concernée à céder du terrain. À l'inverse, la stratégie dite de compétition se résume à une forme de « c'est toi ou moi » qui implique le plus souvent un déséquilibre hiérarchique marqué entre les parties concernées. Dernier cas de figure, la collaboration passe par une volonté de résoudre les problèmes en commun et une interaction créative entre les personnes concernées.

À l'issue du test, un rapport personnalisé permet de synthétiser les résultats, d'évaluer le niveau général du candidat et de mettre en évidence ses atouts ainsi que ses éventuelles lacunes. *« Cet outil ne constitue pas la panacée, observe Marcello Mortillaro. Dans le domaine du travail, prendre en considération les compétences cognitives et la personnalité pour essayer de prédire le comportement d'un futur employé suffisent le plus souvent. En revanche, c'est devenu pratiquement la règle pour des fonctions qui impliquent des interactions avec la clientèle, du travail en équipe ou pour les top managers qui sont souvent confrontés à un grand stress émotionnel. Au-delà de la note obtenue, cet outil permet par ailleurs d'obtenir un feedback neutre, impartial et objectif sur la manière dont on gère nos émotions. Partant de ce constat, on peut ensuite travailler sur*

*des points spécifiques et tenter d'améliorer ce qui peut l'être par le biais d'entraînements adaptés, sujet sur lequel nous sommes justement en train de travailler actuellement afin de pouvoir offrir un suivi aux personnes qui passent notre test. »*

D'autant plus parlantes qu'elles sont corrélées au quotient intellectuel, les compétences émotionnelles suscitent aujourd'hui un très vif intérêt de la part des milieux économiques. Pour y répondre, les chercheurs du CISA développent actuellement une version en italien de GECO, qui existe pour l'instant en français, en anglais et en allemand, tout en envisageant les possibilités de développer de nouvelles licences permettant sa commercialisation à l'étranger.

Quant aux chercheurs qui souhaiteraient utiliser ce programme pour leurs travaux, il leur suffit de s'adresser au CISA pour obtenir l'accès à la version non commerciale du GECO.

\* Prénom fictif

## L'INVENTION DU QUOTIENT ÉMOTIONNEL

Le concept d'intelligence émotionnelle (EI) a été théorisé en 1990 par les psychologues Peter Salovey et John Mayer. Selon la définition qu'en donnent les deux chercheurs américains, il renvoie à « l'habileté à percevoir et à exprimer les émotions, à les intégrer pour faciliter la pensée, à comprendre et à raisonner avec les émotions, ainsi qu'à réguler les émotions chez soi et chez les autres ».

L'EI doit toutefois une grande partie de sa popularité actuelle auprès des médias et de l'opinion en général à Daniel Goleman, un journaliste américain spécialisé dans la vulgarisation scientifique dont l'ouvrage fondateur *Emotional Intelligence* (1995) s'est vendu à 5 millions d'exemplaires dans le monde avant de connaître plusieurs suites tout aussi rentables sur le plan éditorial.

Alors que la plupart des études menées sur le sujet montrent qu'il existe une forte corrélation entre les deux, Daniel Goleman, dont la méthode n'est pas toujours d'une rigueur scientifique à toute épreuve, n'hésite pas à opposer l'intelligence émotionnelle au quotient intellectuel, dont il estime l'importance moindre. « De notre côté, nous préférons parler de « compétences émotionnelles », précise Marcello Mortillaro,

responsable de l'unité de recherche appliquée du CISA. Même si certains éléments du QI, comme les compétences verbales, peuvent être améliorés, l'intelligence cognitive est généralement perçue comme quelque chose de donné qui ne varie pas beaucoup au fil de l'existence. Ce n'est pas le cas dans le registre émotionnel où beaucoup de choses peuvent être améliorées avec un entraînement adapté. »

## BOULEVERSEMENT DE NEURONES

# LE CERVEAU SOUS LE COUP DE L'ÉMOTION

**LES ÉMOTIONS** MODIFIENT L'ÉTAT DU CERVEAU ET CES CHANGEMENTS PERSISTENT PLUS OU MOINS LONGTEMPS SELON LES PERSONNES. DES ÉTUDES MENÉES DANS CE DOMAINE À L'AIDE DE L'IMAGERIE CÉRÉBRALE FONCTIONNELLE POURRAIENT OUVRIR LA VOIE À DE NOUVELLES MÉTHODES DE DIAGNOSTIC ET DE TRAITEMENT DE MALADIES PSYCHIATRIQUES



*ue les émotions comme la peur, la tristesse ou la joie aient une influence sur notre cerveau et donc sur notre comportement est une évidence, estime Patrik Vuilleumier, professeur au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine). Ce qui l'est moins, ce sont les mécanismes cérébraux sous-jacents.» Deux décennies de travaux, dont douze ans au sein du Pôle de recherche national «Sciences affectives» qui vient de se terminer ce printemps, ont permis au chercheur genevois et son équipe d'y voir plus clair dans les réseaux cérébraux complexes qui sont mobilisés sous l'effet des émotions. Des connaissances, obtenues essentiellement grâce à l'imagerie cérébrale par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), qui permettent d'imaginer des pistes pour le développement de techniques de détection précoce, voire de traitement de certaines maladies psychiatriques comme les troubles bipolaires. Premier constat: un épisode émotionnel correspond à un bouleversement cérébral dont la fonction est d'adapter le cerveau (et le reste de l'organisme)*

*à la situation qui a généré ce sentiment, qu'il s'agisse de joie, de colère, de dégoût, etc. Les modifications sont donc multiples et complexes.*

Dans le cas de la peur, par exemple, le signal passe d'abord par une petite structure appelée l'amygdale. Il est ensuite transmis à une série d'autres zones cérébrales: celles de l'activité motrice, responsables du fait que l'on sursaute ou au contraire que l'on reste figé sur place, celles qui commandent l'accélération du rythme cardiaque et la mobilisation de l'énergie pour une éventuelle fuite, celles de la mémoire afin d'avoir immédiatement à l'esprit les informations importantes pour comprendre et analyser la situation, celles de la vue, de l'ouïe et de l'attention dont les performances sont momentanément augmentées, etc. Le tout en un clin d'œil.

*«En cas de peur, l'amygdale est donc capable d'influencer un grand nombre de régions cérébrales à la fois, certaines impliquées dans la perception ou l'action mais d'autres aussi dans des fonctions cognitives, nous rendant par exemple aptes à prendre une décision plus rapidement ou enclins à prendre des risques, résume Patrik Vuilleumier. Ce qui est vrai pour la peur, l'est aussi pour les autres émotions bien que les modifications soient différentes. Ainsi, le dégoût passe par la zone du cortex cérébral appelé insula et le plaisir par le striatum et le système dopaminergique avant d'activer d'autres zones du cerveau.»*

## L'ÉTAT DU CERVEAU D'UNE PERSONNE EXPOSÉE À UNE ÉMOTION EST DONC MODIFIÉ, CE QUI CHANGE LA QUALITÉ OU L'INTENSITÉ DE SA RÉPONSE À D'AUTRES ÉVÉNEMENTS QUI SURVIENDRAIENT PAR LA SUITE

### Connexions fonctionnelles

Plus précisément, les émotions entraînent des modifications dans les connexions fonctionnelles entre différentes zones du cerveau, certaines étant renforcées au détriment d'autres. L'état du cerveau chez des personnes exposées à un épisode émotionnel est donc modifié, ce qui change la qualité ou l'intensité de sa réponse à d'autres stimuli ou événements qui surviendraient par la suite.

Ces modifications ont été mesurées

lors d'expériences menées sur des volontaires placés dans un scanner IRM et invités à effectuer des tâches précises tout en étant soumis à des images ou des situations censées provoquer les émotions voulues. Sur les relevés ainsi obtenus, les chercheurs peuvent suivre l'activation successive des différentes régions du cerveau au cours de chaque session.

*«Comme on peut s'y attendre, le changement d'état du cerveau consécutif à une émotion ne disparaît pas immédiatement, précise Patrik Vuilleumier. Les effets d'une émotion de joie ou de peur persistent bien au-delà de l'épisode émotionnel.»*

Pour en savoir plus, les chercheurs ont immergé des volontaires dans une émotion bien précise en leur projetant par exemple des films susceptibles de faire rire, pleurer, ou encore de provoquer la peur.



# LES AMÉLIORATIONS TECHNOLOGIQUES PERMETTENT DE VISUALISER L'ACTIVITÉ CÉRÉBRALE EN TEMPS RÉEL ET DE LA SOUMETTRE EN DIRECT AU PATIENT ALORS QU'IL EST ENCORE DANS LA MACHINE

Une autre méthode consiste à faire jouer les volontaires à des jeux de hasard au cours desquels les chances de gains sont artificiellement modifiées.

*«Cela génère des émotions variées, telles que la joie ou la déception et la tristesse, selon les cas de figure, note le chercheur. Il nous arrive aussi de compliquer un peu en faisant perdre une personne mais en l'informant à la fin qu'elle aurait pu perdre deux fois plus, ce qui provoque le sentiment de soulagement. À l'inverse, on produit du regret en affirmant à une personne ayant gagné une certaine somme qu'elle aurait pu en remporter quatre fois plus.»*

Une fois la séance de cinéma ou de jeu terminée, les volontaires restent encore quelques instants dans un scanner IRM afin de mesurer l'activité de leur cerveau, soit en les laissant au repos, soit en leur faisant effectuer des tâches spécifiques.

Il en ressort d'abord que la modification de l'état du cerveau persiste un temps variable, qui peut se compter en minutes, selon la nature de l'émotion qui l'a provoquée. Les changements mesurés sont également caractéristiques. La peur entraîne une augmentation de la connectivité entre l'amygdale et les régions comme le cortex cingulaire (siège de la vigilance). La joie en favorise d'autres, impliquant, comme prévu, le striatum.

**Mémoire améliorée** En faisant réaliser des tests aux volontaires durant ce laps de temps, les chercheurs ont ensuite mesuré l'impact qu'exercent ces émotions sur de nombreuses fonctions comme la mémoire, la prise de décision, la tolérance à la douleur, l'empathie, etc.

*«Juste après un film joyeux, par exemple, on a tendance à se souvenir mieux des mots appris avant la projection dans une situation drôle, souligne Patrik Vuilleumier. C'est comme si la mémoire est temporairement améliorée. Cela fonctionne aussi avec les films tristes ou suscitant la peur. Les résultats que l'on a obtenus sont à chaque fois explicables par les changements de connectivité fonctionnelle entre différentes régions du cerveau.»* Cela dit, les résultats varient d'une personne à l'autre, et en particulier le temps nécessaire au cerveau pour retrouver son état d'avant l'émotion. Cela dépend des traits de personnalité de chacun. Une personne ayant une tendance anxieuse, lorsqu'elle se retrouve dans la situation de perdre à répétition à un jeu, aura ainsi tendance à ruminer davantage que les autres. Un état d'esprit qui s'accompagne d'une persistance plus longue que la moyenne de la modification cérébrale induite par la déception.

*«On observe une plasticité dynamique dans les modifications cérébrales induites par les émotions qui diffère selon les êtres humains, explique Patrik Vuilleumier. On appelle cela l'inertie émotionnelle. La question que l'on se pose maintenant est de savoir si les caractéristiques cérébrales que l'on mesure sont utiles*

*ou pertinentes pour évaluer – ou estimer le risque de déclarer – une pathologie psychiatrique, telle que les troubles bipolaires, la dépression ou l'anxiété. Plusieurs études sont en cours sur ces sujets, dont une impliquant la famille de patients atteints de troubles psychiatriques ayant une composante génétique.»*

**Neurofeedback** Les perfectionnements technologiques, en particulier dans la puissance des ordinateurs, permettent désormais de visualiser l'activité cérébrale en temps réel et de la soumettre en direct au patient alors qu'il est encore dans la machine. Ainsi, par un effort volontaire, celui-ci peut alors s'entraîner à changer l'activité d'une région en particulier, activité qui lui est présentée sous la forme d'un curseur sur un écran par exemple. Depuis une dizaine d'années, on a montré que des patients (sains ou souffrant de douleurs chroniques) parviennent grâce à cette approche, appelée *neurofeedback*, à s'entraîner pour augmenter leur tolérance à la douleur en réduisant l'activité de leur cortex cingulaire. L'équipe de Patrik Vuilleumier cherche à faire de même mais en allant au-delà de la régulation d'une seule aire cérébrale. Elle entraîne ainsi des sujets à modifier le degré de connexion ou de communication entre deux zones cérébrales afin de renforcer ou au contraire diminuer les influences d'une région sur l'autre. Appliquée à la connexion entre l'amygdale et le cortex frontal, cet entraînement permet de changer la perception et la régulation des émotions face à des images menaçantes, dans un sens comme dans l'autre. L'objectif consiste à découvrir quelle stratégie est la plus efficace pour obtenir le résultat souhaité. Et à mesurer s'il existe un bénéfice en termes de bien-être des patients, ce qui est tout de même le but ultime.

*«L'ensemble de ces travaux et des observations réalisées grâce à la neuro-imagerie a permis d'obtenir une nouvelle perspective sur les émotions, conclut Patrik Vuilleumier. Celles-ci peuvent être considérées comme étant le produit non pas de l'activité d'une ou plusieurs régions cérébrales travaillant isolément mais comme le reflet de l'activité de vastes réseaux au sein desquels différentes régions communiquent et s'influencent réciproquement.»*

LE RYTHME DANS LA PEAU

# MUSIQUE, HARMONIES ET TURBULENCES

**LA MUSIQUE** VÉHICULE DES ÉMOTIONS. ELLE EN PROVOQUE AUSSI.  
DEPUIS DOUZE ANS, LES CHERCHEURS DU PÔLE DE RECHERCHE NATIONAL ESSAIENT DE COMPRENDRE COMMENT



*uand j'écoute trop Wagner, j'ai envie d'enahir la Pologne!*» Comme l'illustre la réplique culte de Woody Allen dans son film *Meurtres mystérieux à Manhattan* (1993), la musique véhicule des émotions et en provoque également chez l'auditeur – pas toujours les mêmes d'ailleurs. «Woody Allen pensait probablement à certaines œuvres du compositeur connues pour le sentiment de puissance qu'elles peuvent évoquer», confirme Didier Grandjean, professeur associé à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation (FPSE) et au Centre interfacultaire en sciences affectives (CISA). Pour ma part, en revanche, quand j'écoute Tristan et Isolde, je ne pense pas à envahir la Pologne même si je suis saisi par toute une série d'émotions, depuis le prélude du 1<sup>er</sup> acte jusqu'au climax, après quatre heures et demie d'une musique extraordinaire. Ce qui m'intéresse, c'est de comprendre pourquoi et comment.»

Le chercheur, également membre du Pôle de recherche national (PRN) «Sciences affectives» qui vient de se terminer ce printemps, est l'auteur de nombreuses études sur les liens denses qui existent entre la musique et les processus affectifs. L'une des plus citées dans la littérature spécialisée est parue dans la revue *Emotion* du mois d'août 2008 et a été co-signée avec Klaus Scherer, professeur honoraire à la FPSE et ancien directeur du PRN, et Marcel Zentner, actuellement à l'Université d'Innsbruck. Basé sur les réponses de plus de 1000 personnes récoltées au cours de quatre expériences distinctes, dont une s'est déroulée lors de la Fête de la musique à Genève, le papier propose un modèle qui est toujours considéré comme une référence aujourd'hui. Un modèle dans lequel les chercheurs ont réduit à neuf les dimensions émotionnelles induites par la musique: l'émerveillement, la transcendance, la tendresse, la nostalgie, la tranquillité, la puissance, la joie dansante, la tension et la tristesse.

«Certaines de ces émotions «musicales» sont plus complexes que les émotions de base classiques telles que la peur, la colère, la joie ou encore le dégoût, précise Didier Grandjean. Elles sont surtout nettement plus adaptées pour rendre compte de nos expériences émotionnelles musicales.» Ces quatre études ont également débouché sur l'établissement d'une échelle inédite permettant de mesurer de manière fine les émotions générées par l'écoute de la musique. Cet outil, appelé Échelle émotionnelle musicale de Genève (*Geneva Emotional Music Scale* ou GEMS), est, lui aussi, largement utilisé à travers le monde.

**«LA PROSODIE, C'EST-À-DIRE LE RYTHME ET LA MÉLODIE DE LA PAROLE, QUE L'ON PRODUIT DANS UN CONTEXTE DE JOIE OU AU CONTRAIRE DE TRISTESSE SE RETROUVE EN EFFET DANS LA MUSIQUE»**

**Parole et musique** «Il existe des parallèles importants entre la voix humaine et la musique, poursuit Didier Grandjean. La prosodie, c'est-à-dire le rythme et la mélodie de la parole, que l'on produit dans un contexte de joie ou au contraire de tristesse, se retrouve en effet dans la musique. Jean-Jacques Rousseau l'avait déjà évoqué au XVIII<sup>e</sup> siècle.» Les chercheurs distinguent toutefois les émotions transmises par la musique ou la voix de celles qui sont ressenties par l'auditeur. On peut ainsi écouter une musique

triste sans pour autant être triste soi-même. «Nos études ont montré qu'il existe évidemment une forte corrélation entre les deux, admet Didier Grandjean. Mais il est intéressant de noter que cela n'est pas toujours le cas.»

Lorsque des volontaires écoutent des morceaux joués de façon métronomique (ou sans nuances), dans des conditions de concert (donc avec la bonne dose d'expressivité) ou encore de manière emphatique (c'est-à-dire en exagérant l'expression), l'émotion qu'ils ressentent augmente entre le premier et de deuxième cas de figure. Dans le troisième, en revanche, l'interprétation est jugée excessive ou truquée et induit moins d'émotions.

## «LES RYTHMES RÉCURRENTS D'UNE PIÈCE MUSICALE VONT POUSSER LES RYTHMES DE L'ORGANISME À SE METTRE EN SYNCHRONIE»

L'imagerie cérébrale par résonance magnétique fonctionnelle a, de son côté, mis en évidence la manière dont les émotions «musicales» s'organisent au niveau cortical et sous-cortical. À l'écoute de morceaux reconnus comme nostalgiques, par exemple, ce sont surtout les réseaux impliqués dans la mémoire qui sont activés tandis que dans le cas de passages traduisant la joie dansante, ce sont les régions motrices qui sont sollicitées. Et ce, même si les participants ne bougent pas du tout.

Dans le même registre, la musique représente un excellent sujet pour l'étude du phénomène de *mimicry*, c'est-à-dire cette propension qu'a le cerveau à activer les régions

cérébrales correspondant à une activité que la personne concernée est en train d'observer (visuellement ou auditivement). Cette faculté de mimétisme inconscient peut provoquer une légère contraction des muscles sans pour autant déclencher de gestes.

Pour la tester, Didier Grandjean et ses collègues de la Haute école de musique de Genève ont mené une expérience sur des violonistes et des cornistes sur lesquels ils ont placé des électrodes pour mesurer l'activité de certains muscles des bras et du visage. Lorsque les

musiciens entendent une pièce dans laquelle intervient leur instrument de prédilection, les muscles des bras, pour les violonistes, et ceux des joues, pour les cornistes, se mettent sous tension tout en restant immobiles.

«**Entrainment**» C'est un autre phénomène qui met en mouvement le corps de l'auditeur, même lorsque celui-ci ne joue d'aucun instrument: l'entrainment, théorisé par le psychologue suédois Patrik Juslin de l'Université d'Uppsala. «*L'aspect rythmique est un élément essentiel dans la genèse des émotions liées à la musique*, poursuit le chercheur genevois. *Les rythmes récurrents d'une pièce musicale vont en effet pousser les rythmes de l'organisme à se mettre en synchronie. On peut distinguer deux composantes. L'une est motrice et nous donne envie de taper le temps avec le pied ou les doigts, réellement ou en imagination. L'autre est*

*plus viscérale et implique des processus comme la respiration, les battements cardiaques, etc. Ce sont ces changements qui contribuent à la charge émotionnelle de la musique. Et cette dernière augmente avec la complexité de la construction rythmique.*»

Dans le cerveau, l'entrainment correspond à l'activation de zones comme les insula, impliquées dans la représentation de l'état interne du corps et dans la reconnaissance des émotions, et les régions des noyaux gris centraux, engagés, quant à eux, dans le plaisir et la représentation du rythme. Autre élément incontournable dans la création d'émotions avec la musique : l'attente. L'auditeur, lorsqu'il écoute de la musique, est en effet constamment en train de se projeter de quelques centaines de millisecondes ou quelques secondes dans le futur. Il anticipe le bouclement d'un mouvement, la résolution d'une phrase. Richard Wagner, en particulier dans *Tristan et Isolde*, joue sans arrêt avec ce paramètre. Dans les expériences menées en laboratoire, où cette fin est absente, les auditeurs manifestent systématiquement leur frustration, ou du moins un sentiment désagréable d'incomplétude.

Les chercheurs ont remarqué, grâce à l'imagerie cérébrale, que les régions au sein des circuits de la récompense, connues pour être mobilisées lors de l'anticipation du plaisir, sont spécifiquement activées quand l'auditeur attend le passage préféré d'une œuvre qu'il apprécie particulièrement. Et c'est une autre zone qui prend le relais dès que l'attente est résolue. Et que les frissons apparaissent.

**Interactions sociales** La musique, en tant que performance réalisée par un groupe d'individus, est également une porte d'entrée pour l'étude des interactions sociales fines. Chaque membre d'un quatuor, par exemple, doit sans cesse s'adapter à l'expressivité émotionnelle des autres musiciens. Pour être synchrone, il doit se représenter le geste et l'intention de l'autre. Le timing est essentiel, il faut jouer dans le temps, même si l'on se laisse une petite marge pour créer un style particulier.

«*Nous sommes en train de publier une série de recherches dans lesquelles nous avons, entre autres, utilisé l'imagerie cérébrale pour étudier comment les musiciens sont capables, en moins d'une seconde, de comprendre que le mouvement de leur collègue se dirige vers une attaque de type piano ou forte*, souligne Didier Grandjean. *Dans une autre étude, menée en collaboration avec Donald Glowinski, chercheur dans mon équipe, nous suivons une fois par mois à Rome et à Paris des orchestres d'une centaine d'enfants entre 7 et 18 ans issus de milieux plus ou moins favorisés. Notre objectif consiste à mesurer dans quelle mesure leur pratique de la musique en groupe durant plusieurs années exerce une influence sur leurs compétences relationnelles et émotionnelles.*»





# « LE DROIT INTERNATIONAL NE DOIT PAS GÉNÉRER DES ATTENTES DÉMESURÉES »

**YUVAL SHANY,**  
PROFESSEUR DE DROIT  
ISRAÉLIEN ET MEMBRE  
DU COMITÉ DES  
DROITS DE L'HOMME  
DE L'ONU, ESTIME  
QUE LES COURS  
INTERNATIONALES  
DEVRAIENT DAVANTAGE  
SE PROTÉGER DU  
MONDE POLITIQUE

---

**P**rofesseur à la Faculté de droit de l'Université hébraïque de Jérusalem, Yuval Shany a été invité ce printemps par la Faculté de droit à donner une conférence sur les rapports entre les cours internationales de justice et le monde politique. Le chercheur israélien était de passage sur les rives du Léman en tant que membre du Comité des droits de l'homme de l'Organisation des Nations Unies. Cet organe – qu'il ne faut pas confondre avec le Conseil des droits de l'homme – est composé d'experts indépendants élus par les États membres et dont la mission consiste à surveiller la mise en œuvre du Pacte international relatif aux droits civils et politiques, un traité entré en vigueur le 23 mars 1976.

**Campus : Vous défendez l'idée que les cours internationales devraient divorcer du monde politique. Pourquoi ?**

**Yuval Shany :** Malgré leur devoir d'indépendance et d'impartialité, les cours internationales de justice ne sont jamais totalement déconnectées de l'environnement politique. Non seulement les juges sont élus par les États mais, en plus, n'ayant pas de police à leur service, ils dépendent de la bonne volonté de ces mêmes États pour faire appliquer la loi. Ils sont donc sans cesse amenés à formuler leurs décisions de manière à ce qu'elles soient acceptables et applicables par le système politique du pays concerné. C'est pour cette raison qu'en décembre 2010, par exemple, la Cour européenne des droits de l'homme, prenant en compte les spécificités de la société irlandaise, n'a pas voulu remettre en question

le droit irlandais à interdire l'interruption volontaire de grossesse dans les cas où la vie de la mère n'est pas en danger. On observe le même genre de phénomène dans la cour internationale de justice à La Haye (Pays-Bas) dont bon nombre de décisions préservent les différentes parties.

**Comment remédier à ces problèmes ?**

Les cours internationales devraient commencer par reconnaître l'existence de ce type de problèmes, ce qui n'est pas encore le cas. Elles devraient ensuite contribuer à fixer des règles institutionnelles qui les protégeraient autant que possible contre toute pression politique directe ou indirecte. Certaines initiatives vont déjà dans ce sens. La Cour européenne des droits de l'homme, par exemple, a réduit à un seul le nombre de mandats possibles de ses juges. Ces derniers n'ont donc plus à se préoccuper d'être réélus et ne doivent plus craindre de froisser certains États par leurs décisions. Enfin, il convient d'être le plus transparent possible. Dans le cas de l'Irlande que je viens de citer, la Cour européenne reconnaît dans son arrêté que la législation irlandaise qui interdit l'interruption de grossesse poursuit le «but légitime de protéger la morale dont la défense du droit à la vie de l'enfant à naître constitue un aspect en Irlande». À mon avis, le résultat est problématique en termes d'application de la loi, mais au moins le processus de prise de décision était transparent. Cela dit, les cours internationales ne doivent pas générer des attentes disproportionnées. Elles font ce qu'elles peuvent.



**Vous avez été nommé par Israël comme candidat au Comité des droits de l'homme de l'ONU (poste auquel vous avez été élu en 2012). Cette décision vous a-t-elle surpris alors que vous n'hésitez pas à critiquer certaines actions de votre gouvernement ?**

Si. Mais les autorités israéliennes ont peut-être estimé qu'elles avaient davantage de chances de décrocher un siège en proposant quelqu'un ne leur étant pas affilié. Cela ne change rien au fait que le gouvernement actuel n'est, en effet, pas très ouvert à la critique et très sensible sur certaines questions. Nous avons eu un problème dans notre université avec un programme de formation sur les droits humains qui comprenait des stages dans des ONG actives dans ce domaine. Un des ministres a pris cela comme une association avec ce qu'il perçoit comme étant l'ennemi. Du coup, on a perdu le soutien pour ce programme. Nous avons finalement résolu le problème, mais cet événement a agi pour moi comme un signal indiquant que nous ne vivons pas des temps ordinaires, que les tensions sont plus élevées et que certaines prises de position peuvent nous amener à figurer sur des listes noires qui nous interdiraient l'accès à certaines positions plus élevées dans le pays. Je ne voudrais cependant en aucun cas me placer dans la même catégorie

que certaines personnes très courageuses que nous croisons à l'ONU et qui luttent pour les droits de l'homme dans des endroits 100 fois pires qu'Israël et ce au péril de leur vie.

**Que pensez-vous de la position du président américain remettant en cause la solution dite à deux États comme issue au conflit entre Israël et la Palestine ?**

Depuis 1993, Israël et l'OLP (Organisation de libération de la Palestine) sont engagés dans un processus censé aboutir à la création de deux États distincts. Cela n'a pas empêché des voix appartenant aux deux camps de soutenir des voies alternatives. Du côté palestinien, certains proposent une solution à un seul État, où tout le monde aurait le droit de vote, avec l'idée que la population arabe deviendrait un jour majoritaire et donc à même d'accéder au pouvoir. L'extrême droite israélienne, quant à elle, demande l'annexion de toute ou d'une partie de la Cisjordanie tout en n'offrant que des droits limités aux Palestiniens qui y résident ce qui, pour de nombreux observateurs, reviendrait à adopter un modèle d'apartheid légal. Dans ce contexte, le président américain s'est dit favorable à un accord qui convienne aux deux parties. Qu'il aboutisse à un ou deux États, cela lui serait égal. Mais en paraissant,

disons, agnostique par rapport à la solution à deux États, il donne une certaine légitimité aux éléments extrêmes des deux bords. C'est à la fois regrettable et préoccupant.

**En attendant, comment Israël peut-il gérer la situation actuelle dans les Territoires occupés ?**

En Israël, il existe de fait deux systèmes légaux. À l'intérieur des frontières de l'État hébreu, la loi s'applique et les institutions nationales exercent leur autorité. Malgré certains problèmes, il s'agit dans l'ensemble d'une société bien régulée dans laquelle règne l'état de droit. Le premier ministre lui-même est d'ailleurs sous enquête pénale dans deux affaires de corruption. Il a été interrogé par la police et la plupart des commentateurs pensent qu'il sera mis en examen. C'est la preuve qu'Israël est un Etat où personne n'est au-dessus des lois. Lorsque les tribunaux prennent une décision, celle-ci est suivie.

**Et dans les Territoires occupés ?**

Ces zones, en revanche, sont officiellement soumises à une loi d'occupation militaire. Les cours de justice israéliennes exercent une certaine autorité, mais la loi y est appliquée avec une certaine « flexibilité ». Cela rend possibles des initiatives telles que l'établissement de

**DES OUVRIERS PALESTINIENS**  
TRAVAILLENT À LA CONSTRUCTION DE NOUVEAUX LOGEMENTS À ARIEL, UNE DES PLUS ANCIENNES COLONIES ISRAÉLIENNES EN CISJORDANIE.  
LA PHOTO A ÉTÉ PRISE LE 25 JANVIER 2017.

**LA COMMUNAUTÉ INTERNATIONALE** DANS SON ENSEMBLE AINSI QUE DES VOIX ISRAÉLIENNES CONSIDÈRENT ARIEL COMME TOUTES LES COLONIES ISRAÉLIENNES DE CISJORDANIE ILLÉGALES AU REGARD DU DROIT INTERNATIONAL.

**LE GOUVERNEMENT ISRAÉLIEN** CONTESTE CE POINT DE VUE. IL VIEN D'APPROUVER EN JANVIER 2017 LA CONSTRUCTION DE 2500 NOUVEAUX LOGEMENTS EN CISJORDANIE.

colonies sans droits de propriété ni permis de construire. Les colons, qui se comptent aujourd’hui en centaines de milliers, vivent un peu comme au Far West. Ils profitent d’une situation anarchique créée par la combinaison d’un laxisme légal, de la présence d’un conflit et d’autorités qui ressentent une certaine sympathie pour leur idéologie.

#### **Peut-on apporter davantage de droit dans les Territoires occupés?**

De nombreuses organisations non gouvernementales y travaillent et certains cas sont amenés devant les tribunaux israéliens. Mais c'est une lutte à contre-courant qui se heurte à l'opinion publique majoritaire et à des forces politiques actuellement au pouvoir. Certains

à trancher l'affaire. Le procureur général lui-même a pris la décision extraordinaire de ne pas aller devant les tribunaux pour défendre le texte voté par la Knesset.

#### **Au sein de votre université, vous participez à une équipe de recherche sur les défis en matière de sécurité et de droit que pose le monde digital d'aujourd'hui. De quoi s'agit-il?**

Il y a un an, le tout nouveau Centre de recherche en cybersécurité de l'Université hébraïque de Jérusalem a invité la Faculté de droit à le rejoindre afin de relever les défis légaux que représente la cybersécurité. Chaque jour, des milliers d'attaques informatiques ciblent des ordinateurs à travers le monde. Les gouvernements et des sociétés surveillent en continu les comptes privés de la population. Quelles lois de quels pays sont valables dans tous ces cas de figure? Certains de nos chercheurs travaillent sur ces questions. D'autres essayent d'identifier, à l'aide d'une méthodologie criminologique et de l'analyse du trafic sur Internet, quel est le genre d'environnement qui est le plus susceptible de générer de la violence. D'autres encore s'intéressent à la manière dont l'émergence de publications en ligne affecte l'indépendance et la durabilité des médias traditionnels ou aux dilemmes moraux posés par les véhicules autonomes. Les sujets ne manquent pas.

**Comment faire appliquer la loi sur Internet?** C'est la question que l'on se pose. Pour l'instant, en matière de cybersécurité, la loi, très ancienne et conservatrice, n'a pas réussi à développer de bonnes solutions. Par exemple, identifier un pirate informatique, obtenir son extradition si nécessaire et prouver les accusations dans un tribunal, est devenu inimaginable. Certaines agences gouvernementales ont donc décidé de développer des capacités offensives capables de répondre à des attaques informatiques en détruisant les ordinateurs des pirates eux-mêmes. C'est tout de même très différent de ce que les juristes ont à l'esprit lorsqu'on évoque l'application de la loi. Mais peut-être que c'est ça, le futur. À la place de rédiger des actes d'accusation, le bureau du procureur général demandera à la police de répondre aux attaques par d'autres attaques. Comme une sorte de légitime défense. Sauf que ce concept légal n'existe pas en dehors d'un danger menaçant l'intégrité physique d'une personne.

Propos recueillis par Anton Vos

## **«EN PARAISANT 'AGNOSTIQUE' PAR RAPPORT À LA SOLUTION À DEUX ÉTATS, LE PRÉSIDENT AMÉRICAIN DONNE UNE LÉGITIMITÉ AUX EXTRÊMES DES DEUX BORDS. C'EST REGRETTABLE ET PRÉOCCUPANT»**

élus offrent en effet aux colons une protection politique et désormais aussi légale. C'est ce qui est arrivé en février lorsque la Knesset (Parlement israélien) a voté une loi dite de «régulation» des colonies et qui autorise l'État à s'approprier, contre compensation, des terrains privés palestiniens en Cisjordanie sur lesquels des Israéliens se sont installés sans autorisation.

#### **Que pensez-vous de cette loi?**

À mon avis, elle viole la Constitution. De nombreuses plaintes ont déjà été déposées. Nous pensons que la Cour suprême retoquera cette législation. J'ai d'ailleurs déposé, avec 27 de mes collègues, un *amicus brief* allant dans ce sens. Ce mémoire présente au tribunal des informations ou des opinions pouvant l'aider



# AU CHEVET D'UN OCÉAN AUSTRAL FIÉVREUX

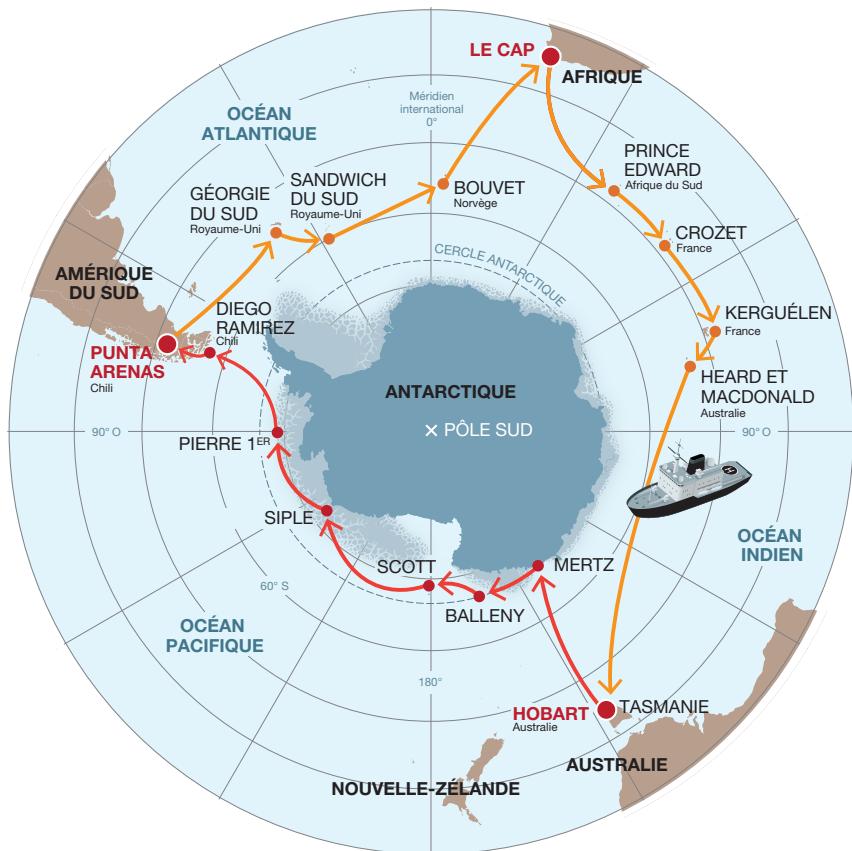
**UNE CINQUANTAINE**  
DE SCIENTIFIQUES  
ONT EMBARQUÉ CET  
HIVER SUR UN BRISE-  
GLACE RUSSE POUR  
UNE EXPÉDITION DE  
TROIS MOIS AUTOUR DE  
L'ANTARCTIQUE AFIN  
DE MESURER COMMENT  
CETTE RÉGION DU  
GLOBE RÉPOND  
AUX CHANGEMENTS  
CLIMATIQUES.  
LA GÉOCHIMISTE  
GENEOISE CHRISTEL  
HASSELER ÉTAIT À BORD,  
ENTRE HOBART ET  
PUNTA ARENAS

**A** peine partis du port de Hobart en Tasmanie, les scientifiques engagés dans l'*Antarctic Circumnavigation Expedition* (ACE) à bord du brise-glace russe *Akademik Treshnikov* sont confrontés à un choix difficile : Faut-il, comme prévu, faire route sur l'île Macquarie, située à mi-chemin entre la Nouvelle-Zélande et l'Antarctique, au risque d'essuyer la terrible tempête annoncée par les services météorologiques et qui pourrait bien occasionner des dégâts irréparables au matériel scientifique ? Ou est-il préférable de tenter de prendre de vitesse le grain qui se rapproche dangereusement et donc de renoncer à ce site qui représente pourtant une destination prioritaire pour certains participants ? D'après discussions s'engagent et le chef scientifique finit par se convaincre qu'il vaut mieux éviter les risques inutiles et mettre directement le cap sur le continent Antarctique.

«Malgré ces précautions, l'extrémité de la tempête nous a tout de même rattrapés», raconte Christel Hassler, professeure assistante au Département F.-A. Forel (Faculté des sciences). «Nous avons subi des vagues de 15 mètres de haut et des coups de vent à plus de 160 km/h. Une sérieuse entrée en matière qui nous a appris que l'on ne pénètre pas si facilement dans l'océan Austral.»

L'expédition, montée et financée par l'Institut polaire suisse, compte pas moins de 22 projets scientifiques. Embarqués pour la deuxième étape du tour de l'Antarctique, celle qui rejoint Hobart à Punta Arenas au Chili, la cinquantaine de climatologues, biologistes, glaciologues et autres océanographes qui se fait secouer par les éléments déchaînés est à bord pour étudier l'écosystème de cette région polaire et la manière dont il se comporte en réponse aux changements environnementaux dus aux activités humaines. Certaines équipes ont l'intention d'étudier la faune et la flore marine ou terrestre, d'autres, dont celle de Christel Hassler, envisagent de prélever des échantillons d'eau jusqu'à 1000 mètres de profondeur pour en étudier les paramètres physico-chimiques et les micro-organismes qui la peuplent. D'autres encore souhaitent extraire des carottes des couches de glace recouvrant les îles les plus inhospitalières de la planète.

**Priorités fixées** En ce qui concerne les lieux à visiter au cours du voyage, chacun a fixé ses priorités. À cause du changement de route, et même si l'expédition dispose de deux hélicoptères, de zodiacs ou encore de guides de montagne, il apparaît assez vite qu'il sera



difficile de contenter tout le monde. Certains chercheurs ont en effet tout misé sur l'île Macquarie, en particulier sur sa flore, sa faune et, surtout, ses tourbières. Pour compenser, les responsables scientifiques décident d'effectuer une halte plus longue à la fin de l'étape, sur les îles Diego Ramirez, à 100 km au sud du Cap Horn. Situées elles aussi en plein milieu des « cinquantièmes hurlants », elles n'ont jamais été visitées pour ses tourbières.

En attendant, c'est avec une précieuse avance de 12 heures sur l'horaire que l'*Akademik Treshnikov* fait halte devant le Glacier Mertz, baptisé ainsi en l'honneur du skieur et explorateur suisse Xavier Mertz, mort lors d'une expédition en Antarctique en 1913. La langue de glace avance sur des kilomètres dans l'eau, relâchant régulièrement d'énormes icebergs.

*« Nous en avons profité pour réaliser une série de mesures que nous n'avions pas prévues au départ, précise Christel Hassler. Étant donné les incertitudes liées à ce voyage, nous avons voulu être le plus flexibles possible. »*

**La limite du fer** Le projet scientifique de la chercheuse genevoise consiste, entre autres, à étudier le rôle des bactéries et des virus présents dans les eaux glacées de l'Antarctique dans la

chimie du fer et du carbone. L'océan Austral est en effet un acteur clé dans le cycle global du carbone – constituant principal des gaz à effet de serre – et notamment dans les échanges de cet élément entre l'atmosphère et les océans. Le gaz carbonique est en effet particulièrement soluble dans l'eau froide et les vagues géantes qui brassent sans cesse ces mers australes favorisent sa capture.

**ITINÉRAIRE EN TROIS ÉTAPES DU BRISE-GLACE «AKADEMIK TRESHNIKOV» AUTOUR DE L'ANTARCTIQUE. CHRISTEL HASSSLER, CHERCHEUSE À L'UNIGE, A EMBARQUÉ POUR LA DEUXIÈME, RELIANT HOBART À PUNTA ARENAS.**

# LE BRUIT IMPRESSIONNANT DE LA BANQUISE OU DES ICEBERGS CÉDANT SOUS LES COUPS DE LA COQUE DE MÉTAL DE L'«AKADEMIK TRESHNIKOV» RÉSONNE DURANT DES JOURS

Le phytoplancton contribue, lui aussi, de manière significative au phénomène en fixant de grandes quantités de carbone grâce à la photosynthèse, mais son développement est limité par la disponibilité du fer. Cet élément indispensable à la vie est en effet rare sous ces latitudes, surtout sous sa forme biocompatible. Les bactéries, beaucoup plus petites mais aussi beaucoup plus nombreuses, consomment elles aussi la matière organique tout en recyclant le fer. On sait depuis dix ans qu'elles contribuent notamment à minéraliser le carbone et à l'exporter vers les fonds marins dans une forme non biocompatible et donc stable.

Quant aux virus, encore plus petits et plus nombreux que les bactéries, il suffit de savoir qu'ils sont capables de tuer jusqu'à 30% de toutes les bactéries des océans chaque jour (une hécatombe sans cesse compensée par la



DAMIEN CABANES

prolifération bactérienne) pour se convaincre qu'il est indispensable d'en tenir compte si l'on veut se faire une idée complète du tableau.

*«Dans un millilitre d'eau de mer, on trouve en moyenne 10 000 organismes formant le phytoplancton, 1 million de bactéries et 10 millions de virus, souligne Christel Hassler. Tout ce petit monde consomme du carbone et, pour survivre, doit se partager une faible concentration de fer qui équivaut à moins d'une épingle dissoute dans une piscine de 25 mètres. Notre objectif consiste, d'une part, à comprendre les interactions entre tous ces acteurs – un domaine encore largement méconnu – et, de l'autre, à déterminer comment ce système répond aux changements climatiques actuels. Le domaine des virus dans les océans est un sujet qui passionne de plus en plus de scientifiques. Mais nous sommes les premiers à effectuer des relevés de leur biodiversité dans des endroits très contrastés de l'océan Austral.»*

**Briser la glace** À bord de l'*Akademik Treshnikov*, pour des raisons de limite de temps, les prélèvements d'échantillons d'eau de mer et les mesures de paramètres physico-chimiques jusqu'à 1000 mètres de profondeur, les détections de matières plastiques, etc. sont regroupés dans une série de manipulations bien orchestrées. Dans

les premiers jours, notamment dans les environs du glacier Mertz, les mises à l'eau et les récupérations successives de toutes les sondes sur une station prennent environ six heures. Par la suite, l'expérience aidant, la durée de l'exercice est ramenée à 4 heures et demie.

L'expédition se poursuit ensuite en direction des îles Balleny puis à travers la mer de Ross et les kilomètres de glace qui la recouvrent. Le bruit impressionnant de la banquise ou des icebergs cédant sous les coups de la coque de métal de l'*Akademik Treshnikov* résonne durant des jours. Face à 1 ou 2 mètres d'épaisseur de glace, le navire avance sans peine. Mais au-delà, il lui faut parfois s'y reprendre à plusieurs fois avant de franchir l'obstacle.

*«Ce n'est pas parce que l'on est sur un brise-glace que l'on peut passer partout, précise Christel Hassler. Mais notre capitaine était particulièrement habile. On voyait qu'il avait l'habitude. Naviguer dans la glace demande en effet une anticipation de tous les instants.»*

Sur l'île de Siple, l'expédition est accueillie par une colonie de manchots non répertoriée qui fait la joie des spécialistes de l'expédition. Christel Hassler et ses collègues se voient offrir la possibilité de mettre le pied sur leur première île antarctique.



CHRISTEL HASSSLER

CHRISTEL HASSSLER  
(À GAUCHE) PRÉLÈVE UN  
ÉCHANTILLON DE NEIGE  
SUR L'ÎLE DE SIPLE.

L'«AKADEMIK  
TRESHNIKOV»  
(CI-DESSOUS)

«C'est une belle expérience, estime la chercheuse. Cette visite a eu la vertu de nous sensibiliser davantage encore à la fragilité de cet environnement unique et à renouveler notre engagement pour sa sauvegarde. Et puis nous en avons profité pour prélever des échantillons de neige. Ce n'était pas prévu et nous ne savons pas du tout ce que nous allons y trouver en termes de virus et de bactéries par exemple mais nous n'avons pas résisté à l'envie de mener un peu de recherche opportuniste. Nous avons d'ailleurs reçu quelques échantillons supplémentaires de la part de collègues qui ont fait des prélevements pour nous sur d'autres îles ou qui ont accepté de céder des fragments de certaines de leurs carottes de glace.»

**Pris dans le froid** Pas moyen, en revanche, de s'approcher en bateau de l'île Pierre I<sup>e</sup> qui, contre toute attente, est totalement prise dans la glace. Grâce au beau temps, l'hélicoptère peut malgré tout déposer des glaciologues sur le couvert neigeux pour réaliser des prélèvements. Les derniers jours de l'expédition s'avèrent particulièrement ardu. Le passage de Drake, qui sépare la péninsule Antarctique de la Terre de Feu, est un endroit réputé dangereux pour la navigation et le capitaine décide de ne pas y passer plus de temps que le strict nécessaire. Le

problème, c'est que les scientifiques ont le projet d'effectuer une station de mesures à chaque nouveau front océanique qui arrive durant toute la traversée. Et en suivant la route directe tracée par l'Akademik Treshnikov, ces fronts se suivent à une cadence particulièrement rapide.

«Nous avons enchainé les stations à un rythme soutenu, raconte Christel Hassler. Il a fallu préparer le matériel, effectuer les descentes, récupérer et conditionner les échantillons, manger et dormir dans des temps assez limités. En plus, durant les huit derniers jours, nous avons traversé pas moins de huit fuseaux horaires. Nous avons donc travaillé littéralement jour et nuit.»

Sur l'ensemble de cette deuxième étape de l'expédition, les scientifiques genevois n'ont pas réussi à réaliser toutes les mesures prévues. C'est inévitable dans un endroit aussi inhospitalier et avec autant d'équipes à gérer.

«Nous ramenons malgré tout de nombreux échantillons qui nous prendront une année à analyser, précise Christel Hassler. Et nous sommes d'ores et déjà sûrs de retourner en Antarctique l'hiver prochain pour compléter nos données. Nous embarquerons sur le bateau pour la recherche polaire allemand Polarstern. Et avec beaucoup moins de projets différents à bord.»

Anton Vos

# JAQUES-LOUIS REVERDIN, LA FINE LAME ET LES PAPILLONS

**PASSIONNÉ PAR**  
LES LÉPIDOPTÈRES,  
LE CHIRURGIEN  
GENEVOIS EST PASSÉ  
À LA POSTÉRITÉ POUR  
SES DÉCOUVERTES  
SUR LA THYROÏDE ET  
L'INVENTION D'UNE  
AIGUILLE À SUTURER.  
MAIS IL EST SURTOUT  
L'AUTEUR DE LA  
PREMIÈRE GREFFE  
DE PEAU HUMAINE

---

**A**la veille de sa mort, survenue le 9 janvier 1929, Jaques-Louis Reverdin confie à sa fille un manuscrit contenant ses derniers travaux sur les papillons avec des instructions pour le publier. Ces écrits marquent le point final de dix-huit ans de recherches qui ont fait du savant genevois une figure de proue de la lépidoptérologie tant sur la scène nationale qu'au niveau international. Riche de 374 spécimens classés et d'environ 10 000 préparations microscopiques, la collection qu'il lègue au Musée d'histoire naturelle constitue aujourd'hui encore un des fleurons de l'institution.

Si le nom de Jaques-Louis Reverdin est resté accroché à l'histoire des sciences, ce n'est pourtant pas tant du fait de ses mérites en tant que chasseur de papillons, activité à laquelle il s'est consacré avec passion une fois arrivé à la retraite, que pour sa carrière de chirurgien. Fondateur avec son cousin Auguste de la première clinique privée genevoise, Jaques-Louis Reverdin est en effet reconnu comme l'inventeur de la greffe épidermique, pratique qu'il expérimente pour la première fois en 1869 alors qu'il est encore interne aux Hôpitaux de Paris et qu'il n'a pas encore 30 ans.

Dans les années suivantes, il mettra également au point une aiguille à suturer qui va être rapidement adoptée par la communauté médicale. Et en 1882, c'est encore lui qui est le premier à décrire les complications liées à l'ablation de la glande thyroïde.

Issu d'une famille de huguenots arrivés à Genève en 1709, Jaques-Louis Reverdin connaît une enfance paisible dans la propriété familiale de Frontenex. Dans ce qui est encore un paisible

coin de campagne, il reçoit une éducation basée sur «une foi vivante et une discipline stricte», tout en «disposant de libres espaces avec de grands prés, des arbres, des fleurs, des fruits, et en élevant des animaux», selon les termes de son fils Henri. Brillant collégien, il se tourne ensuite presque naturellement vers l'Académie où il obtient un double Baccalauréat en sciences naturelles et en lettres. Genève ne disposant pas encore de faculté dédiée à la médecine, c'est à Paris qu'il poursuit son chemin, sans doute encouragé par l'exemple de son grand-père maternel et de son oncle.

Le premier, François Mayor (1779-1854), se rend célèbre en 1818 par sa découverte des bruits du cœur du fœtus. Une vingtaine d'années plus tard, il a également l'honneur de donner le premier cours de médecine légale à l'académie de Genève.

Exerçant lui aussi l'art de guérir, son fils Isaac (1818-1899) est professeur à la Faculté des sciences où il enseigne l'anatomie humaine et la physiologie de 1849 à 1875. Tout au long de ses études, Jaques Reverdin veillera à le tenir informé de l'avancement de ses travaux recherchant régulièrement son approbation dans la correspondance qu'il échange avec sa famille.

À l'heure où Jaques-Louis Reverdin entame sa formation en médecine, la chirurgie est en pleine révolution suite à la découverte de l'asepsie (désinfection) et de l'anesthésie (endormissement) dans la seconde partie du XIX<sup>e</sup> siècle. «On est alors en train de passer d'une époque où les opérations doivent être réalisées très vite par des chirurgiens dotés d'une véritable virtuosité à une autre où l'on peut porter davantage d'attention aux détails et à la qualité du travail, explique Philip Rieder,

collaborateur scientifique à l’Institut Ethique Histoire Humanités (Faculté de médecine). *Cette avancée déterminante ouvre un espace et libère de l’énergie permettant le développement de nouvelles techniques pour guérir les maladies.*»

Une brèche qui va permettre au jeune Reverdin de s’épanouir rapidement. Il est repéré par son responsable à l’hôpital Necker, le Dr Felix Guyon, qui remarque sa main sûre. «*Vous ferez un bon chirurgien, vous tenez bien votre couteau, c’est quelque chose qui ne s’acquiert guère*», lui dit-il en février 1869. Confirmant les espoirs que son maître place en lui, Reverdin termine premier de sa promotion grâce à un travail sur le traitement des anthrax et autres furoncles de la face. Il enchaîne avec une thèse, consacrée au rétrécissement de l’urètre, qui se voit, elle aussi, récompensée par un prix.

Le moment n’est toutefois pas très propice aux réjouissances. Depuis le 19 juillet 1870, la France est en effet en guerre contre le royaume de Prusse. Et les choses sont loin de se passer comme l’espéraient les stratèges de Napoléon III. Battues à plusieurs reprises, les armées françaises reculent rapidement sur tous les fronts. Paris est bientôt assiégée avant de connaître l’insurrection et les barricades lors de l’épisode de la Commune.

Ces événements tragiques éloignent certes Reverdin de ses chères études, mais ils lui donnent aussi l’occasion d’élargir ses compétences. Nommé responsable du service d’ambulance mis en place dans la capitale par un groupe d’expatriés suisses, il doit affronter trois heures de marche quotidienne afin de gérer une cinquantaine de lits situés à l’autre bout de Paris et qui ne désemplissent pas durant toute la durée du conflit.

Même si les résultats obtenus restent assez modestes, la plupart des patients traités par Reverdin ne meurent pas des suites de leur opération comme c’est encore souvent le cas à ce moment. Mais cet épisode lui donne surtout l’occasion d’acquérir une certaine expérience de la chirurgie de guerre, savoir dont il se servira une vingtaine d’années plus tard lorsqu’il sera chargé de former les médecins de l’armée suisse et dont il résumera l’essentiel dans un ouvrage intitulé *«Leçons de chirurgie de guerre. Des blessures faites par balles de fusil»* qui est publié en 1910.

«*Ceux qui n’ont pas eu la bonne fortune d’entendre la parole toujours simple et claire du maître retrouveront dans son livre les qualités qui le caractérisent,*



BGE/CENTRE D'ICONOGRAPHIE GENEVOISE

commente alors le médecin militaire français Henri Nimier. *La science et l’art de la chirurgie générale le comptent comme l’un des représentants les plus autorisés de cette génération qui, instruites par les désastres de l’ère préantiseptique, a su créer les merveilles de la pratique chirurgicale actuelle.*»

Lorsque la France retrouve enfin la paix en 1817, Jaques-Louis Reverdin n'est donc plus tout à fait un inconnu. Et ce d'autant qu'à l'automne 1869 déjà, il a présenté devant les mandarins de la Société impériale de chirurgie française une découverte appelée à faire date : celle de la première greffe épidermique pratiquée sur l'homme.

Cette «*petite expérience*» dont il pense qu'elle «*parait présenter du moins un assez grand intérêt théorique, et peut-être quelque utilité pratique*» a été inspirée par les travaux du grand chirurgien allemand Theodor Billroth (1829-1894) décrivant le développement spontané d'îlots de

cicatrisation à distance des bords de certaines plaies. Elle vise à reproduire et à accélérer le processus naturel qui permet à la peau lésée de cicatriser de façon spontanée. Autrement dit, de réaliser un des plus vieux rêves de l'humanité : celui de recréer de manière artificielle une partie lésée de l'organisme humain.

«*Je ne suis pas absolument certain que l'idée d'imiter ce processus naturel ait surgi dans mon esprit immédiatement après cette lecture, écrit-il au pédagogue genevois Édouard Claparède (lire Campus 90) en 1925, mais ce dont je me souviens parfaitement, c'est que cette idée surgit dans mon esprit brusquement un soir; je me dis: ne pourrait-on pas en plaçant sur la surface d'une plaie bourgeonnante des petits lambeaux d'épiderme vivant déterminer la formation d'îlots de cicatrisation? Ces petits lambeaux d'épiderme prendraient-ils adhérence? Il n'y avait qu'un moyen de le savoir, c'était de tenter l'expérience.*»

Après une première tentative couronnée de succès à l'automne 1869, Reverdin, qui pense alors à tort que les greffes sont possibles d'un individu à un autre, voire d'un animal à un être humain, répète le processus à de nombreuses reprises en laboratoire tant sur des patients que sur des lapins.

Cette persévérance lui permet de vaincre le scepticisme affiché par nombre de grands pontes de la chirurgie devant sa découverte et lui donne la satisfaction de voir sa technique rapidement adoptée par une multitude de praticiens, technique qui ouvre la porte à de nombreux développements en matière de chirurgie plastique et reconstructive.

Fort de cette notoriété, Reverdin est invité à la table des plus grands chirurgiens de l'époque au cours des voyages qu'il effectue aux quatre coins de l'Europe dans les années qui suivent sa formation parisienne.

De retour à Genève en 1872, il intègre l'Hôpital cantonal, dont il devient bientôt le chirurgien en chef, avant de rejoindre la Faculté de médecine dès sa création en 1876. Chargé d'enseigner la pathologie externe et la médecine opératoire, il s'acquittera de sa mission durant trente-quatre ans laissant à la plupart de ses étudiants le souvenir d'un maître aussi exigeant que bienveillant. C'est d'ailleurs dans ce cadre qu'en 1898, il est appelé à réaliser l'autopsie d'Elisabeth de Bavière (la fameuse «impératrice Sissi»), assassinée d'un coup de lime à sa sortie sur le quai du Mont-Blanc.

Ses fonctions académiques, auxquelles Reverdin se dira souvent très attaché, ne l'empêchent toutefois pas de poursuivre des recherches qu'il a toujours voulu orientées vers la pratique. En 1879, il soumet à la société de chirurgie de Paris deux innovations. La première est un pulvérisateur de poche qui peut être utilisé soit pour un lavage, soit pour une injection, soit pour la désinfection. La seconde est une aiguille à suturer à chas mobile qui lui vaudra de nombreuses récompenses, dont une Médaille d'or à l'Exposition nationale suisse de 1896.

À défaut d'être totalement révolutionnaire, l'outil, encore utilisé de nos jours, présente l'énorme avantage de pouvoir être facilement nettoyé et donc de limiter considérablement les risques d'infection. Il connaîtra par la suite

plusieurs améliorations dues notamment à son cousin Auguste et à son neveu Albert, eux aussi médecins.

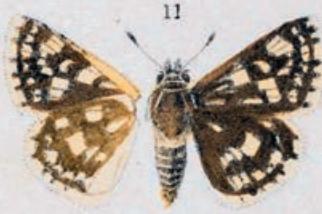
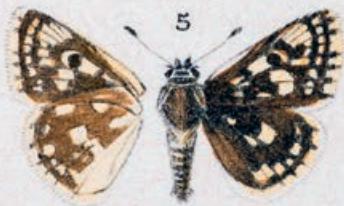
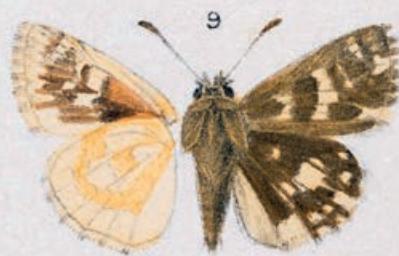
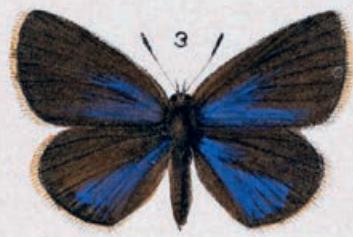
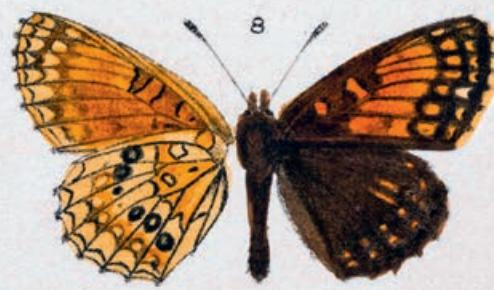
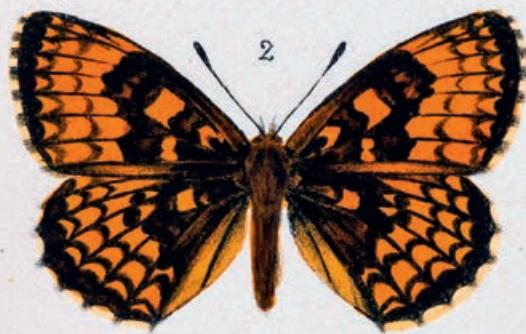
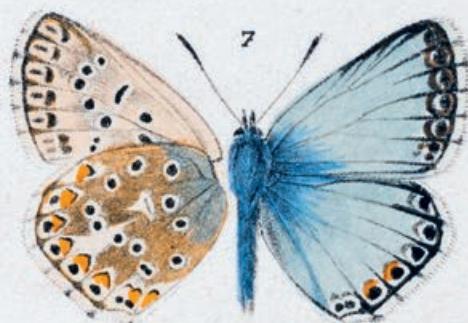
Jaques-Louis Reverdin se distingue à nouveau en 1882 en présentant un mémoire dans lequel il décrit pour la première fois les risques liés à l'ablation totale de la glande thyroïde, pratique qui est alors la norme en cas de goitre sévère. Cette découverte (le «myxoedème opératoire») permet non seulement d'améliorer le traitement d'une maladie alors encore très fréquente, mais surtout d'attirer l'attention des scientifiques sur le rôle encore insoupçonné des glandes à sécrétion interne dont on ignore encore largement l'importance sur le plan physiologique.

Homme de terrain, Jaques-Louis Reverdin ne dédaigne pas pour autant la littérature scientifique. Lecteur passionné de ses condisciples, il participe, en 1880, au lancement de la *Revue médicale de la Suisse romande*, devenue aujourd'hui la *Revue médicale suisse*.

Ce nouvel organe, succédant au *Bulletin de la Société Médicale de la Suisse Romande*, affiche un programme nettement plus ambitieux qui laisse une large place aux mémoires originaux et aux revues critiques et non plus uniquement aux comptes rendus des sociétés médicales romandes. Jaques-Louis Reverdin y contribuera activement pendant près de quatre décennies.

À 68 ans, ne se sentant plus en état d'assumer pleinement son travail de chirurgien, il jette son tablier pour se tourner vers une passion qui l'anime depuis l'enfance : l'étude des papillons. Féru de classification, il développe alors une méthode permettant de distinguer les lépidoptères en fonction de leur armure génitale. Travail qui fait de lui un expert reconnu sur le plan international. Il contribue en outre à la création, en 1905, de la Société genevoise de lépidoptérologie.

## « VOUS FEREZ UN BON CHIRURGIEN, VOUS TENEZ BIEN VOTRE COUTEAU, C'EST QUELQUE CHOSE QUI NE S'ACQUIERT GUÈRE »



# À LIRE

## SOUS LE CRÂNE DES TOUT-PETITS

Un enfant, à sa naissance, n'est pas simplement une « machine à réflexes ». C'est, au contraire, une « machine à apprendre », douée de compétences parfois insoupçonnées que les chercheurs en sciences de l'éducation tentent de révéler par des expérimentations ingénieuses. Dans *La Vie secrète des enfants*, Édouard Gentaz, professeur à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Solange Denervaud, doctorante au Centre interfacultaire en sciences affectives, et

le psychologue français Léonard Vannetzel présentent l'état des connaissances de ce qui se passe sous le crâne des tout-petits. Destiné aux parents, grands-parents, étudiants, professionnels de la petite enfance ou de toute personne désireuse de mieux comprendre les comportements de l'enfant à l'âge où tout, dit-on, se met en place. Pour les auteurs, le cerveau du bébé ne doit plus être considéré comme une page blanche, un réceptacle dans lequel les compétences s'accumulent par la seule exposition à un environnement et à de simples conditionnements. De même, précisent-ils, on sait que l'enfant ne se développe pas par la simple maturation biologique à partir de connaissances innées. Actuellement, la plupart des chercheurs considèrent que la réalité se situe entre ces deux visions. Par l'intermédiaire des outils mentaux dont il dispose ou qu'il a construits, l'enfant va en effet apprendre à découvrir le monde, à s'y adapter et à le transformer.

Au fil de petits chapitres denses et éclairants, le lecteur apprend ainsi les bases de l'apprentissage et des développements affectif, social et neurocognitif de l'enfant. Rien n'est négligé, qu'il s'agisse de la peur du noir, du plaisir à faire semblant, de l'ami imaginaire, des conséquences des fessées, de l'empathie, du bien et du mal, de l'obéissance, de la créativité, du bilinguisme, des bénéfices du jeu et du dessin, etc. À noter que les mêmes auteurs ont participé à un documentaire éponyme qui a été diffusé sur TF1 en janvier dernier. A.Vs

**« LA VIE SECRÈTE DES ENFANTS »,**  
PAR ÉDOUARD GENTAZ, SOLANGE DENERVAUD  
ET LÉONARD VANNETZEL,  
ÉD. ODILE JACOB, 205 P.



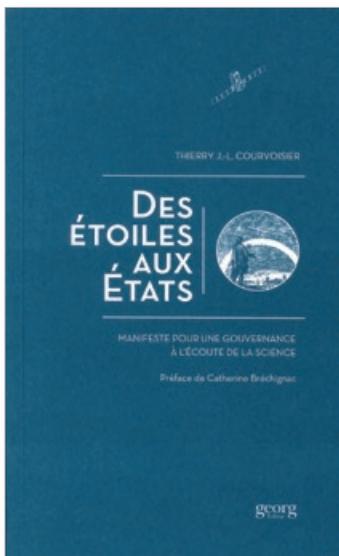
## DE L'AUTRE CÔTÉ DE L'OBJECTIF

Dirigée par deux universitaires – Olivier Lugon, professeur à l'UNIL, et Christian Joschke, chargé de cours à l'Unité d'histoire de l'art (Faculté des lettres) – la revue « Transbordeur » consacre son premier numéro aux musées de photographies documentaires. Outre un gros plan sur ces institutions nées au moment où la pratique de la photographie s'est démocratisée, on trouve dans ce volume inaugural une contribution portant sur la pratique des portraits funéraires chez les Ewé (une ethnie d'Afrique de l'Ouest), un article sur le chromatope (un appareil permettant de créer des effets lumineux), un retour sur l'intervention artistique « Campo urbano » menée à Côme en 1969, une analyse des expérimentations sur le mouvement et la fatigue menée par Frank Bunker Gilberth au début du XX<sup>e</sup> siècle ou encore une section consacrée à des comptes rendus d'ouvrages. Plutôt que d'approcher la photographie d'un point de vue strictement esthétique, ce nouveau venu dans le paysage médiatique romand a en effet pour ambition de mettre en valeur la richesse des collections genevoises et vaudoises, tout en conservant une forte dimension internationale de par les sujets traités, les auteurs invités et le public visé. Publiée une fois par an, la revue est fondée sur une perspective transdisciplinaire qui recouvre non seulement l'histoire de l'art, mais aussi l'histoire, la géographie culturelle ou encore la sociologie. VM

**« TRANSBORDEUR : PHOTOGRAPHIE,  
HISTOIRE ET SOCIÉTÉ »,**  
N° 1, ÉD. MACULA, 236 P.



# DE L'UTILITÉ DE LA SCIENCE EN POLITIQUE



Rendre la science «vraiment utile», tel est le devoir des scientifiques envers la société. Et tel est le message essentiel que souhaite faire passer Thierry Courvoisier, astrophysicien et professeur honoraire à la Faculté des sciences, dans un ouvrage intitulé *Des Étoiles aux États*. Le chercheur part du constat que la science n'est plus vue comme un moteur positif du développement des sociétés occidentales et que de plus en plus nombreuses sont les voix qui expriment un scepticisme, voire un rejet, face au savoir et à la raison. Visant à contrer cette tendance parfois hostile, Thierry Courvoisier cherche d'abord à démontrer ce que le développement du savoir a apporté jusqu'ici à la société dans des domaines aussi divers que la culture, l'économie et la politique. Il évoque ensuite la responsabilité des scientifiques eux-mêmes qui ont le devoir de mettre leur savoir à la disposition de la population sous une forme qui permette des prises de décision informées. Il milite enfin pour que l'on sorte du carcan national et que l'on crée des institutions internationales permettant de mettre en œuvre les actions rendues nécessaires par l'influence humaine sur la planète. A.Vs

«DES ÉTOILES AUX ÉTATS, MANIFESTE POUR UNE GOUVERNANCE À L'ÉCOUTE DE LA SCIENCE», PAR THIERRY COURVOISIER, ÉD. GEORG, 146 P.



## À L'ÉCOLE DE LA LANGUE

Retracer l'évolution des méthodes et des contenus de l'enseignement des langues depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle, c'est l'objectif de cette étude qui revient également sur les principaux débats suscités par cette question d'une actualité brûlante.

«HISTOIRE DE L'ENSEIGNEMENT DES LANGUES EN SUISSE ROMANDE, 1725-1945», PAR BLAISE EXTERMANN, ÉD. ALPHIL, 147 P.



## SAUSSURE EN VERSION GLOBALE

En 11 articles, cet ouvrage offre une vue d'ensemble de l'œuvre de Ferdinand de Saussure. Enrichi d'une version numérique, il montre que l'influence de l'auteur du «Cours de linguistique générale» s'étend au-delà des limites du structuralisme.

«SAUSSURE. UNE SOURCE D'INSPIRATION INTACTE», PAR CLAIRE FOREL ET THOMAS ROBERT (DIR.), ÉD. MÉTISPRESSES, 313 P.



## CONTRER LA MORSURE DE L'INJURE

Ce petit guide explore l'injure en tant qu'expérience, concept et vecteur. Objectif: proposer des pistes de réflexion, d'action, de recherche et de formation pour faire face à cette «plaque tournante du trafic des violences ordinaires».

«LE POUVOIR DE L'INJURE. GUIDE DE PRÉVENTION DES VIOLENCE ET DES DISCRIMINATIONS», PAR CAROLINE DAYER, ÉD. L'AUBE, 150 P.



## LE POUVOIR DANS L'UNION

C'est une plongée au cœur du pouvoir européen que propose cet essai. En s'appuyant sur divers outils sociologiques, l'auteur met en évidence le décalage existant entre un pouvoir européen à l'identité diffuse et une société jugée anémique.

«POUVOIR ET SOCIÉTÉ EN EUROPE: ESSAI CRITIQUE SUR L'INTÉGRATION EUROPÉENNE», PAR MAXIMOS ALIGAKIS, ÉD. ACADEMIA L'HARMATTAN, 268 P.

# THÈSES DE DOCTORAT

## DROIT

### AVRAMOV, PHILIPPE

L'omission fautive: la violation d'un devoir juridique ou moral: une analyse historique et dogmatique

**Dir. Winiger, Bénédict**

Th. UNIGE 2016, D. 927 | Web\*: 92036

### EYNARD, MANUEL

La métamorphose de la justice pénale internationale: étude des fonctions judiciaires de la Cour pénale internationale

**Dir. Boisson de Chazournes, Laurence;**

**Martin, Jean-Christophe**

Th. UNIGE 2016, D. 926 | Web\*: 91994

### MOLO, GIOVANNI ANTONIO GEO

L'impact des réglementations internationales contre l'évasion fiscale sur le secret bancaire suisse

**Dir. Kaddous, Christine; Oberson, Xavier**

Th. UNIGE 2016, D. 915 | Web\*: 87498

### NERI-CASTRACANE, GIULIA

Les règles de gouvernance d'entreprise comme moyen de promotion de la responsabilité sociale de l'entreprise: réflexions sur le droit suisse dans une perspective internationale

**Dir. Peter, Henry**

Th. UNIGE 2016, D. 920 | Web\*: 87602

### SAULNIER BLOCH, MARIE

Le statut juridique du régime de Vichy: de Vichy à Sigmaringen: d'un statut l'autre

**Dir. Monnier, Victor**

Th. UNIGE 2016, D. 925 | Web\*: 94021

### VICENTE, RUTE

La responsabilité internationale de l'Union européenne et de ses États membres analysée à la lumière du projet d'articles de la Commission du droit international sur la responsabilité des organisations internationales pour fait internationalement illicite

**Dir. Kaddous, Christine**

Th. UNIGE 2016, D. 928 | Web\*: 92687

## ÉCONOMIE ET MANAGEMENT

### EFING, MATTHIAS

Three important financial stability issues in banking

**Dir. Hau, Harald**

Th. UNIGE 2016, GSEM 27 | Web\*: 85625

### FERREIRA, PAUL

The dynamics of top management teams

**Dir. Raisch, Sebastian**

Th. UNIGE 2016, GSEM 28 | Web\*: 93950

## LETTRES

### LENZ-ZEMP, KATJA

Visualisierung und Animierung des Geistigen bei Lyonel Feininger, Paul Klee und in der Karikatur

**Dir. Gamponi, Dario Libero**

Th. UNIGE 2016, L. 848 | Web\*: 84301

### NOBS, VIRGINIE

La sculpture en pierre en Grande Grèce: du VI<sup>e</sup> siècle à 209 av. J.-C.

**Dir. Baumer, Lorenz; Queyrel, François**

Th. UNIGE 2016, L. 874 | Web\*: 92963

## SCIENCES QUILODRAN, CLAUDIO

### BIODIVERSITY LOSS BY INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION AND INVASIVE SPECIES

Les conséquences de la disparition des barrières empêchant la reproduction entre espèces différentes, ce qui mène à l'hybridation, représentent une préoccupation croissante dans les domaines de l'écologie et de l'évolution. Cette thèse explore, du point de vue aussi bien de la conservation que de l'évolution biologique, l'importante gamme des cas de figure que l'hybridation peut produire. L'objectif principal du travail est d'étudier l'impact de l'hybridation interspécifique sur la diversité des organismes à l'aide d'une nouvelle approche intégrant les facteurs naturels et anthropogéniques. L'auteur développe à cette fin des modèles originaux qui permettent une meilleure évaluation des risques d'extinction ou des opportunités évolutionnaires. Appliqués à des organismes très différents (poissons, amphibiens, oiseaux, mammifères et humains), ces modèles ont permis de réaliser une image assez complète des effets de l'hybridation sur la biodiversité. La thèse définit finalement les conditions dans lesquelles l'hybridation peut représenter une priorité pour les programmes de conservation ou, au contraire, des opportunités du point de vue de l'évolution.

### DIR. CURRAT, MATHIAS; MONTOYA BURGOS, JUAN IGNACIO

Th. UNIGE 2016, Sc. 4958 | Web\*: 87919

## NEUROSCIENCES

### GOVINDAN, SUBASHIKA

Becoming a new neuron in the cerebral cortex

**Dir. Jabaudon, Denis**

Th. UNIGE 2016, Neur. 175 | Web\*: 92994

### SINANAJ, INDRIT

Confidence in decisions and actions: behavior, brain circuits, and disorders

**Dir. Schwartz, Sophie; Vuilleumier, Patrik**

Th. UNIGE 2016, Neur. 191 | Web\*: 92028

## PSYCHOLOGIE ET SCIENCES DE L'ÉDUCATION

### ARGAUD, SOIZIC

Reconnaissance et mimétisme des émotions exprimées sur le visage: vers une compréhension des mécanismes à travers le modèle parkinsonien

**Dir. Grandjean, Didier Maurice**

Th. UNIGE 2016, FPSE 640 | Web\*: 93815

### BALLHAUSEN, NICOLA

Age-related prospective memory: exploring the role of cognitive control and memory in modulating age differences in prospective memory

**Dir. Kliegel, Matthias**

Th. UNIGE 2016, FPSE 652 | Web\*: 92573

### FRANZEN, JESSICA

Réactivité cardiovasculaire et musculaire durant l'anticipation et la consommation de récompenses et de punitions dans la dépression

**Dir. Brinkmann, Kerstin; Gendolla, Guido H.E.**

Th. UNIGE 2016, FPSE 634 | Web\*: 88569

### HERING, ALEXANDRA

The neural correlates of prospective memory development: the role of the prospective and the retrospective component across the lifespan

**Dir. Kliegel, Matthias**

Th. UNIGE 2016, FPSE 651 | Web\*: 92572

**IACOIELLO, VINCENZO**

Individualistic and collectivistic tendencies in social hierarchies: an exploration of the mere status hypothesis

**Dir. Lorenzi-Cioldi, Fabio**

Th. UNIGE 2016, FPSE 637 | Web\*: 88495

**SCIENCES****BASSOY, ESEN**

Mitochondrial morphology and ER-mitochondria contacts regulate glioma stemlike cell surface glycan expression and sensitivity to cytotoxic lymphocytes  
**Dir. Martinou, Jean-Claude; Martinvalet, Denis**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5030 | Web\*: 92761

**BERTI, NICOLAS**

Champ fort et rétro-propagation en filamentation Laser  
**Dir. Wolf, Jean-Pierre**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4991 | Web\*: 92362

**DALLAVALLE, CÉCILIA**

A novel oncogenic axis involving the ETS factor ESE3/EHF, miR-424, COP1 and STAT3 drives prostate tumor progression  
**Dir. Scapozza, Leonardo; Carbone, Giuseppina**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4950 | Web\*: 94032

**DASENBROOK, DAVID**

Current fluctuations and entanglement in dynamic mesoscopic conductors  
**Dir. Sukhorukov, Eugene; Flindt, Christian**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4972 | Web\*: 87601

**DEHAENE, GUILLAUME**

Le statisticien neuronal: comment la perspective bayésienne peut enrichir les neurosciences  
**Dir. Duminić-Copin, Hugo; Pouget, Alexandre; Mamassian, Pascal**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4976 | Web\*: 87920

**DRANGUET, PERRINE**

Mercury accumulation and effects to freshwater biofilms  
**Dir. Slaveykova, Vera**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4967 | Web\*: 86695

**DU PASQUIER, PIERRE-EMMANUEL**

Étude taxonomique et phylogéographique du groupe du *Silene italica* (Caryophyllaceae) en Méditerranée orientale  
**Dir. Jeanmonod, Daniel; Naciri, Yamama**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5042 | Web\*: 92871

**FRIEDLI, FABIEN**

Limits of graphs and number theory: a case for spectral zeta functions  
**Dir. Karlsson, Anders**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5018 | Web\*: 92363

**GUESCINI, FRANCESCO**

Search for resonances in the dijet mass spectrum with the ATLAS experiment at the LHC  
**Dir. Iacobucci, Giuseppe**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4954 | Web\*: 92135

**GUIDO, DANIÈLE**

The role of juncitate in the regulation of phagocytosis  
**Dir. Martinou, Jean-Claude; Demaurex, Nicolas**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5022 | Web\*: 93851

**KATRE, AKSHAY**

Searches for magnetic monos and highly ionising particles at  $\sqrt{s} = 8$  TeV at the LHC  
**Dir. Mermod, Philippe**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4982 | Web\*: 93853

**LAPLANE, CYRIL**

Generation of non-classical correlations between spins and photons using rare-earth-ion doped crystals

**Dir. Gisin, Nicolas; Afzelius, Mikael**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5040 | Web\*: 92034

**LASCANO, SANTIAGO**

Complex surface architectures: the discovery of the third orthogonal dynamic covalent bond  
**Dir. Matile, Stefan**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5044 | Web\*: 91997

**MEYNIER, SONIA**

Mécanismes de relocalisation de la Glucose-regulated protein 78 à la surface des cellules du cancer de l'ovaire

**Dir. Picard, Didier; Cohen, Marie-Benoîte; Petignat, Patrick**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5039 | Web\*: 92996

**OLDRATI, VERA WANDA**

Venomics to decrypt the biomedical potential of spider toxins

**Dir. Wolfender, Jean-Luc; Stocklin, Reto**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5041 | Web\*: 92231

**OSPINA OSTIOS, LINA MARIA**

Biostratigraphy and structure of the Voirons Flysch: Gurnigel Nappe, Haute-Savoie, France

**Dir. Kindler, Pascal; Sartori, Mario**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5045 | Web\*: 93352

**PETIT, CHARLOTTE**

Towards a prediction of intestinal absorption of medicinal plant constituents with the PAMPA permeability assay

**Dir. Wolfender, Jean-Luc; Carrupt, Pierre-Alain**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5029 | Web\*: 92665

**PIETERS, HESTER FREDERIEK**

Hyperbolic spaces and bounded cohomology

**Dir. Bucher, Michelle**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4971 | Web\*: 93455

**PISIGNANO, GIUSEPPINA**

A non-coding RNA network influenced by genetic polymorphism controls E-cadherin expression in human cancers

**Dir. Scapozza, Leonardo; Catapano, Carlo**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5037 | Web\*: 93953

**POHER, ANNE-LAURE**

The obesity resistant Lou/C rat as a model to study the metabolic impacts of white adipose tissue browning and of perinatal high-fat feeding

**Dir. Rohner-Jeanrenaud, Françoise; Martinou, Jean-Claude**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4951 | Web\*: 86921

**PUETZ, GILLES**

Measurement dependence, limited detection and more: problems and applications of quantum nonlocality

**Dir. Gisin, Nicolas**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4937 | Web\*: 85244

**RODILA, DIANA-DENISA**

Efficient development and execution of environmental applications on high performance parallel and distributed computing infrastructures

**Dir. Lehmann, Anthony; Ray, Nicolas; Gorgan, Dorian**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4942 | Web\*: 92516

**TROMBELLA, SARA**

Assessment of muscular activity by positron emission tomography using  $[11\text{C}]$ acetate

**Dir. Rolim, Jose; Magnenat Thalmann, Nadia**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5038 | Web\*: 92504

**VAZQUEZ PICO, PATRICIA**

The role of paxillin in the signalling of the alphavbeta3/talin/kindlin complex

**Dir. Wehrle-Haller, Bernhard; Gonzalez Gaitan, Marcos**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5036 | Web\*: 93856

**VERNAZ-HEGI, NATHALIE**

Politique du médicament: modéliser l'efficience dans une perspective hospitalière et sociétale au moyen des time series

**Dir. Bonnabry, Pascal**  
 Th. UNIGE 2011, Sc. 4303 | Web\*: 93134

**VIOLA, STEFANO**

Significato sociale della parure in pietra tra l'età del Rame e il Bronzo Antico dell'Italia settentrionale: un approccio tecnico-funzionale attraverso la sperimentazione archeologica

**Dir. Besse, Marie**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4948 | Web\*: 91982

**ZIEGLER, DOMINIK**

Molecular Characzerization of symbiotic Rhizobia and theri legume hosts *in situ* via Mass Spectrometry

**Dir. Perret, Xavier; Tonolla, Mauro Amedeo**  
 Th. UNIGE 2016, Sc. 5016 | Web\*: 92352

**SCIENCES DE LA SOCIÉTÉ****DIETRICH, MARC RAPHAEL**

Cosmopolitanism and the impact of cosmopolitan principles on conflict prevention and resolution: a case-study analysis of Crimea and the Donbass

**Dir. Baudouï, Remi**  
 Th. UNIGE 2016, SdS 36 | Web\*: 93137

**GERBER, DOMINIK ANDRÉAS**

Can hybrid cultures be normative?: the challenge of indeterminacy for multiculturalism

**Dir. Gianni, Matteo**  
 Th. UNIGE 2016, SdS 33 | Web\*: 88600

**NOSETTI, PIETRO**

Le secteur bancaire tessinois: origines, crises et transformations (1861-1939)

**Dir. Cassis, Youssef**  
 Th. UNIGE 2016, SdS 53 | Web\*: 92519

**WENGER, SYLVAIN MARTIN**

Industrialisation, innovation et institutions du savoir: une perspective genevoise (1750–1850)

**Dir. Bruland, Kristine**  
 Th. UNIGE 2016, SdS 27 | Web\*: 94035

**ZIMMERLI, VIRGINIE**

Usages, usagers et innovation à l'ère numérique

**Dir. Badillo, Patrick-Yves**  
 Th. UNIGE 2016, SdS 41 | Web\*: 87768

**TRADUCTION ET INTERPRÉTATION****STURM, ANNNEGRET**

On the role of metacognitive proficiency in translation. Investigating the role of Theory of Mind in translation in terms of neural substrates, process and product data

**Dir. Kuenzli, Alexander**  
 Th. UNIGE 2016, FTI 29 | Web\*: 92869

GENEVA  
SUMMER  
SCHOOLS



# SWISS MADE + GLOBALLY ORIENTED

1-3 WEEKS SUMMER COURSES (JUNE – SEPT, 2017)  
AT THE UNIVERSITY OF GENEVA

