

LE GOÛT DES AUTRES

P.14 ESPÈCE ÉMINEMMENT SOCIALE, L'HUMAIN A DÉVELOPPÉ UNE CAPACITÉ À **INTERAGIR DE MANIÈRE TRÈS EFFICACE AVEC SES CONGÉNÈRES.**

UN TALENT QUE LES SCIENTIFIQUES DE L'UNIGE ÉTUDIENT PAR DIFFÉRENTES APPROCHES ET À DIFFÉRENTES ÉCHELLES.

CAMPUS



L'INVITÉ
TIMOTHÉE PARRIQUE:
POUR UN MONDE
SANS CROISSANCE
PAGE 38

EXTRA-MUROS
AU MILIEU DE LA
HAVANE COULE LE
RIO ALMENDARES
PAGE 42

TÊTE CHERCHEUSE
INDRIT BÈGUE,
STIMULANTE
GUÉRISSEUSE
PAGE 46





ET POURQUOI PAS À VÉLO ?



www.unige.ch/velo

#unigevelo



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

04 ACTUS

09 THÈSES DE DOCTORAT

RECHERCHE

10 SCIENCES
DE L'ENVIRONNEMENT
QUAGGA, LA MOULE
QUI TERRORISE
LE LÉMAN



Si la propagation de cette moule invasive suit en Suisse la même évolution qu'aux États-Unis, où elle est installée depuis trente ans, sa biomasse pourrait être multipliée par 20 d'ici à 2045.

12 CHIMIE
POUR LES GRANDS
VINS, L'IA A LE NEZ FIN



Grâce à l'intelligence artificielle, des scientifiques ont mis au point un procédé capable d'identifier l'origine d'un vin avec une fiabilité absolue.

DOSSIER: LE GOÛT DES AUTRES



16 LA COGNITION SOCIALE
PASSE AU SCANNER

Nicolas Burra, maître d'enseignement et de recherche à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, vient de lancer un MOOC sur la cognition sociale. Entretien.

22 L'EMPATHIE,
UN PONT VERS L'AUTRE

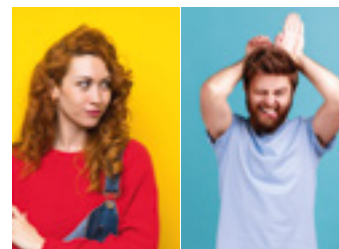
L'empathie et la compassion font l'objet de nombreuses études. La société aurait tout à gagner à renforcer ces facultés dans la population. Mais la tendance semble plutôt aller dans l'autre sens.

25 LA TAILLE DU CERVEAU EST
DUE À L'ÉVOLUTION SOCIALE

La gestion de la vie en société a été le principal moteur du développement cérébral des primates. Chez l'humain, la taille du néocortex limite à environ 150 le nombre d'amis avec lesquels on peut entretenir une relation stable.

27 DES SOURIS
ET DES HOMMES

Les interactions sociales chez les souris ne sont pas les mêmes que chez l'être humain. Mais certains principes de base sont inchangés, ce qui fait des rongeurs des modèles idéaux pour la recherche dans ce domaine.



31 SOCIABILISER,
ÇA S'APPREND TOUT BÉBÉ

Vivre en société implique non seulement de comprendre et de contrôler ses propres émotions, mais aussi de déchiffrer celles d'autrui. Une faculté qui commence à se développer chez l'être humain avant la naissance et continue à le faire jusqu'à l'âge adulte.

34 UN POUR TOUS,
TOUS POUR UN

L'intelligence collective est l'outil idéal pour affronter des problèmes complexes tels que le changement climatique ou la lutte contre la pauvreté, selon Thomas Maillart, dont l'expertise en matière de hackathons bénéficie d'une reconnaissance internationale.

Photo de couverture: Adobe Stock

RENDEZ-VOUS



38 L'INVITÉ
PORTRAIT DU MONDE
«POST-CROISSANCE»

Il n'est pas nécessaire de produire plus pour atténuer le changement climatique, éradiquer la pauvreté ou financer les services publics, estime Thimotée Parrique. L'économiste français était à Genève pour expliquer à quoi pourrait ressembler un monde sans croissance.



42 EXTRA-MUROS
AU MILIEU DE LA
HAVANE COULE
LE RIO ALMENDARES

Une évaluation physicochimique et moléculaire du rio Almendares, qui traverse la capitale cubaine, montre une présence inquiétante de métaux lourds et de micro-organismes résistants aux antibiotiques. Enquête sur place.



46 TÊTE CHERCHEUSE
INDRIT BÈGUE,
STIMULANTE
GUÉRISSEUSE

Les travaux de la chercheuse visent à contrer les symptômes négatifs de la schizophrénie, tels que l'apathie, avec une méthode novatrice basée sur une stimulation d'une région du cervelet.

50 À LIRE

TROIS SCIENTIFIQUES DE L'UNIGE REMPORTENT LE PRIX PFIZER



La Fondation du prix Pfizer a distingué cette année 13 jeunes scientifiques, dont trois pour des recherches menées à l'UNIGE. Coline Barnoud (à gauche) et Chen Wang (au centre) ont mis au jour le rôle joué par les horloges circadiennes dans la lutte contre les cancers. Spécialiste des questions de santé publique, Adina Epure (à droite) a, quant à elle, évalué l'effet d'une extension de la politique de santé suisse couvrant intégralement les coûts liés à la maladie pendant la grossesse sur les résultats de santé des nouveau-nés.

LE PRIX SUISSE DE LA RECHERCHE EN ÉDUCATION POUR DEUX CHERCHEURS DE LA GSEM



Les professeurs Jérémie Lucchetti et Michele Pellizzari (Faculté d'économie et de management/GSEM) ont reçu le Prix suisse de la recherche en éducation 2023. Cette récompense est décernée tous les deux ans par la Confédération et les autorités cantonales pour des recherches qui apportent une contribution pertinente à la gestion et au pilotage du système éducatif. Le prix 2023 s'est concentré sur la recherche innovante sur l'apprentissage à distance dans l'enseignement supérieur.

ALMA MATER

Audrey Leuba devient la nouvelle rectrice de l'Université de Genève

En novembre dernier, le Conseil d'État genevois a nommé la professeure Audrey Leuba rectrice de l'Université de Genève pour la période du 1^{er} avril 2024 au 14 juillet 2028, confirmant ainsi le choix de l'Assemblée de l'Université. Cette décision fera date dans l'histoire de la République. C'est en effet la première fois qu'une femme dirigera l'institution, 464 ans après sa création par Jean Calvin. *«La décision de placer une femme à ce poste témoigne du chemin parcouru par l'institution ces dernières années en matière d'égalité»*, a déclaré le recteur sortant Yves Flückiger.

Audrey Leuba, actuelle doyenne de la Faculté de droit, a construit son parcours académique en Suisse et aux États-Unis. Sa large expérience de direction lui a permis de se forger une excellente connaissance des contingences politiques à Genève et au niveau fédéral. Dans sa faculté, elle a présidé durant de nombreuses années la commission de l'égalité, celle de l'enseignement et a siégé puis présidé à la commission de la planification académique. Elle a contribué au développement des compétences transversales des étudiantes et des étudiants (cours de négociation et médiation, apprentissage par groupe) et à une réflexion approfondie sur la structure des examens en bachelor 2.

Dans un entretien accordé au *Journal de l'UNIGE*, la nouvelle rectrice a notamment réaffirmé que la réflexion sur le vivre-ensemble et le rétablissement des liens forts au sein de la communauté constituent ses principales priorités, et ce, d'autant plus après les années covid qui ont fondamentalement transformé la manière de concevoir le rapport au travail, aux études et à l'autre. *«Repenser le vivre-ensemble implique d'avoir une université qui s'ajuste aux attentes des membres de la communauté en matière d'égalité, de diversité et d'inclusion, s'agissant des questions de précarité ou d'employabilité»*, explique-t-elle. *«Une université qui se montre attentive aux parcours des étudiantes et des étudiants ainsi qu'à ceux des autres membres de la communauté.»*

Audrey Leuba y confirme aussi son engagement en faveur de la transition socio-écologique de l'Université de Genève et de la



Audrey Leuba, professeure au Département de droit civil et doyenne à la Faculté de droit, est la nouvelle rectrice de l'Université de Genève.

réalisation d'un campus plus durable. Pour y parvenir, elle appelle à la participation des étudiantes et étudiants, personnels administratif et technique, corps enseignant et rectoral. Mais la première tâche qu'elle compte donner à son équipe rectorale est la rédaction d'un plan stratégique pour l'UNIGE. *«C'est un excellent point de départ, estime-t-elle. C'est l'occasion de souder une équipe autour des questions fondamentales qui se posent à notre institution et de les mettre en discussion aussi auprès des différentes instances participatives. Ce, notamment auprès de l'Assemblée de l'Université avec laquelle j'imagine des échanges réguliers et fructueux, à l'image de ceux qui ont accompagné le processus de désignation, et auprès du Conseil d'orientation stratégique également, qui peut apporter ce regard extérieur si précieux à notre réflexion.»*

SCIENTIFICS DE L'ENVIRONNEMENT

Trois stratégies sont à même de booster l'électricité verte en Suisse

Les objectifs de la Suisse en matière d'électricité verte (neutralité carbone et sortie du nucléaire) sont réalistes, selon une étude du consortium EDGE du programme Sweet de l'Office fédéral de l'énergie, dont la coordinatrice est Evelina Trutnevyte, professeure associée et responsable du groupe Systèmes d'énergies renouvelables à l'Institut des sciences de l'environnement. Selon un rapport, à destination des décideurs politiques, et un article paru le 15 novembre dernier dans *Applied Energy*, trois stratégies distinctes permettraient d'atteindre ces objectifs d'ici à 2035 et d'employer plusieurs milliers de personnes dans le secteur des énergies renouvelables.

Adopté par le Parlement suisse le 29 septembre 2023, l'«acte modificateur unique» est un paquet de mesures fixant, pour 2035, l'objectif de 35 TWh/an produits grâce aux nouvelles technologies vertes (solaire, éolien, bois et biogaz) contre environ 6 TWh/an en 2022. Cet objectif représenterait environ la moitié de la demande d'électricité en Suisse attendue pour 2035. L'autre moitié serait garantie par les barrages hydroélectriques et l'importation, sans faire appel au nucléaire et aux grandes centrales à combustibles fossiles. Les scientifiques du consortium Sweet EDGE ont étudié la faisabilité de cet objectif à l'aide de modélisations et en suivant trois stratégies différentes.

La première combine au maximum les nouvelles technologies. La seconde mise sur les



Le photovoltaïque constituerait la source d'énergie majoritaire pour tous les modèles visant à atteindre les objectifs en matière d'électricité verte.

installations solaires photovoltaïques avec batteries de stockage pour la consommation individuelle, localisées sur des toitures privées. Et la troisième met l'accent sur l'optimisation de la production pour les infrastructures éoliennes et photovoltaïques, y compris les installations photovoltaïques sur toiture et en plein champ. Les investissements nécessaires oscilleraient entre 500 millions et 2,1 milliards de francs suisses par an, dès à présent et jusqu'en 2035. La troisième stratégie serait la moins coûteuse. Le photovoltaïque étant la source d'énergie majoritaire pour tous les modèles, il absorberait au moins 80% de tous les montants requis.

En fonction des stratégies, la mise en place des capacités de production nécessaires pourrait employer entre 18 000 et 57 000 personnes à temps plein chaque année jusqu'en 2035.

ASTRONOMIE

Pour quelques degrés de plus, une exoplanète habitable devient infernale

Entre une Terre, couverte d'océans et de vie, et une Vénus, boule jaune et stérile où la température au sol atteint les 460°C, le destin d'une planète ne tient qu'à une différence de quelques degrés au départ. C'est ce qu'a démontré une équipe dirigée par Émeline Bolmont, professeure assistante au Département d'astronomie et directrice du Centre pour la vie dans l'Univers (Faculté des sciences), par une simulation de la totalité du processus d'emballage de l'effet de serre. Comme l'indique l'article, paru dans la revue *Astronomy & Astrophysics* du mois de décembre, les structures de l'atmosphère et de la couverture nuageuse d'une

exoplanète sont, dès les premiers signes du processus, modifiées en profondeur, conduisant à un emballement de l'effet de serre quasi inéluctable et capable de transformer le climat d'une planète idyllique et parfaitement habitable en un environnement plus qu'inhospitalier.

Sur Terre, une élévation de seulement quelques dizaines de degrés Celsius de la température moyenne globale, provoquée par une légère augmentation de la luminosité du Soleil, serait suffisante pour provoquer cet emballement et rendre la planète bleue aussi inhabitable que Vénus.

URSULA CASSANI HONORÉE PAR L'UNIVERSITÉ DE BÂLE



Professeure honoraire de la Faculté de droit, Ursula Cassani s'est vu attribuer un doctorat honoris causa de l'Université de Bâle lors de la cérémonie du Dies academicus de la haute école rhénane, le 24 novembre dernier.

CHRISTIAN LÜSCHER DISTINGUÉ PAR LA SOCIETY FOR NEUROSCIENCE



Christian Lüscher, professeur au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), a reçu l'un des deux prix 2023 Peter Seeburg en neurosciences intégratives. Décernée par la Society for Neuroscience, cette distinction salue des avancées exceptionnelles dans la compréhension des fonctions cérébrales exécutives et des processus cognitifs.

LE RIFT RÉCOMPENSÉ PAR LE PRIX DE L'INNOVATION PÉDAGOGIQUE

Le Prix de l'innovation pédagogique 2023 a été attribué à Léa Baud, Rui Costa Machado et Simon Flandin, membres du Laboratoire recherche, intervention, formation, travail (RIFT) de la FPSE. Cette distinction leur a été attribuée pour la mise au point d'un modèle de transfert de savoirs entre expérience acquise par des personnes concernées par un handicap et connaissances académiques.

GÉNÉTIQUE

On a découvert le gène de la détermination de l'ovaire

YANIV BENHAMOU NOMMÉ À L'ORGANE FÉDÉRAL DE SURVEILLANCE DES MÉDIAS



Professeur associé de droit du numérique à la Faculté de droit, Yaniv Benhamou a été nommé, le 22 novembre dernier, huitième membre de l'Autorité indépendante d'examen des plaintes en matière de radiotélévision (AIEP) qui contrôle et tranche les plaintes contre les médias. Celles-ci peuvent avoir trait, par exemple, au manque de diversité d'opinions, à une présentation insuffisamment fidèle des événements ou à des discriminations. L'AIEP traite aussi celles qui s'opposent au refus d'accorder l'accès aux programmes de la radio et de la télévision suisses et aux autres services journalistiques de la SSR.

DEUX CHERCHEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE LAURÉATS DU PRIX DE L'INNOVATION



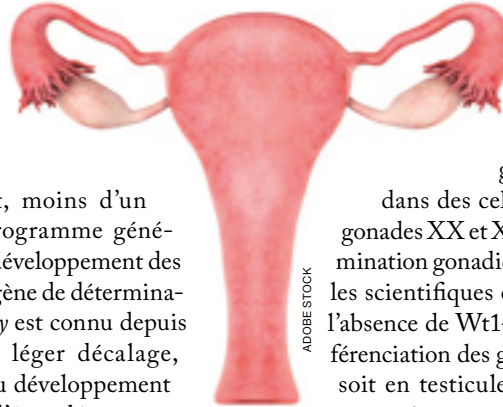
Francis Rousset et Pascal Senn, du Département des neurosciences cliniques (Faculté de médecine), remportent le Prix de l'innovation 2023 décerné lors de la Journée de l'innovation des Hôpitaux universitaires de Genève. Phoenix, la plateforme de criblage à haut débit qu'ils ont créée, vise à développer de nouvelles thérapies contre la surdité.

La détermination sexuelle des souris – et par analogie des humains – se joue en un instant fugace. Chez les embryons de rongeurs qui possèdent un chromosome Y, le gène *Sry* entre en action au milieu du onzième jour de gestation ce qui déclenche la différenciation des gonades en testicules. En cas d'absence de ce gène – chez les embryons XX, donc – ou de son dysfonctionnement, les gonades lancent, moins d'un jour plus tard, le programme génétique aboutissant au développement des ovaires. Alors que le gène de détermination des testicules *Sry* est connu depuis 1989, celui qui, en léger décalage, donne l'impulsion du développement ovarien vient juste d'être découvert. Il s'agit de *WT1* (pour *Wilms tumor suppressor 1*) et, plus précisément, d'une des isoformes (variants) de la protéine produite par ce gène, en l'occurrence Wt1-KTS. Cette découverte est rapportée dans une étude parue dans la revue *Science* du 3 novembre à laquelle a participé l'équipe de Serge Nef, professeur au Département de médecine génétique et développement (Faculté de médecine). Les protéines isoformes sont des protéines issues du même gène mais se différenciant par l'ajout ou la soustraction de quelques acides aminés à la suite d'un processus appelé

«épissage alternatif». La protéine WT1, issue de la traduction du gène *WT1*, en possède plusieurs. Les deux principales se caractérisent par la présence (Wt1+KTS) ou l'absence (Wt1-KTS) de trois acides aminés (lysine, thréonine, et sérine), chacune ayant, en plus, des fonctions différentes.

Grâce à des souris mutantes et à un atlas contenant toute l'expression génétique qui a lieu dans des cellules individuelles de gonades XX et XY au cours de la détermination gonadique de souris sauvages, les scientifiques ont pu démontrer que l'absence de Wt1-KTS empêche la différenciation des gonades soit en ovaires soit en testicules. Cependant, si son expression est artificiellement augmentée de manière prématurée, l'isoforme déclenche le développement d'ovaires, même chez les embryons génétiquement mâles.

Ce qui se décide en un ou deux jours chez la souris prend plusieurs semaines chez l'être humain. Mais, malgré ces différences de dynamique, les résultats suggèrent que les processus mis en œuvre dans les deux espèces sont comparables. C'est-à-dire que la différenciation sexuelle dépend d'une balance fine entre des programmes ovariens et testiculaires obéissant à une expression spatiotemporelle très précise.



MÉDECINE

Des sphéroïdes tumoraux du poumon aident à personnaliser le traitement

Dans un article paru le 25 novembre dernier dans la revue *Cancers*, une équipe de l'Université de Genève et des Hôpitaux universitaires de Genève (HUG) a décrit pour la première fois une méthodologie précise de développement de sphéroïdes tumoraux de poumon. À l'aide de cellules issues de parties cancéreuses de poumon, les scientifiques menés par Véronique Serre-Beinier, chercheuse au Département de chirurgie (Faculté de médecine) et responsable du laboratoire de recherche fondamentale du Service de chirurgie thoracique et endocrinienne des HUG,

ont reconstitué une version miniature des tumeurs de chacune patient et patiente. Le fonctionnement de la tumeur et sa réponse à divers traitements anticancéreux ont ainsi pu être évalués en laboratoire. Rapide et efficace, ce processus ouvre la voie à des thérapies individualisées. Il permet en effet de sélectionner les molécules thérapeutiques les plus actives pour une tumeur donnée en seulement deux à trois semaines après obtention des fragments de tissus. Le cancer du poumon est responsable de près de 20% des décès annuels liés au cancer dans le monde.

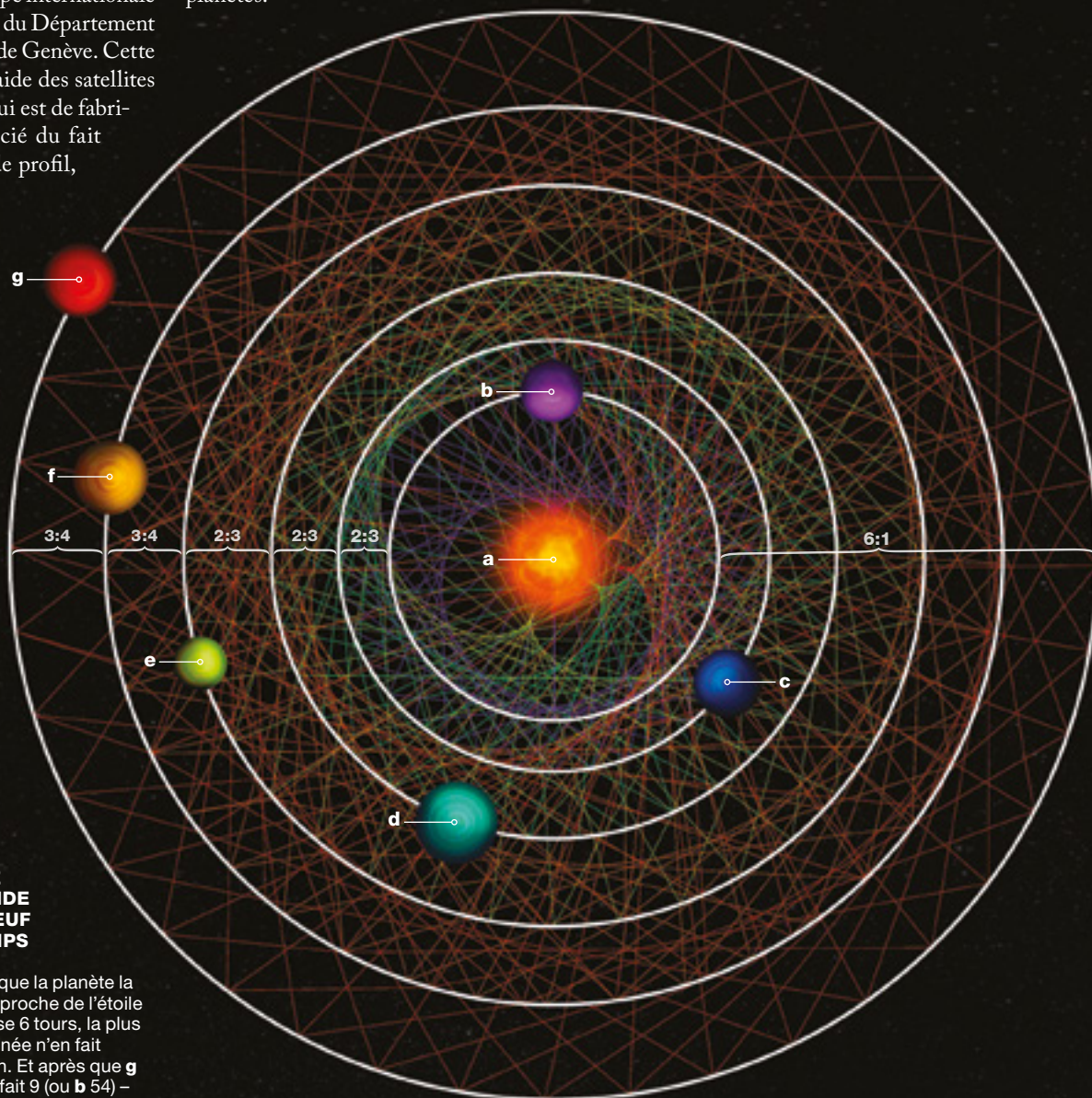
ASTRONOMIE

Un système planétaire extrasolaire danse une valse à neuf temps

Située à 105 années-lumière du Soleil, dans la constellation Coma Berenices, l'étoile voisine et brillante HD110067 compte six planètes orbitant en rythme autour d'elle, entraînées dans une danse complexe. C'est ce que révèle une étude parue le 29 novembre dans la revue *Nature* et signée par une équipe internationale dont font partie des membres du Département d'astronomie de l'Université de Genève. Cette découverte a été réalisée à l'aide des satellites spatiaux TESS et Cheops, qui est de fabrication suisse. Elle a bénéficié du fait que le système se présente de profil,

vu de la Terre, permettant ainsi de mesurer les transits de toutes les planètes devant leur étoile. Les résonances au sein des systèmes planétaires sont fréquentes mais il est extrêmement rare qu'elles s'étendent sur une si longue chaîne de six planètes.

Il existe un autre exemple similaire, Trappist-1, qui abrite sept planètes rocheuses. L'étoile centrale est cependant petite et sa luminosité est très faible, rendant toute observation supplémentaire très difficile.



PARFAITE HARMONIE

Les six planètes du système HD110067 sont synchronisées. Quand la planète **b** effectue 3 rotations de l'étoile, la planète **c** en fait 2. Le rapport est le même entre les planètes **c** et **d** ainsi qu'entre les planètes **d** et **e**. En revanche, il faut que la planète **e** complète 4 orbites pour que la planète **f** en accomplisse 3. Idem pour les planètes **f** et **g**. Cette configuration résonante empêche cependant un alignement de toutes les planètes.

UNE RONDE À NEUF TEMPS

Lorsque la planète la plus proche de l'étoile réalise 6 tours, la plus éloignée n'en fait qu'un. Et après que **g** en a fait 9 (ou **b** 54) – ce qui correspond à une durée d'environ 492,5 jours terrestres –, alors le système se retrouve exactement dans la même configuration qu'au départ. Les lignes de couleur correspondent à des droites reliant deux planètes voisines tracées à intervalles réguliers.

PSYCHOLOGIE

L'humain comprend les primates qui sont sur la même longueur d'onde

Le cerveau humain est capable d'identifier les vocalisations de certains singes, à condition que leur parenté et les fréquences utilisées soient proches des nôtres. C'est ce qui ressort d'une étude parue le 2 novembre dernier dans la revue *Cerebral Cortex Communications* et réalisée par l'équipe de Didier Grandjean, professeur au Centre interfacultaire en sciences affectives et à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.

La capacité de l'humain à traiter le langage verbal ne repose pas uniquement sur la sémantique, c'est-à-dire sur le sens et la combinaison des unités linguistiques. D'autres paramètres entrent en jeu, comme la prosodie, qui comprend les pauses, les accentuations et les intonations. Les vocalisations affectives – «Aaaaah!» ou «Oh!», par exemple – en font aussi partie et *Homo sapiens* partage celles-ci avec ses cousins primates. Elles participent au sens et à la compréhension de nos communications vocales.

Lorsqu'un tel message vocal est émis, ces sons sont notamment traités par les régions frontales et orbitofrontales du cerveau. La fonction de ces deux zones est, entre autres, d'intégrer les informations sensorielles et contextuelles menant à une décision.

Afin de savoir si elles s'activent de la même manière lorsqu'un humain est exposé aux vocalisations affectives de ses proches cousins, les chimpanzés, les macaques et les bonobos, les scientifiques ont exposé un groupe de volontaires à différentes vocalisations humaines et simiennes alors qu'ils étaient placés dans un scanner IRM.

Les onomatopées utilisées sont catégorisées comme «affiliatives», c'est-à-dire liées à une interaction positive, ou «agonistiques», c'est-à-dire liées à une menace ou à une détresse. Les résultats montrent que les vocalisations de macaques et de chimpanzés activent chez les volontaires les régions frontales et orbitofrontales de manière similaire aux vocalisations humaines. Leur catégorisation n'a pas posé de difficulté. Par contre, les «cris» de bonobos, pourtant plus proches de l'humain que les macaques, activent beaucoup moins les zones cérébrales concernées et la catégorisation s'est faite au hasard.

La parenté entre espèces n'est donc pas le seul paramètre déterminant la capacité, ou non, reconnaître ces différentes vocalisations. La distance acoustique en est un autre. Plus la dynamique des paramètres acoustiques, comme les fréquences utilisées, est éloignée de celle des humains (les cris des bonobos sont justement très stridents et s'apparentent à ceux de certains oiseaux), moins certaines régions frontales sont activées et plus la capacité à reconnaître ces sons diminue.



AUCBESTOCK

PSYCHIATRIE

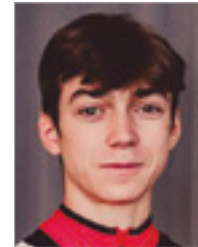
Le regard des enfants autistes s'accroche à des indices atypiques. Et s'égare

En grandissant, les jeunes enfants fixent progressivement leur attention sur des stimuli sociaux communs, comme les visages ou les interactions de leur entourage. Chez les enfants autistes, ce regard dit «exploratoire» s'attache à d'autres stimuli, comme les textures ou les formes géométriques. Grâce à un dispositif d'*eye-tracking* enregistrant les mouvements oculaires en temps réel, une équipe dirigée par Marie Schaer, professeure associée au Département de psychiatrie (Faculté de médecine), montre pour la première fois

que les enfants autistes ne suivent pas une trajectoire convergente au fil du temps, contrairement aux enfants avec un développement typique, mais que chacun développe progressivement ses propres préférences visuelles. La manière dont un enfant explore une scène sociale prédit les difficultés sociales futures. Ces résultats, parus le 9 janvier dans la revue *eLife*, plaident pour un ciblage très précoce de la réduction de l'attention sociale, afin de rétablir la trajectoire développementale de ces enfants.

DENIS JABAUDON
LAURÉAT DU PRIX ROGER
DE SPOELBERCH


Le professeur Denis Jabaudon, directeur du Département des neurosciences fondamentales et membre du Centre Synapsy de recherche en neurosciences pour la santé mentale (Faculté de médecine), a remporté le prix Roger de Spoelberch 2023 pour ses recherches dans le domaine du développement cérébral. La Fondation Roger de Spoelberch soutient la recherche médicale et scientifique sur les maladies neur-dégénératives et psychiatriques, notamment la schizophrénie.

LOÏC DUBOIS DISTINGUÉ
LORS DE LA NUIT DU SPORT
GENEVOIS 2023


Étudiant à la Faculté des sciences de la société, Loïc Dubois a été distingué lors de la Nuit du Sport genevois 2023 par le Prix du meilleur espoir masculin. Cette récompense couronne une saison de ski alpinisme très faste puisque Loïc Dubois a notamment décroché le titre de vice-champion du monde junior de Vertical Race, la première place au classement général de la Coupe du monde juniors en individuel, la deuxième place au classement général de la Coupe du monde juniors en sprint, la deuxième place au classement général de la Coupe du monde juniors *overall* et la troisième place au classement général de la Coupe du monde juniors en Vertical Race.

THÈSES

Toutes les thèses sont consultables dans l'archive ouverte de l'UNIGE:
<https://archive-ouverte.unige.ch>

LETTRES

La Russie est un État colonisateur comme les autres

Issu de la formation de l'image négative de l'«Autre oriental» en Europe à partir de l'époque ancienne, le discours du «péril jaune» a connu une diffusion importante en Occident. Mais ce qui est moins su, c'est qu'il a connu un parcours tout à fait similaire dans l'espace russe. Cette thèse montre que ce discours émane dans les deux cas d'une pensée raciste ancrée dans un imaginaire séculaire pour aboutir à l'affirmation du discours du «péril jaune» moderne au XIX^e siècle aussi bien dans les régions colonisées du continent américain et de l'Australie qu'en Russie orientale. En se basant notamment sur des documents issus de nombreux fonds d'archives russes conservés en Russie occidentale et orientale, des publications historiques, littéraires et scientifiques consultées en anglais, français, russe, italien et espagnol, la thèse opère un processus de déconstruction des différentes composantes historiques, socio-économiques

et culturelles du discours du «péril jaune». Le résultat en est une remise en question de l'idée d'exceptionnalisme russe en ce qui concerne le fait colonial, une idée omniprésente dans la plupart des études de l'histoire de la Russie orientale et de la Russie en Asie extrême-orientale.

«Origines, usages et représentations du discours du «péril jaune». Le non-exceptionnalisme russe dans l'espace transpacifique (mi-XIX^e – début XX^e siècles)», thèse en Faculté des lettres par Iacopo Adda, dir. Korine Amacher, 2023, archive-ouverte.unige.ch/unige:173989

MÉDECINE

Face à la médecine, les femmes ne sont pas égales aux hommes

La littérature sur les différences hommes-femmes en médecine est grandissante, notamment en termes épidémiologique, de pathophysiologie et de réponse aux traitements. Ces différences entraînent des inégalités de santé souvent en défaveur des femmes, sous-représentées dans les études cliniques et ne bénéficiant pas de traitements qui s'appuient sur des preuves. Cette thèse réalise une revue des études sur la question et prend comme exemple le traitement de l'hypertension artérielle. Il en ressort, dans ce cas, des différences pharmacocinétiques claires pour plusieurs classes thérapeutiques. Les femmes portent en effet souvent le fardeau des

effets indésirables parfois liés à des posologies mal ajustées et une exposition médicamenteuse plus importante. Ce travail révèle également que les études cliniques majeures de prévention cardiovasculaire qui incluent une analyse selon le sexe relèvent peu de différences significatives hommes-femmes alors qu'il en existe et que, selon l'auteure, elles mériteraient d'être investiguées et approfondies.

«Différences pharmacologiques liées au sexe: l'exemple de l'hypertension artérielle», thèse en Faculté de médecine par Jacklean Kalibala, dir. Jules Desmeules, 2023, archive-ouverte.unige.ch/unige:174435

SCIENCES DE LA SOCIÉTÉ

Marraines et infirmières sur le front de l'Yser

Cette thèse examine l'engagement des infirmières et marraines de guerre sur le front de l'Yser entre 1914 et 1918, un espace devenu lieu d'intervention humanitaire lorsque la quasi-totalité de la Belgique était occupée pendant la Première Guerre mondiale. Les infirmières et les marraines de guerre ont été mobilisées depuis différents espaces géographiques et ont fourni un large éventail de soins pendant la guerre, que ce soit au contact direct avec les malades et les blessés dans le cas des infirmières, ou par le biais de lettres et de colis envoyés aux soldats dans le

cas des marraines de guerre. Cette thèse vise à examiner les réseaux d'organisation, les pratiques de soins et les expériences de ces femmes soignantes. Elle ambitionne également d'analyser la réception et l'expérience du soin de la part des soldats et leur implication.

«Engagées en première ligne: Marraines de guerre et infirmières sur le front de l'Yser pendant la Première Guerre mondiale», thèse en Faculté des sciences de la société, par Marie Marthe Leyder, dir. Dolorès Martin Moruno et Delphine Gardey, 2023, archive-ouverte.unige.ch/unige:174134

Abonnez-vous à «Campus»!

par e-mail (campus@unige.ch), en scannant le code QR ou en envoyant le coupon ci-dessous:

Je souhaite m'abonner gratuitement à «Campus»

Nom

Prénom

Adresse

N° postal/Localité

Tél.

E-mail

Découvrez les recherches genevoises, les dernières avancées scientifiques et des dossiers d'actualité sous un éclairage nouveau.

L'Université de Genève comme vous ne l'avez encore jamais lue!



Université de Genève
 Service de communication
 24, rue Général-Dufour
 1211 Genève 4
campus@unige.ch
www.unige.ch/campus

ÉCOLOGIE

QUAGGA «LA MENACE», LA MOULE QUI TERRORISE L'ÉCOSYSTÈME DU LÉMAN

SI LA PROPAGATION DE L'ESPÈCE DE MOLLUSQUE INVASIVE EN SUISSE
SUIT LA MÊME ÉVOLUTION QU'AUX ÉTATS-UNIS, OÙ ELLE EST INSTALLÉE
DEPUIS PLUS DE TRENTE ANS, **SA BIOMASSE POURRAIT ÊTRE
MULTIPLIÉE PAR 10 OU 20 D'ICI À 2045.**



Les moules quaggas se sont propagées massivement et en quelques années seulement dans les lacs de Bienne, Léman et Constance.

Espèce invasive aussi bien en Amérique du Nord qu'en Europe, la moule quagga (*Dreissena rostriformis*) est un fléau. Se trouvant très à son aise dans les nouveaux environnements où les activités humaines l'ont apportée, elle se propage sur les deux continents avec une dynamique similaire. Et cette comparaison suggère que le Léman, également colonisé par ce mollusque indésirable, pourrait voir son écosystème profondément bouleversé. C'est ce qui ressort d'une étude parue dans *Environmental Research Letters* et à laquelle a participé Bastiaan Ibelings, professeur au Département F.-A. Forel des sciences de l'environnement et de l'eau (Faculté des sciences). Depuis sa première détection en Suisse en 2014, dans le Rhin à Bâle, la moule quagga s'est propagée très rapidement dans de nombreux cours d'eau helvétiques ainsi que dans le Léman et les lacs de Bienne et de Constance. Selon une étude récente réalisée par Salomé Boudet, étudiante en Maîtrise universitaire en sciences de l'environnement (MUSE), on les trouve déjà jusqu'à 250 mètres de profondeur dans le Léman. Cette espèce de mollusque d'eau douce originaire du bassin du Dniepr en Ukraine y a même totalement supplanté sa proche cousine, la moule zébrée, qui est également une espèce invasive, mais plus ancienne et qui provient du bassin de la mer Caspienne. Les quaggas présentent en effet une meilleure tolérance à des concentrations d'oxygène plus faibles, à des températures plus froides et à une moindre disponibilité de nourriture. Elles peuvent également se reproduire à des températures d'eau plus basses, en automne et en hiver.

Dix ou 20 fois plus Pour se faire une idée plus précise de la menace que représente ce vigoureux bivalve, Bastiaan Ibelings, en collaboration avec des équipes de l'Université de Constance et de l'Eawag (Institut fédéral des sciences et technologies de l'eau), a réalisé une projection de sa propagation dans les trois lacs suisses concernés. Les scientifiques se sont pour cela appuyés sur les connaissances issues de la surveillance des quaggas dans quatre des cinq Grands Lacs d'Amérique du Nord (Huron, Ontario, Michigan et Érié)



STÉPHAN JAQUET

où elles prospèrent depuis trois décennies. Il en ressort que la biomasse du mollusque nuisible dans le Léman et les lacs de Bienne et Constance pourrait être multipliée par un facteur entre 9 et 22 d'ici à 2045.

«Comme pour l'Amérique du Nord, cette augmentation pourrait s'accompagner d'une évolution vers des individus plus grands et vers des profondeurs de colonisation plus importantes, au fur et à mesure de la maturation de cette population, explique Bastiaan Ibelings. Si cette expansion rapide se réalise, elle entraînera le plus grand changement de l'écosystème aquatique du Léman depuis l'eutrophisation, c'est-à-dire une accumulation trop importante d'éléments nutritifs dans l'eau, survenue au milieu du XX^e siècle.»

Des effets en cascade L'un des effets de la moule quagga est son activité de filtration qui augmente la clarté de l'eau. Une pénétration plus profonde et plus forte de la lumière peut conduire à une stratification thermique de l'eau plus stable et plus longue. Dans le cas du Léman, cela pourrait engendrer une diminution de la quantité d'oxygène dans la partie la plus profonde du lac et une libération du phosphore des sédiments, élevant le risque de prolifération d'algues bleues toxiques.

Se nourrissant essentiellement de phytoplancton, le coquillage inopportun présente aussi la caractéristique regrettable d'absorber une partie de l'énergie et de la nourriture nécessaires au zooplancton et donc au bon fonctionnement du réseau alimentaire pélagique, ce qui,

en particulier, affecte le maintien des populations de corégones, aussi appelés «fêras», l'une des deux principales cibles des pêcheurs du Léman.

Les quaggas, enfin, en obstruant les canalisations, risquent de causer des millions de francs de dégâts aux systèmes d'approvisionnement en eau. Sans même parler d'une augmentation de la masse de coquilles échouées sur les rives du lac et notamment sur les plages.

En revanche, les communautés benthiques, c'est-à-dire celles qui vivent à proximité et sur les sédiments lacustres, comme les végétaux et la faune macroscopiques, pourraient bénéficier de la transparence accrue du lac, un résultat connu sous le nom de «benthification lacustre».

Réduire l'impact Dans les lacs où l'espèce est déjà présente, il n'est d'ores et déjà plus possible de stopper la dynamique de propagation. Mais, selon les auteurs de l'étude, il est encore possible de réduire son impact en concevant les infrastructures, et en premier lieu les conduites d'eau, de manière à ce que les moules et leurs larves ne puissent pas y pénétrer. Et en ce qui concerne les lacs où la moule quagga n'a pas encore été détectée, comme le lac de Zurich et le lac des Quatre-Cantons, moyennant des mesures appropriées, comme l'obligation de nettoyer les bateaux et des campagnes d'information ciblées, il serait possible d'éviter la contamination.

Anton Vos

VITICULTURE

POUR LES GRANDS VINS, L'IA A LE NEZ FIN

EN S'APPUYANT SUR
L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE, UNE ÉQUIPE
DE CHERCHEURS A MIS
AU POINT UN PROCÉDÉ
PERMETTANT D'IDENTIFIER
AVEC UNE FIABILITÉ
ABSOLUE L'ORIGINE
D'UN VIN.

Détenteur d'une respectable collection de vins qui fait la part belle aux Châteauneuf-du-Pape, son appellation favorite, Alexandre Pouget n'en est pas pour autant un expert en œnologie. En collaboration avec l'Institut des sciences de la vigne et du vin sise à l'Université de Bordeaux, ce spécialiste des neurosciences fondamentales et son équipe, rattachée à la Faculté de médecine, ont pourtant mis au point une méthode permettant potentiellement d'identifier avec une certitude absolue l'origine précise de n'importe quel cru. C'est ce que révèle un article paru en décembre dernier dans la revue *Communication Chemistry*. Basé sur une technique appelée chromatographie en phase gazeuse couplée à l'intelligence artificielle, ce procédé à faire pâlir d'envie le plus fin des nez a été testé sur une sélection de grands crus bordelais. À terme, il devrait permettre de lutter avec une efficacité inédite contre le marché de la contrefaçon, à préserver l'identité de certains terroirs menacés par le changement climatique et à affiner les techniques de vinification.

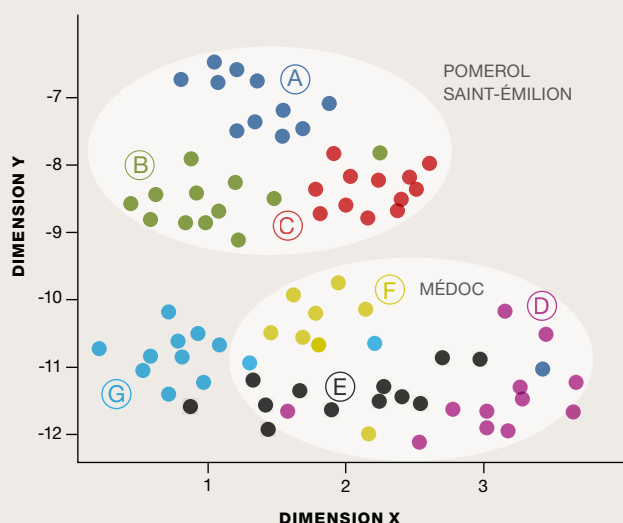
L'essence du grand cru «*La grande question qui me fascinait, annonce Alexandre Pouget, était de savoir s'il y a quelque chose de spécifique aux grands châteaux bordelais? Autrement dit: qu'est-ce qui fait l'essence de ces grands crus sur le plan chimique? La filière viticole a tenté à de nombreuses reprises de répondre à cette question, avec des résultats souvent discutables et parfois corrects, mais impliquant des techniques lourdes. Cela s'explique par la grande complexité des mélanges et les limites des méthodes utilisées jusqu'ici qui*

s'apparentent, en quelque sorte, à chercher une aiguille au milieu d'une botte de foin.»

Chaque vin est en effet le fruit de mélanges fins et complexes de plusieurs milliers de molécules dont la concentration varie en fonction de critères tels que le ou les cépages utilisés, la nature du sol, les conditions climatiques et les processus de vinification. Et ces variations, même lorsqu'elles sont infimes, peuvent avoir un impact considérable sur le produit final.

Le hic, ce sont les pics L'une des méthodes classiquement employées en laboratoire pour analyser le contenu de tel ou tel cru repose sur une méthode appelée «chromatographie en phase gazeuse». Elle consiste à séparer les composants d'un mélange par affinité entre deux matières. Le liquide examiné passe par un tube très fin de 30 mètres de long. En chemin, les composants qui ont le plus d'affinité avec la matière du tube se séparent progressivement des autres. Chaque séparation est enregistrée par un «spectromètre de masse», ce qui permet de produire un «chromatogramme» sur lequel apparaissent des «pics» témoignant de la présence des différents composés. Le hic, c'est que dans le cas du vin, ces pics sont extrêmement nombreux, ce qui rend fastidieuse une analyse détaillée et exhaustive. Pour contourner cet écueil, Alexandre Pouget et ses collègues ont appliqué les outils de l'intelligence artificielle (IA) à des chromatogrammes existants, issus d'études précédentes. Ces chromatogrammes provenaient de 80 vins rouges issus de 12 millésimes récoltés entre 1990 et 2007 dans sept

IDENTIFICATION DES VINS PAR ANALYSE CHIMIQUE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



À gauche: Réduction des chromatogrammes complets de chaque vin à seulement deux dimensions X et Y à l'aide d'un des algorithmes utilisés dans l'étude. Les couleurs correspondent à chaque domaine. Le graphique montre un regroupement des vins du même domaine et des domaines d'une même rive du fleuve.

À droite: Carte de la région de Bordeaux avec les domaines étudiés.



domaines de la région de Bordeaux répertoriés dans le fameux classement napoléonien datant de 1855. Ces données brutes ont été traitées par *machine learning*, un champ de l'intelligence artificielle où les algorithmes apprennent à identifier des motifs récurrents dans des ensembles d'informations.

Des châteaux sur un nuage Cette méthode a permis aux chercheurs de réduire les chromatogrammes complets de chaque vin à deux dimensions X et Y qui ont ensuite été disposées sur un graphique. Résultat: les millésimes d'un même domaine – chacun s'étant vu attribuer une couleur propre – sont regroupés en sept «nuages» parfaitement distincts. «Cela démontre qu'il existe effectivement une signature chimique spécifique aux différents châteaux que nous avons analysés, résume Alexandre Pouget. Mais ce n'est pas tout, puisque l'agencement des vins sur notre graphique recoupe également la géographie de la région viticole du bordelais. Les vins de la rive droite, comme le pomerol ou le saint-émilion se trouvant d'un côté et les vins de la rive gauche, comme le médoc se trouvant de l'autre.» Capable d'identifier avec 100% de précision l'origine géographique d'un vin, la méthode est toutefois pour l'instant moins efficace lorsqu'il s'agit de distinguer les différents millésimes d'un même château, avec un résultat avoisinant les 50% dans ce cas de figure.

Du haut au bas de la filière Cette réserve n'enlève cependant rien aux vertus de ce nouvel outil, qui possède plusieurs avantages. Le premier est d'offrir un moyen de lutte efficace contre le marché de la contrefaçon, lequel

engendre des pertes estimées à 530 millions d'euros chaque année rien que sur le Vieux-Continent selon l'Office de l'Union européenne pour la propriété intellectuelle.

Le second est qu'il pourrait également contribuer à préserver l'identité de certains terroirs menacés par le changement climatique. «On sait que demain, on va être amenés à prendre des décisions que l'on n'avait jamais prises avant pour faire du vin de qualité, explique Stéphanie Marchand, professeure à l'Institut des sciences de la vigne et du vin à l'Université de Bordeaux et coautrice de l'étude. La question que se pose chaque viticulteur est: est-ce que le vin que je vais faire avec de nouvelles stratégies, de nouveaux cépages, de nouveaux modes de taille de la vigne va correspondre à mon ADN? Si on arrive à développer notre approche, demain elle nous permettra de montrer que tel ou tel vin rentre dans la typologie statistique voulue par le producteur ou non.»

Enfin, Alexandre Pouget estime que cette innovation est susceptible d'offrir un appui bienvenu aux petits exploitants à la tête de domaines plus modestes que ceux des très réputés châteaux du bordelais. «Les grands œnologues coûtent très cher, développe le chercheur. Ils sont donc au service des plus riches domaines. Il serait intéressant d'avoir des outils d'aide à la décision qui ne coûtent pas une fortune et qui permettent aux vigneron qui n'ont pas les moyens du château Petrus de comprendre quels sont les meilleurs assemblages et ce qui est susceptible de plaire le plus à leur clientèle.»

Vincent Monnet



COGNITION SOCIALE

LE GOÛT DES AUTRES

ESPÈCE ÉMINEMMENT SOCIALE, L'HUMAIN
A DÉVELOPPÉ **UNE CAPACITÉ**
À INTERAGIR DE MANIÈRE TRÈS EFFICACE
AVEC SES CONGÉNÈRES. UN TALENT
QUE LES SCIENTIFIQUES DE L'UNIGE
ÉTUDIENT PAR DIFFÉRENTES APPROCHES
ET À DIFFÉRENTES ÉCHELLES.

Dossier réalisé par Anton Vos et Vincent Monnet





Nicolas Burra

Maître d'enseignement et de recherche et directeur du Laboratoire de cognition sociale expérimentale à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation

2013: Doctorat en neurosciences à l'Université de Genève.

2013-2015: Bourse indépendante Early postdoc. Mobility du Fonds national suisse (FNS) pour un projet postdoctoral à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM) à Paris.

2017: Maître-assistant à l'Université de Genève

2023: Maître d'enseignement et de recherche (MER) à l'Université de Genève, directeur du Laboratoire de cognition sociale expérimentale (ESC-lab).

Les mécanismes à la base des interactions sociales entre êtres humains font littéralement dans la dentelle. Le réglage très fin de la cognition sociale qui permet aux humains de communiquer et de coopérer entre eux au point de pouvoir bâtir des civilisations entières est étudié depuis longtemps, mais conserve encore un grand nombre de ses mystères. Depuis août 2023, un cours ouvert et en ligne (MOOC) lui est consacré. Cet enseignement fait le point des connaissances sur les processus mentaux impliqués dans les relations sociales. Il présente également les objectifs du Laboratoire de cognition sociale expérimentale dont il est issu. Créé il y a tout juste un an, celui-ci est dirigé par Nicolas Burra, maître d'enseignement et de recherche à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation. Entretien.

Campus: L'humain est une espèce sociale. Mais ce n'est pas la seule. En quoi, dans ce domaine, diffère-t-il des autres?

Nicolas Burra: Il existe de nombreuses espèces animales chez lesquelles la vie sociale est essentielle à la survie, comme les grands singes, les dauphins ou encore les fourmis pour n'en citer que quelques-unes. Toutes ont développé des facultés leur permettant de s'organiser. Celles de l'être humain, cependant, lui ont permis de gravir la «pyramide de la culture» beaucoup plus haut que n'importe quelle autre espèce.

Qu'entendez-vous par là?

On peut voir cette pyramide de la culture comme une superposition de degrés représentant des croyances et des compétences, telles l'alphabétisation et la technologie (fabrication d'outils), qui ont la particularité de se transmettre d'une génération à l'autre par un processus liant mémoire et apprentissage. On sait que de nombreux animaux ont la capacité d'apprendre des choses. Certains ont même les moyens cognitifs de développer, localement, une sorte de culture, c'est-à-dire des comportements ou des techniques de chasse spécifiques qui sont enseignées aux membres d'un même groupe et qui perdurent,

indépendamment de ceux qui les ont mises au point. On peut citer les chimpanzés qui utilisent des bâtons pour «pêcher» les termites dans leur termitière ou les baleines qui encerclent leurs proies avec des rideaux de bulles. Mais ces acquisitions ne débouchent pas sur la construction de nouveaux savoirs, comme c'est le cas chez l'être humain. Ce dernier a accumulé une quantité de connaissances inédite qui lui a permis de gravir la pyramide de la culture jusqu'au plus haut degré, qui correspond à la culture cumulative, c'est-à-dire la base pour la création de civilisations.

«LA CAPACITÉ DE CRÉER DES CIVILISATIONS EST ENTIÈREMENT BASÉE SUR LA COOPÉRATION ET DONC SUR LA CAPACITÉ D'INTERACTION DE L'ÊTRE HUMAIN AVEC SES SEMBLABLES.»

Quel est le lien avec les interactions sociales?

Cette capacité à créer des civilisations est entièrement basée sur la coopération et donc sur la capacité d'interaction exceptionnelle de l'être humain avec ses semblables. Les bénéfices de la coopération ne sont pas évidents à première vue. Elle est en effet très coûteuse en énergie, car il faut expliquer aux autres comment faire. Les autres n'agissent pas forcément comme on le souhaiterait, il faut souvent recommencer. Mais plus on travaille ensemble, plus on commence à se connaître, et plus on parvient à optimiser son fonctionnement. On devient beaucoup plus rapides et beaucoup plus efficaces. Et c'est en collaborant que notre espèce a pu dépasser ses limites physiques et cognitives. Ce particularisme, on le doit principalement à notre «cerveau social» particulièrement développé.

Qu'est-ce que le cerveau social?

On désigne ainsi les différentes régions du cerveau qui sont mobilisées lors des relations sociales. Elles gèrent aussi bien la perception de soi-même que celle de l'autre, la compréhension des signaux que l'on reçoit, etc. Il existe deux théories concernant les fondements neurologiques de la cognition sociale. La première affirme qu'au cours de l'évolution, notre cerveau a créé des réseaux spécifiques pour le traitement des informations sociales. Certains permettraient ainsi de comprendre son interlocuteur, d'autres de reconnaître son identité, etc. La seconde estime au



UN «MOOC» POUR MIEUX SE COMPRENDRE

Disponible en ligne depuis août 2023, le cours en ligne ouvert et massif (MOOC) «Cognition sociale» a été produit par Nicolas Burra, maître d'enseignement et de recherche et directeur du Laboratoire de cognition sociale expérimentale (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation). Composé de six modules, il est donné aux étudiants et étudiantes de la Faculté sous la forme d'un cours privé en ligne en petit groupe (SPOC pour *Small Private Online Course*).

«Il est donc suivi en ligne, c'est-à-dire potentiellement depuis chez soi, ce qui peut sembler paradoxal pour un cours sur la cognition sociale, admet Nicolas Burra. Mais je propose aux étudiantes et étudiants de créer des épisodes de podcast sur un thème de leur choix afin de favoriser la vulgarisation scientifique et le travail collaboratif. L'étude de la cognition sociale en ligne revient ainsi à construire des ponts de compréhension mutuelle, prouvant que même à distance,

l'esprit humain sait se connecter et collaborer.»

Le cours est également accessible à toute personne intéressée. Il est d'ailleurs gratuit pour le grand public et payant seulement si on veut obtenir un certificat.

Pour le chercheur, communiquer les connaissances de la cognition sociale au grand public est une manière d'encourager les gens à y faire attention et à se rendre compte qu'elle influence la vie de tous les jours. «On est toujours en communication avec les autres,

note Nicolas Burra. Savoir que nous sommes construits sur des souvenirs et un contexte social, qu'il existe un système cérébral complexe qui permet d'interagir représente une base pour apprendre à nouer des relations sociales avec les autres, à mieux vivre ensemble. C'est d'autant plus vrai en temps de crise, en particulier lors des confinements récents liés à la pandémie du covid, où le risque de se retrouver dans une bulle est plus élevé.»

<https://moocs.unige.ch/cognition>

contraire que le système nerveux central a détourné des réseaux déjà existants pour les utiliser également pour la gestion des relations sociales, des processus nettement plus complexes que les processus cognitifs «classiques».

Où se niche la vérité?

Un peu entre les deux. On sait que les régions cérébrales spécialisées dans la reconnaissance de l'identité des visages, par exemple, sont très localisées, très spécifiques. Tandis que lorsqu'on discute, en revanche, on doit mobiliser plusieurs aires à la fois afin de porter son attention sur ce que dit son interlocuteur, regarder les expressions de son visage pour s'assurer qu'il a bien compris nos propos, réagir en conséquence, etc. Tout cela fait appel à des systèmes cognitifs qui existaient probablement au préalable (ceux de l'attention, de la mémoire à long terme ou encore de la mémoire de travail) et qui ont été mobilisés et optimisés pour cette nouvelle tâche. À cela s'ajoutent aussi de nouveaux concepts.

Lesquels?

Une théorie assez récente – elle a moins de 10 ans – qui est actuellement testée en laboratoire est le «codage prédictif». Selon elle, deux cerveaux engagés dans une interaction anticipent sans cesse les réactions de l'autre en se basant sur des séries de présupposés stockés dans la mémoire afin de gagner du temps dans le traitement des données.

Comment fait-on pour tester ce genre de théorie?

Par des expériences empiriques utilisant principalement l'imagerie dont l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), l'électroencéphalographie (EEG) ou encore la magnétoencéphalographie (MEG). Le problème, c'est que la plupart des expériences menées à ce jour portent sur des êtres humains interagissant avec un ordinateur. Elles permettent un meilleur contrôle des multiples paramètres qui entrent en jeu dans une interaction, mais elles ont des limites évidentes. On n'étudie que la moitié du phénomène, au fond. Cela dit, on observe depuis peu un boom des études s'intéressant aux interactions sociales

réelles, c'est-à-dire entre êtres humains, qui comprennent des mesures de l'activité cérébrale, des mouvements des yeux, des expressions faciales ou encore de l'activité cardiaque des deux protagonistes. Le but consiste à comprendre comment l'information émise par une personne a un impact sur le cerveau de l'autre et comment la réaction va à son tour affecter le cerveau de la première, et ainsi de suite. Cela représente un défi technologique de taille notamment en raison du très grand nombre de données que ce genre d'expérience génère. Mais des progrès récents en matière de traitement des données – notamment grâce au deep learning et à l'intelligence artificielle en général – et des sciences statistiques rendent la chose désormais possible. On peut donc commencer à étudier les paramètres de deux interlocuteurs engagés dans une interaction sociale et en mesurer la synchronicité, à savoir si la réaction d'un des individus est bien la conséquence du signal envoyé par l'autre et vice versa. La synchronicité désigne aussi cette sorte d'harmonie que peuvent atteindre deux cerveaux en interaction, une phase de compréhension mutuelle possible grâce notamment à ce codage prédictif.

Votre laboratoire va-t-il se lancer dans ce type d'expériences?

Oui. Nous allons en effet nous intéresser à l'étude des interactions sociales dans des situations réelles. Pour cela, nous allons utiliser l'hyperscanning, c'est-à-dire le scanning cérébral simultané de deux personnes (ou plus) en interaction. Nous élaborons également des sortes de scénarios, ou plutôt des mises en contexte telles que des jeux de collaboration très simples dans lesquels une personne guide l'autre. L'idée consiste, par exemple, à évaluer à quel moment et de quelle manière le cerveau et le comportement se préparent à suivre la personne qui impose un certain type de séquence. De telles expériences ont déjà montré que, sans que des ordres soient donnés, des comportements de leaders et de suiveurs apparaissent naturellement. J'aimerais en particulier m'intéresser aux mouvements oculaires pour comprendre de quelle manière les interactions par les yeux ont un impact sur l'activité cérébrale. Croiser le regard de

l'autre créera-t-il une synchronisation de l'activité cérébrale? Qu'est-ce qui fait que l'on s'écarte du regard de l'autre ou, au contraire, qu'on s'y engage?

Le nombre de biais possibles dans ce genre d'expérience n'est-il pas très important?

La technologie permettant de mesurer la synchronicité entre deux cerveaux n'a émergé qu'il y a une dizaine d'années. Ce domaine est donc encore sujet à un regard critique très acéré. Dans mon laboratoire, spécialisé dans la psychologie expérimentale, nous allons tenter de développer un environnement qui reproduit au mieux les conditions naturelles tout en essayant de contrôler l'information pour éviter le maximum de biais. Mais on ne pourra pas se prémunir de tout. Il est possible, par exemple, que les résultats d'une expérience de cognition sociale soient influencés par leur appartenance au même sexe ou non, par le fait qu'ils se connaissent déjà ou non. En réalité, on n'en sait rien. Quoi qu'il en soit, il peut être intéressant de vérifier si deux personnes qui se connaissent bien parviennent à une meilleure synchronicité de leurs cerveaux que deux inconnus.

Une relation sociale, dites-vous, commence par la nécessité de se comprendre soi-même. Qu'est-ce que cela signifie?

Si l'on veut comprendre l'autre, il faut en effet commencer par s'asseoir en tant qu'individu. Si la représentation de soi-même est flottante ou si, au contraire, elle est trop aut centrée, on aura de la peine à y parvenir. Savoir qui l'on est fait appel au concept du soi, ou *self* en anglais, qui est basé sur un certain nombre de composants. Le premier est l'agentivité, c'est-à-dire le fait de savoir que c'est soi-même et non quelqu'un d'autre qui contrôle ses actions. Cela paraît évident sauf qu'en réalité, ce processus peut être déficient. C'est le cas notamment dans les troubles schizophréniques. Les personnes qui en souffrent perdent cette conscience de soi et attribuent parfois leurs propres actions à quelqu'un d'autre. Le deuxième composant, c'est l'incarnation, ou le fait de savoir que l'on occupe son propre corps, maintenant, à l'endroit où l'on se trouve. Il existe, là

«NOUS ALLONS UTILISER L'HYPERSCANNING, C'EST-À-DIRE LE SCANNING CÉRÉBRAL SIMULTANÉ DE DEUX PERSONNES (OU PLUS) EN INTERACTION.»

aussi, des distorsions. Certaines lésions cérébrales peuvent provoquer un découplage entre la représentation que l'on se fait de son corps et la réalité de sa position dans l'espace, ce qui peut entraîner des hallucinations telles que l'impression de sortir de son corps (*out of body experience*). Le dernier composant est la mémoire. Ce qui fait la personnalité d'un individu, c'est l'ensemble de souvenirs autobiographiques. Ils nous construisent et ils font que l'on est tous différents. Cette construction du soi est bien entendu influencée par l'environnement, en particulier le contexte social, dans lequel on vit.

Peut-on comprendre l'autre juste en le regardant?

Comprendre l'autre passe en effet d'abord par la perception de l'autre, donc par la reconnaissance de différents signaux visuels tels que la direction des yeux, les expressions du visage, la posture, etc. Sur la base de ces éléments, on invoque ce qu'on appelle la théorie de l'esprit. Il s'agit du mécanisme – central chez l'être humain – qui permet d'adopter le point de vue de l'autre. Il peut s'agir, littéralement, de la vue de l'espace où l'on se trouve si on occupait la place de l'autre. Mais la théorie de l'esprit désigne aussi, et surtout, la faculté de penser comme si on était l'autre en se basant sur les informations que l'on détient. Dans une discussion, et surtout dans un débat, il est essentiel de comprendre le point de vue de l'autre, de se mettre à sa place pour saisir son raisonnement. La théorie de l'esprit comprend également un volet plus affectif, l'empathie,



qui désigne la capacité à ressentir les émotions de l'autre. Ces deux volets semblent mobiliser des réseaux neuro-naux différents.

N'y a-t-il pas des différences culturelles ou ethniques susceptibles de troubler cette compréhension?

Les expressions faciales, pour ne prendre que cet exemple, sont plutôt universelles, même s'il existe des variations. Ce qui change, c'est leur interprétation. De nombreuses études ont démontré des différences interculturelles dans cette manière de comprendre les expressions du visage. En tant que chercheurs, ces variations liées à la culture chez les participants et participantes à nos expériences sont intéressantes à étudier puisqu'elles nous permettent de mieux comprendre les indices sociologiques qui déterminent le déroulement d'une interaction.

Avez-vous un exemple?

La reconnaissance des visages d'ethnicités différentes est souvent déroutante. L'exemple classique, c'est la personne ayant vécu toute sa vie entourée de visages de type européen qui rencontre des difficultés à distinguer des visages du type asiatique du Sud-Est – et réciproquement. Les études semblent indiquer que cela est lié au traitement cognitif des traits du visage. Les Occidentaux se baseraient sur la physionomie plus générale du visage et les Asiatiques davantage sur des détails. Les deux stratégies sont adaptées à leur propre contexte et il n'est pas facile de passer de l'une à l'autre. En matière d'interaction sociale, il existe d'autres différences d'ordre plus culturel. C'est le cas notamment pour la manière de collaborer qui dépend de la manière dont on se représente soi-même dans différentes cultures. Les Occidentaux ont une vision de soi très individualiste, tandis qu'en Asie du Sud-Est, les gens sont plus collectivistes. Cette divergence n'est pas qu'une observation sociologique puisqu'elle se mesure dans l'activité cérébrale.

Est-ce que tous les sourires véhiculent la même signification?

L'aspect contextuel peut, là aussi, être critique dans l'interprétation des indices sociaux tels que les sourires, les mouvements des yeux et autres. Un signal semblable

peut en effet représenter deux choses totalement différentes selon le contexte dans lequel on le perçoit. Il existe des sourires authentiques et d'autres qui obéissent à des conventions sociales. Si une personne inconnue vous regarde de manière insistante, cela peut paraître bizarre. Mais si vous la connaissez bien, le sens que l'on va donner à cette interaction sera totalement différent.

Que se passe-t-il lorsque nous développons des relations d'amitié, d'amour ou simplement d'attachement à d'autres personnes?

La première interaction que vit un être humain survient juste à sa naissance et elle se manifeste par un attachement avec la personne qui prend soin de lui, le *care giver*. Il s'agit en général de la mère biologique mais parfois aussi d'une mère adoptive, du père, de certains proches, etc. Cet attachement est d'ailleurs réciproque. Tous ceux qui ont eu à s'occuper d'enfants savent à quel point ce sentiment est fort et se développe rapidement malgré les cris, les pleurs, les nuits blanches, les soucis et les angoisses. Les études montrent que les hormones, notamment l'ocytocine, jouent un rôle dans ce lien entre le bébé et la personne qui en prend soin. Mais cet attachement comprend aussi une part de construction. Quoiqu'il en soit, cet attachement est très important pour le bébé car il aura un impact sur la manière dont il élaborera à son tour des relations par la suite, aussi bien sur le plan amical qu'amoureux.

Pourquoi devient-on l'ami ou l'amoureux de quelqu'un et pas de quelqu'un d'autre?

Outre les explications bien connues telles que l'attraction physique, les points communs et surtout les valeurs communes, cela reste un mystère. Si je le connaissais, je serais probablement très riche.

Le bon déroulement d'une interaction entre deux individus est le fruit d'une mécanique incroyablement fine. Il ne faut donc pas grand-chose pour qu'elle se grippe...

Interagir avec les autres n'est en effet pas aussi facile pour tout le monde. Certaines personnes ne cherchent pas à créer de relation, par manque de motivation. D'autres essayent, mais n'y arrivent pas et se sentent rejetées, ce qui est dévastateur. Les causes de l'isolement de certains individus qui n'arrivent pas à créer des interactions avec les autres sont nombreuses. Aussi nombreuses que les rouages qui composent la mécanique complexe de la cognition sociale.

**«SI L'ON VEUT
COMPRENDRE L'AUTRE,
IL FAUT COMMENCER
PAR S'ASSEOIR EN TANT
QU'INDIVIDU.»**

RESSENTIR L'AUTRE

L'EMPATHIE, UN PONT VERS L'AUTRE

LA SOCIÉTÉ AURAIT TOUT À GAGNER À **RENFORCER L'EMPATHIE ET LA COMPASSION** DANS LA POPULATION. MAIS LA TENDANCE SEMBLE PLUTÔT INVERSE.



Olga Klimecki

Collaboratrice scientifique au Centre interfacultaire des sciences affectives (CISA) et chercheuse à l'Université d'Iéna (Allemagne)

Formation: Après un master en psychologie en 2006 à l'Université Johannes-Gutenberg de Mayence (Allemagne) et un autre en neurosciences en 2007 à l'University College de Londres, elle obtient sa thèse de doctorat à l'Université de Zurich en 2012.

Parcours: Elle effectue dès 2015 un séjour postdoctoral au Centre interfacultaire des sciences affectives de l'Université de Genève avec lequel elle continue de collaborer étroitement. Elle est nommée entre-temps professeure à l'Université de Dresde en 2020 et 2021 puis à l'Université d'Iéna.

L' empathie est en déclin. C'est en tout cas ce que suggère une méta-analyse de l'Université du Michigan parue dans le numéro du mois de mai 2010 de *Personality and Social Psychology Review*. L'observation, statistiquement significative, ne porte certes que sur des étudiants et étudiantes aux États-Unis interrogés entre 1979 et 2009 mais les causes probables avancées par les auteurs non seulement existent ailleurs mais semblent en plus ne pas s'atténuer: augmentation de comportements et d'attitudes tels que le narcissisme, le désir d'argent, la compétitivité et l'individualisme, la hausse de la violence et du harcèlement dans la société et, surtout, l'évolution rapide des technologies de l'information avec, en particulier, l'explosion du temps passé devant les écrans au détriment de l'interaction avec de vraies personnes. Si cette tendance devait se vérifier dans les années à venir, cela n'aiderait pas l'humanité à régler ses problèmes. *«L'empathie, cette capacité à ressentir ce que les autres ressentent, et la compassion, qui s'en distingue*

sensiblement, sont des facultés qui permettent la coopération entre individus et la recherche de solution, confirme Olga Klimecki, collaboratrice scientifique au Centre interfacultaire des sciences affectives (CISA) et actuellement chercheuse à l'Université d'Iéna (Allemagne). Elles ont contribué à construire le monde complexe que nous connaissons. Il faudrait donc les renforcer ou les entraîner, car nous savons que cela peut aider à faire avancer la société et à la sortir des grandes crises actuelles.»

L'empathie fait partie de ce que les psychologues appellent la «théorie de l'esprit», qui n'est pas une théorie mais une aptitude permettant à un individu d'attribuer des états mentaux à soi-même ou à d'autres individus. Son volet

cognitif représente la capacité de comprendre la perspective, les pensées et les intentions de l'autre. Son volet émotionnel, lui, désigne la capacité non seulement à comprendre les émotions exprimées par la personne que l'on a en face de soi mais aussi à les ressentir. C'est-à-dire que les émotions de l'autre deviennent la source de ses propres émotions.

«On parle d'émotions du même type, précise Olga Klimecki. Quand quelqu'un s'approche de moi en colère et que je ressens de la peur, ce n'est pas de l'empathie, mais une réaction aux émotions d'autrui. L'empathie, c'est quand je rencontre une personne joyeuse, par exemple, et que je capture cette joie et la ressens à mon tour. Mon émotion n'en est pas pour autant exactement la même que celle de mon interlocutrice ou de mon interlocuteur. Chacun a sa propre mémoire, ses propres valeurs qui vont dicter la force des émotions.»

Les expériences menées avec l'imagerie cérébrale ont montré que l'empathie est mesurable dans le cerveau. Quand un individu voit un visage exprimant la joie, son cerveau active les mêmes aires cérébrales impliquées dans cette émotion. Le cerveau crée une simulation de l'émotion de l'autre à partir des souvenirs qu'il possède de cette émotion précise. Et cela fonctionne à la fois pour les émotions positives et négatives comme la colère, la tristesse ou le dégoût.

Détresse et compassion Quand l'émotion de l'autre marque une souffrance, cependant, l'empathie peut prendre différentes formes. L'une de ces réactions est la détresse empathique. Elle se manifeste quand le ressenti est tellement fort, l'expérience empathique tellement profonde qu'elle peut provoquer un comportement de protection sous la forme d'un désengagement de la situation



COMMENT COMPATIR

L'entraînement à la compassion est basé sur les techniques de méditation. Il se déroule en silence. Selon l'étude à laquelle ils et elles participent, les volontaires, assis ou marchant lentement, peuvent, durant des séances étalées sur plusieurs semaines, cultiver de la compassion pour eux-mêmes

et elles-mêmes, une personne qu'ils aiment bien, une personne neutre, une personne difficile ou encore pour tout le monde. Il s'agit d'imaginer l'autre, de lui souhaiter une bonne santé, la sécurité, tout en faisant attention à ce qu'on ressent soi-même sur le moment présent.

participant-es qui sont entraîné-es durant une semaine à partager la douleur d'autrui, on observe une activation des aires cérébrales impliquées dans la douleur. Mais chez celles et ceux qui sont entraîné-es à ressentir de la compassion (*lire ci-contre*) pour des gens qui souffrent, ce sont d'autres zones corticales qui sont favorisées, notamment le cortex orbitofrontal, très important pour intégrer les émotions et guider nos actions, ainsi que le striatum, une région profondément cachée dans le cerveau et impliquée dans la motivation, le système de récompense, le sentiment de proximité avec les autres, etc.

« Cette découverte m'a appris à faire attention à mes actions au quotidien puisqu'on peut favoriser l'une ou l'autre des facultés, commente-t-elle. La compassion est probablement la plus adaptée en tant que réaction à la souffrance, car elle renforce les émotions positives – ce que nous avons également mesuré dans nos études – et le comportement prosocial, ce qui, à son tour, aide à augmenter sa propre capacité de résilience. La détresse empathique, par contre, peut favoriser la survenue de burn-out ou la fatigue empathique. »

Résolution de conflits La compassion a également montré son utilité dans la résolution de conflits. Olga Klimecki et ses collègues ont en effet étudié son influence sur plusieurs situations différentes. La première est la relation que l'on peut entretenir avec une personne « difficile », c'est-à-dire qui est la source de conflits fréquents. Dans un article paru le 26 octobre 2023 dans *Scientific Reports*, un entraînement de cinq semaines à la compassion a permis aux volontaires de se sentir plus proches de l'individu mal aimé et de ressentir à son égard moins de *schadenfreude*, c'est-à-dire moins de plaisir à ses déconvenues ou à sa souffrance. « Ce qui est très fort, c'est que l'entraînement à la compassion a mobilisé l'évocation de différentes figures de l'entourage des volontaires (en l'occurrence eux-mêmes, une personne qu'ils aiment bien et l'ensemble des êtres humains) mais pas du tout de la personne problématique, souligne Olga Klimecki. Malgré cela, on a mesuré des effets positifs. Les participants et

difficile. L'autre réaction est la compassion. Dans ce cas, la réaction à la souffrance d'autrui entraîne au contraire de la bienveillance et une motivation à lui venir en aide.

Dans son travail de thèse, réalisé il y a 15 ans, Olga Klimecki a montré que ces deux cas de figure activent deux réseaux neuronaux différents et que chacun d'entre eux possède de la plasticité, c'est-à-dire qu'ils peuvent être modifiés dans une certaine mesure. Dans le cerveau des



L'EMPATHIE À VOLONTÉ DES PSYCHOPATHES

On a longtemps pensé que les psychopathes étaient dénués d'empathie. En réalité, des recherches publiées dans la revue *Brain* en 2013 ont démontré le contraire. Ces travaux ont révélé que les psychopathes sont capables d'activer les réseaux neuronaux

de l'empathie si on leur demande expressément de ressentir de l'empathie quand ils regardent une personne qui souffre. Ils pourraient donc allumer ce sentiment par la seule force de leur volonté.

D'autres études, réalisées par Olga Klimecki dans des prisons de haute sécurité qui abritent des meurtriers et des assassins, ont tenté de mesurer l'empathie et le comportement prosocial des détenus. Ces derniers ont pour cela participé à des jeux économiques où il leur a été demandé de donner de l'argent à des gens

représentés par des visages exprimant de la souffrance. Les résultats dans cette population sont les mêmes que dans la population normale, à savoir que plus cette souffrance est forte, plus elle suscite d'empathie et plus le don d'argent est important.



les participantes ont donc réalisé un transfert qui leur a permis de changer leur attitude dans la situation conflictuelle.»

D'autres travaux similaires, menés dans le cadre de la thèse de Patricia Cernadas Curotto, chercheuse au CISA, codirigée par Olga Klimecki, portent sur les couples en situation de crise. Dans ce cas, l'entraînement à la compassion a aidé les membres du couple à s'engager davantage pour leur propre intérêt. Et les personnes ayant suivi cette formation ont été plus satisfaites avec les termes de la résolution du conflit que les autres.

Le même travail, terminé en 2022, s'est attelé au conflit israélo-palestinien – à une époque où les tensions étaient

très en dessous de ce qui prévaut depuis le 7 octobre dernier. Mais dans ce cas, l'entraînement à la compassion, comparé à un groupe contrôle qui s'est adonné à un entraînement de la mémoire, n'a pas réussi à rapprocher significativement les membres des deux camps. Tout au plus, les auteurs ont pu observer une tendance chez les Israéliens ayant été formés durant trois semaines à la compassion à soutenir davantage l'aide humanitaire en direction des Palestiniens. Une étude similaire, parue en 2017 dans *Mindfulness*, a été réalisée en Israël mais sans groupe de contrôle actif. Elle a, quant à elle, permis d'observer une augmentation du soutien chez les Israéliens pour des compromis politiques avec les Palestiniens après un cours à la méditation de pleine conscience de huit semaines.

Ces différentes avancées indiquent que davantage d'empathie et de compassion ne peuvent pas faire de mal à la société dans son ensemble. Pour y parvenir, cependant, il n'est pas sûr que l'entraînement à la compassion, notamment par la méditation, suffise. Pour Olga Klimecki, il serait utile de trouver un moyen pour que les individus passent plus du temps à interagir les uns avec les autres dans la vraie vie. Autrement dit derrière les écrans et ce, dès le plus jeune âge.

«Jouer à la guerre sur un jeu vidéo n'est pas la même chose que jouer à la guerre avec d'autres enfants, analyse-t-elle. Dans le premier cas, on sait qu'on n'a pas affaire à de vrais êtres humains et qu'il n'y a pas de contact direct avec les autres joueurs. On peut taper, tuer, massacrer, sans problème. Dans le second, on est physiquement en présence des autres. On ne peut pas les déglisser comme dans un jeu. On est obligé d'apprendre à faire attention aux camarades et à ne pas leur faire du mal pour de vrai. Cela fait partie de l'apprentissage de l'empathie.»

AIMER L'AUTRE

LA TAILLE DU CERVEAU HUMAIN EST DUE À L'ÉVOLUTION SOCIALE

C'EST LA GESTION DE LA VIE EN SOCIÉTÉ QUI A ÉTÉ LE PRINCIPAL MOTEUR DU DÉVELOPPEMENT CÉRÉBRAL DES PRIMATES ET EN PARTICULIER DE L'ÊTRE HUMAIN. CHEZ CE DERNIER, LA TAILLE DU NÉOCORTEX **LIMITE À ENVIRON 150 LE NOMBRE D'AMI-ES** AVEC LESQUELS ON PEUT ENTREtenir UNE RELATION STABLE.

«**S**i l'homme est parti sur la Lune, c'est peut-être simplement parce qu'il avait beaucoup de voisins à gérer sur Terre.» Par cette boutade, Patrik Vuilleumier, professeur au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), ne suggère pas qu'une éventuelle surpopulation aurait poussé quelques aventuriers à quitter la planète bleue pour chercher refuge sur son satellite stérile. L'idée qu'il souhaite faire passer, c'est, au contraire, le fait que l'humain, être social par excellence, a été amené au cours des millions d'années de son évolution à devoir gérer des relations interindividuelles dans des groupes de plus en plus nombreux et que cela n'a été possible qu'avec le codéveloppement de son cerveau en une machine redoutablement puissante et efficace. Une vie sociale telle que nous la connaissons exige en effet un nombre considérable de compétences différentes faisant appel à de multiples fonctions cérébrales qui ont été dopées au cours de l'évolution, car elles étaient favorables à la survie du groupe. Mais, à l'image d'un médicament et de ses effets secondaires, elles ont aussi donné à l'humain les outils cognitifs nécessaires à la mise au point du voyage spatial, entre autres choses.

«La cognition sociale a été un moteur très important – peut-être bien le plus important – pour le développement du cerveau humain, confirme Patrik Vuilleumier. L'anthropologue Robin Dunbar en a même conçu une théorie.» Dans son travail publié en juin 1992 dans la revue *Journal of Human Evolution*, le chercheur britannique évalue les différentes hypothèses en vigueur visant à expliquer le fait que les primates ont un cerveau, ou plus précisément un néocortex qui est le siège des fonctions cognitives dites supérieures, plus volumineux et des compétences

cognitives plus importantes que les autres animaux. Ces hypothèses se divisent en deux catégories, l'une écologique et l'autre sociale. Et la question se réduit essentiellement à un problème de traitement de données. Plus un animal a besoin d'informations pour gérer son environnement social (taille du groupe, nature des relations...) ou écologique (recherche de nourriture, taille du territoire...), plus son ordinateur nerveux central doit être grand. Il ressort de l'analyse de Robin Dunbar, portant sur 38 espèces de primates, que le volume néocortical (relatif au poids de l'animal) est fonction de la taille du groupe mais pas des variables écologiques.

PLUS UN ANIMAL A BESOIN D'INFORMATIONS POUR GÉRER SON ENVIRONNEMENT SOCIAL OU ÉCOLOGIQUE, PLUS SON ORDINATEUR NERVEUX CENTRAL DOIT ÊTRE GRAND.

Groupe instable L'auteur en déduit que le nombre de neurones néocorticaux limite la quantité de relations qu'un individu d'une espèce peut entretenir avec ses semblables. Si le groupe dépasse ce seuil, il devient instable et se fragmente. Des populations plus grandes sont souvent composées de sous-groupes stables. Robin Dunbar ajoute que la taille du groupe d'une espèce ne pourra dépasser cette limite que si elle développe un néocortex plus grand. «C'est assez logique, estime Patrik Vuilleumier. Une espèce qui vit en groupe doit maîtriser une foule de choses. Les individus doivent reconnaître qui est qui dans le groupe et quelles sont les relations familiales ou hiérarchiques qui les lient les uns aux autres, identifier ce qui est bien pour soi et la communauté, coopérer, se projeter dans le futur... Du point de vue de la mémoire de travail, de la capacité d'attention et de la nécessité de faire appel à plusieurs représentations qui coexistent en même temps dans le cerveau, cela représente vite beaucoup d'énergie. Pour y arriver, il n'y a pas d'autre choix que de disposer d'un gros cerveau. Le corollaire, c'est que le développement de ces capacités cognitives très complexes a peut-être favorisé



Patrik Vuilleumier

Professeur au Département des neurosciences fondamentales de la Faculté de médecine

Formation: Il obtient une maîtrise universitaire à la Faculté de médecine en 1990 qu'il complète avec une formation en neuropsychologie aux Hôpitaux universitaires de Genève et de Lausanne.

Parcours: Il effectue un séjour postdoctoral à l'Université de Californie à Davis (1997-1999), puis à l'University College London (1999-2002). Il intègre en 2005 le Centre interfacultaire des sciences affectives et devient professeur au Département des neurosciences fondamentales en 2007. Il dirige le Laboratoire de neurologie et d'imagerie cognitive au Campus Biotech.

ou renforcé l'émergence d'autres facultés qui n'étaient pas prévues, en quelque sorte, comme celles de calculer, de développer des outils et l'agriculture ou encore du langage. Celles-ci constituent une façon de transmettre à autrui des connaissances et des expériences que l'on n'a pas forcément vécues soi-même et qui permettent de créer une culture.»

Le nombre de Dunbar Le travail de Robin Dunbar a également permis d'estimer le nombre maximal de relations qu'un être humain, en particulier, peut gérer et qui comprennent les histoires personnelles de chacun, pas seulement leurs noms et leurs visages. Selon lui, même s'il existe des cercles sociaux plus petits (famille proche et plus éloignée) et plus grands (tribu, nation), on retombe à chaque fois et partout sur la planète, sur un regroupement naturel d'environ 150 personnes (une valeur pratique qui se situe en réalité dans une fourchette entre 100 et 230). C'est le nombre de personnes avec lesquelles il est possible d'entretenir une relation impliquant confiance et obligation. Il se trouve que ce nombre (aussi connu comme le «nombre de Dunbar») correspond aussi à la taille des communautés de chasseurs-cueilleurs ainsi qu'à la population moyenne des villages du Moyen Âge, notamment ceux d'Angleterre exhaustivement recensés par le *Livre du Jugement dernier* au XI^e siècle.

Le nombre de Dunbar peut paraître étonnamment modeste au regard de la multitude qui vit aujourd'hui dans les villes, mais il demeure malgré tout une donnée de base, inscrite dans les gènes d'*Homo sapiens* du temps où il était chasseur-cueilleur, pour l'établissement d'une communauté capable de se réguler elle-même, sans l'aide d'une police extérieure. Augmenter ce nombre demanderait d'accroître la taille du cerveau. D'ailleurs, les influenceurs qui se targuent d'avoir des millions d'amis sur les réseaux sociaux n'interagissent en général directement et régulièrement qu'avec quelques dizaines d'entre eux.

«Des études montrent cependant que les régions impliquées dans la cognition sociale sont les mêmes que celles qui sont mobilisées dans la gestion des réseaux sociaux sur Internet, note Patrik Vuilleumier. Certaines régions spécifiques sont d'ailleurs plus développées chez les internautes qui ont le plus d'amis sur ces réseaux.»

Parue le 19 octobre 2011 dans *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, une étude portant sur 165 étudiants passés à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) a ainsi mis en évidence le fait que

ceux comptant le plus d'amis sur Facebook et MySpace disposent aussi de plus de matière grise dans certaines régions du cerveau, en l'occurrence le sillon temporal supérieur et le gyrus temporal moyen, qui sont impliqués dans la cognition sociale, notamment dans la reconnaissance d'un comportement social d'autrui.

«On ne sait pas si c'est le fait d'avoir beaucoup de suiveurs sur Facebook qui développe le sillon temporal supérieur ou si c'est le contraire», met en garde Patrik Vuilleumier.

Quoi qu'il en soit, le sillon temporal supérieur a, depuis, confirmé son importance dans la gestion du groupe social. Un article récent, notamment, paru le 13 avril 2022 dans *Science Advances*, a montré chez les macaques, dont l'architecture du cerveau est comparable à celle de l'humain, que la taille de cette région et d'autres impliquées dans la cognition sociale est, là aussi, positivement associée au nombre de partenaires sociaux de ce primate

LE RÉSEAU DE LA COGNITION SOCIALE

La cognition sociale mobilise presque toutes les régions cérébrales et active un grand nombre de réseaux neuronaux différents. «Nous parlons d'un réseau de la cognition sociale, avec des régions cérébrales qui sont régulièrement activées dans des situations sociales, explique Patrik Vuilleumier, professeur au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine). Nos recherches ont montré que des régions pariétales, temporales latérales, et frontales médiales sont mobilisées de manière fiable lorsqu'il s'agit de décoder l'intention et les buts d'autrui, ses croyances, ses émotions, etc.»

Les régions pariétales, par exemple, capables de maintenir actives différentes évocations coexistantes, sont surtout impliquées dans la représentation des intentions et des croyances d'autrui. Les régions préfrontales, elles, permettent d'imaginer ce que la personne ressent émotionnellement. L'amygdale, impliquée dans l'émotion et l'apprentissage, est, elle aussi, très sensible à tous les stimuli sociaux comme les visages, le regard ou encore la voix, qui sont évalués avec rapidité par le cerveau.

L'AUTRE RONGEUR

DES SOURIS ET DES HOMMES

LES INTERACTIONS SOCIALES CHEZ LES SOURIS NE SONT PAS LES MÊMES QUE CHEZ L'ÊTRE HUMAIN. MAIS CERTAINS PRINCIPES DE BASE SONT INCHANGÉS, CE QUI FAIT DES RONGEURS **DES MODÈLES IDÉAUX POUR LA RECHERCHE** DANS CE DOMAINE.

Quand deux souris qui ne se connaissent pas se rencontrent, elles commencent une exploration mutuelle en général très active. Elles se reniflent, l'odorat étant le premier sens mis à contribution. Elles s'observent aussi, même si leur vision est relativement rudimentaire, se caressent avec le nez et s'effleurent de leurs vibrisses. Elles se touchent avec les pattes, s'adonnant à de véritables séances de toilettage social (*allogrooming*). Elles se tournent autour, se dressent, se rabaissent tout en émettant des séries de vocalises dans le domaine des ultrasons. Malgré certains comportements stéréotypés, la scène ne se répète jamais deux fois à l'identique si on change de protagonistes.

«*Socialement, les souris sont aussi différentes les unes des autres que les humains, fait remarquer Camilla Bellone, professeure associée au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine) et coordinatrice du Centre Synapsy de recherche en neurosciences pour la santé mentale.*

Certaines sont motivées à aller vers l'autre, d'autres sont plus agressives, etc. Le comportement social des souris, dans leur ensemble, est bien sûr très différent de celui de l'être humain. Il n'est pas possible de faire des parallèles automatiques entre les deux espèces. Malgré cela, ces rongeurs, qui sont les animaux parmi les plus utilisés dans les laboratoires de recherche, peuvent servir de modèles pour étudier certains principes de base de la cognition sociale qui se retrouvent aussi bien chez les souris que

chez les humains. Ces petits animaux présentent également l'avantage de pouvoir être étudiés, en particulier du point de vue neurologique, de manière plus détaillée que ce que l'on peut faire avec l'être humain.»

L'étude du comportement animal, ou l'éthologie, vit ces dernières années un renouveau important. Les progrès obtenus dans les techniques de neuro-imagerie et de l'intelligence artificielle permettent en effet d'aller beaucoup plus loin dans l'analyse. Ce qui est précisément un des objectifs du laboratoire de Camilla Bellone.

«L'étude des interactions des animaux entre eux (en particulier des souris) s'est longtemps bornée à leur durée, note la chercheuse. Depuis quelques années, et notamment dans mon laboratoire, nous avons pu mettre en évidence que ces interactions comportent aussi des éléments qualitatifs très importants, tels que l'utilisation des sens, de mouvements caractéristiques, de vocalises, etc. Cela permet d'identifier une très grande variété de comportements parfois complexes.»

SI LES RONGEURS SONT SI MOTIVÉS À LA PERSPECTIVE D'UNE INTERACTION SOCIALE, C'EST QU'ELLE EST VÉCUE COMME UNE RÉCOMPENSE.

Le plaisir d'interagir La chercheuse a ainsi conçu des expériences qui ont montré que la souris est capable d'apprendre des tâches, comme actionner un dispositif avec sa patte ou son nez pour ouvrir une porte, rien que pour avoir la possibilité d'interagir avec des congénères. En d'autres termes, si les rongeurs sont si motivés à la perspective d'une interaction sociale, c'est qu'elle est vécue comme une récompense.

Il arrive bien sûr que la rencontre se passe mal et que la souris se fasse attaquer par une autre. Dans ce cas, elle garde l'expérience en mémoire. Et si, plus tard, elle devait se retrouver une nouvelle fois dans la même cage que son agresseuse, elle développerait immédiatement des stratégies d'évitement. Cela signifie non seulement que le rongeur est capable de faire la différence entre des relations positives et négatives, mais aussi qu'il reconnaît ses semblables.

Ce dernier point se remarque d'ailleurs aussi quand les deux rongeurs s'entendent bien. En effet, la phase d'exploration mutuelle particulièrement riche qui se déroule lors d'une première rencontre se raccourcit rapidement s'ils ont déjà fait connaissance dans le passé. Les scientifiques n'ont pas encore totalement élucidé ce phénomène de reconnaissance sociale chez les souris, même s'ils se doutent bien que des signaux chimiques, en particulier odorants, sont impliqués.

Camilla Bellone a également commencé à étudier les interactions entre plus de deux souris. Ainsi, dans un groupe de quatre rongeurs ou plus, les interactions se développent de telle façon qu'une mini-société émerge en même temps que se révèlent certaines compétences sociales individuelles. On remarque notamment qu'après un certain temps, une des souris sort du lot et domine les autres.

«Il existe même des expériences qui permettent d'entraîner la collaboration – ou la compétition – entre les rongeurs, souligne la chercheuse. Une étude a par exemple montré que pour sortir d'un labyrinthe, un rat développe une stratégie très différente s'il est seul face à la tâche ou accompagné. À ce propos, le concept d'intelligence collective m'intéresse beaucoup. J'aimerais développer des recherches dans ce sens. Il est en effet désormais possible d'envoyer ce genre d'expériences. Surtout grâce au machine learning.»

LE RÊVE SERAIT UNE PLATEFORME PERMETTANT D'OBSERVER LE COMPORTEMENT DES SOURIS 24 H/24 ET 7 J/7 DEPUIS LEUR NAISSANCE JUSQU'À LEUR MATURITÉ.

Interprétations subjectives Le recours à l'intelligence artificielle représente un énorme progrès dans l'étude des comportements animaux. Il permet d'analyser un grand nombre de données à la fois peu de temps et, surtout, de réduire le biais anthropocentrique à sa portion congrue. L'ordinateur, nourri de données, arrive en effet à distinguer et à classer tout seul les comportements visibles sur des vidéos d'interactions entre rongeurs, sans être parasité par les interprétations subjectives des observateurs humains qui voient parfois un peu trop facilement des «jeux», du «plaisir» ou de la «curiosité» là où il n'y en a peut-être pas.

L'équipe de Camilla Bellone a mis au point un algorithme spécialisé dans ce type de tâche. Une version de ce programme sert d'ailleurs à déterminer si un jeune enfant est atteint ou non d'un trouble du spectre autistique rien qu'en analysant ses mouvements tandis qu'il interagit avec une personne adulte (avec un succès de 80%, lire aussi *Campus n° 150*).



Une autre perspective à laquelle songe Camilla Bellone est la conception d'une plateforme permettant d'observer le comportement des souris 24 h/24 et 7 j/7 depuis leur naissance jusqu'à leur maturité. C'est possible grâce au fait que le temps, chez ces rongeurs, est plus restreint que chez l'être humain et qu'une telle expérience s'étendrait sur quelques mois seulement. La quantité de données à traiter serait néanmoins énormes, mais le jeu en vaut la chandelle puisqu'il serait possible de connaître toute l'histoire de chaque individu, toutes ses interactions avec les autres, et ce, dans toute leur complexité. L'étude de chaque parcours de vie pourrait ensuite contribuer à expliquer pourquoi telle ou telle compétence sociale finit par émerger chez tel ou tel individu.

Souris autistiques «En parallèle, nous étudions aussi des souris génétiquement modifiées qui servent de modèles aux troubles autistiques, explique Camilla Bellone. Ce sont des rongeurs qui, comme chez les humains touchés par le spectre des troubles autistiques, manifestent des altérations de la sociabilité. Notre objectif est d'en comprendre la cause du point de vue neurologique. Nous utilisons pour cela des techniques mesurant l'activité neuronale pendant que les animaux interagissent, ce qui nous permet de mettre en évidence les circuits neuronaux qui sont mobilisés et de les comparer avec ceux qui sont activés chez les souris normales. Cette approche vise à identifier les mécanismes neuronaux qui sont impliqués dans les phénomènes de reconnaissance, de mémoire, de motivation et d'émotion contribuant à la complexité du comportement social des souris.»

Au travers d'une série d'expériences menées ces dernières années, la chercheuse genevoise a ainsi commencé à défricher ce champ de recherche assez nouveau. Dans une première étude, parue le 2 décembre 2021 dans

Nature Neuroscience, elle et ses collègues montrent que lorsqu'une souris interagit avec une congénère, ou anticipe cette rencontre, les neurones appartenant au système dit de la récompense (ou dopaminergiques) sont activés. En d'autres termes, l'étude apporte la preuve que ces neurones sont responsables de la motivation poussant les individus à interagir avec leurs semblables.

Dans un autre papier, paru le 10 février 2022 dans *Nature Communications*, l'équipe de scientifiques s'est intéressée à l'orientation de l'attention vers un stimulus social. L'expérience parvient à mettre en évidence le rôle joué dans ce comportement par un sous-circuit appartenant au système de la récompense qui relie la région appelée le colliculus supérieur à l'aire ventrale tegmentale. Il en ressort qu'une perturbation artificielle de ce circuit provoque une modification du comportement de la souris. Par exemple, lorsqu'elle entre en contact avec une congénère, elle ne se tourne plus vers elle, alors que c'est la première chose qu'elle ferait normalement.

«D'autres études ont aussi pu montrer que le cortex préfrontal est une aire cérébrale très impliquée dans la reconnaissance sociale et que l'hippocampe est important pour la mémoire sociale, précise Camilla Bellone. Ce que nous trouvons chez la souris nous permet ensuite de faire des parallèles chez l'être humain. Nous avons ainsi pu montrer que la plupart de ces principes sont conservés entre les deux espèces, notamment le rôle du système de récompense et du cortex préfrontal.»



Camilla Bellone

Professeure associée au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine) et coordinatrice du Centre Synapsy de recherche en neurosciences pour la santé mentale

Formation: Après des études en pharmacie, elle commence sa thèse en 2000 à l'Université de Milan. Elle la termine en 2006 à Genève dans le laboratoire de Christian Lüscher, professeur au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine). Elle enchaîne avec un séjour postdoctoral de deux ans à l'Université de Californie à San Francisco.

Parcours: Elle retourne à Genève en 2008 et décroche une bourse Ambizione au Fonds national suisse en 2011. Après un passage de deux ans à l'Université de Lausanne, elle obtient le poste de professeure assistante en 2016 au Département des neurosciences fondamentales.



ISTOCK



ISTOCK



ADOBE STOCK



ADOBE STOCK

DÉCOUVRIR L'AUTRE

SOCIALISER, ÇA S'APPREND TOUT BÉBÉ

VIVRE EN SOCIÉTÉ IMPLIQUE NON SEULEMENT DE COMPRENDRE ET DE CONTRÔLER SES PROPRES ÉMOTIONS, MAIS AUSSI DE DÉCHIFFRER CELLES D'AUTRUI. UNE FACULTÉ QUI COMMENCE À SE DÉVELOPPER CHEZ L'ÊTRE HUMAIN AVANT LA NAISSANCE ET JUSQU'À L'ÂGE ADULTE.

L'être humain est par nature un animal social. Mais comment le nouveau-né est-il équipé pour s'adapter au monde qui l'entoure et comment se développent ses compétences sociales? Professeur au Département de psychologie de la FPSE et directeur du Laboratoire du développement sensori-moteur, affectif et social, Édouard Gentaz étudie ces questions depuis de nombreuses années. Il y a consacré une foule d'articles scientifiques, de nombreux ouvrages de vulgarisation, ainsi que le MOOC (cours en ligne ouvert et massif) «Développement psychologique de l'enfant», accessible gratuitement sur la plateforme Coursera. Entretien.

Campus: De nombreux travaux indiquent que le développement social du bébé commence déjà avant sa naissance. Qu'en est-il?

Édouard Gentaz: Lorsqu'il se trouve dans le ventre de sa mère, le fœtus est soumis à un éventail très varié de stimulations sensorielles qui peuvent être tactiles ou auditives. Il va s'en servir pour préparer au mieux la transition que constitue sa venue au monde. On sait aujourd'hui qu'autour de 34 semaines, un fœtus est capable de reconnaître les sons de sa langue maternelle et de faire la différence entre la voix de sa mère et celle d'une personne inconnue. Au même âge, il peut aussi produire un répertoire limité d'expressions faciales telles que le sourire, un visage de pleurs ou encore une expression de dégoût en fonction des différents stimuli auxquels il est exposé. Ces aptitudes sont autant d'outils dont se servira le nouveau-né pour ses besoins fondamentaux afin d'assurer sa survie et de créer des liens affectifs d'attachement avec son entourage une fois qu'il sera venu au monde.

Bien que la vision du nouveau-né ne soit pas encore très mature, elle semble préprogrammée pour détecter ses congénères. Est-ce exact?

Certaines études sont arrivées à la conclusion que dès la naissance, le bébé était spontanément attiré par les mouvements dits «biologiques», c'est-à-dire des mouvements produits par un organisme vivant, qu'il s'agisse d'un être humain ou d'un autre vertébré. D'autres travaux semblent toutefois indiquer que les nouveau-nés accordent davantage d'attention aux mouvements associés à un déplacement réel, que ceux-ci représentent ou non des actions humaines. Ce qui est bien établi en revanche, c'est qu'ils ont une préférence marquée pour les visages par rapport aux objets.

Est-ce vrai pour tous les visages humains?

Un bébé âgé de 15 minutes n'a aucune préférence quand on lui présente des visages attractifs ou non. Mais après 72 heures de vie seulement, ce n'est déjà plus vrai et il va privilégier les premiers aux seconds.

Comment cela s'explique-t-il?

Les visages jugés attractifs sont ceux qui correspondent le plus au visage moyen d'un être humain, c'est-à-dire qu'ils correspondent à la norme la plus souvent observée. Durant les quelques jours que le bébé passe à la maternité immédiatement après sa naissance, il va avoir l'occasion de croiser entre 6 et 15 visages différents et il semble que cela soit suffisant pour lui permettre de créer un «prototype» de ce que doit être un visage humain. De la même manière, quelques jours vont lui suffire pour manifester une préférence pour le visage de sa mère par rapport au visage d'une personne qui lui est étrangère. Enfin, selon



Édouard Gentaz

Professeur ordinaire à la Section de psychologie, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation

Formation: Après une thèse en psychologie à l'Université de Grenoble (1997), il intègre le CNRS en 1999 au sein du Laboratoire Mémoire, cerveau et cognition de l'Université Paris Descartes. En 2012, il rejoint l'UNIGE en tant que professeur de psychologie du développement.

Parcours: Édouard Gentaz dirige le Laboratoire du développement sensori-moteur, affectif et social de la FPSE depuis 2012. Il est directeur du Centre Jean Piaget depuis 2021 et vice-doyen de la FPSE depuis 2022. Membre de nombreuses institutions de recherche, il a été récompensé par plusieurs prix pour ses travaux.

une logique similaire, le nouveau-né n'a pas de préférence pour le groupe ethnique auquel il appartient, alors que c'est le cas à l'âge de trois mois.

Fait-il preuve de la même précocité avec le langage?

Oui. Tous les phonèmes que le fœtus entend dans le ventre de sa mère vont dicter ses préférences à la naissance et lui permettre de reconnaître progressivement les sons qui appartiennent à sa langue, même s'il lui faudra encore beaucoup de temps pour être capable de les verbaliser. Plusieurs études ont par ailleurs montré que, dès la naissance, les bébés préfèrent écouter des phrases dans leur langue maternelle plutôt que dans une langue étrangère. On sait par ailleurs que le langage joue un rôle important dans les processus d'attachement.

Pouvez-vous préciser?

Si on apprend au bébé qu'en tétant plus rapidement, il va entendre la voix de sa mère plutôt que celle d'une autre personne, celui-ci est capable de modifier son comportement pour solliciter la voix maternelle. À l'inverse, des expériences récentes ont permis de montrer que si la mère ne parle pas à son bébé durant les premiers jours de sa vie, celui-ci aura des difficultés à la reconnaître visuellement. Ce qui signifie que le nouveau-né se sert de la voix qu'il a entendue durant plusieurs semaines in utero pour identifier sa mère. Une autre étude a mis en évidence le fait que la préférence des nouveau-nés pour les visages qui leur sont familiers ne fonctionne que si le discours de ces personnes est synchrone avec le visage qui est présenté au bébé. Ce qui veut dire que dès la naissance, les êtres humains sont donc d'ores et déjà sensibles à la coordination des lèvres avec le discours.

Sont-ils également capables d'exprimer des émotions?

Les nouveau-nés sont capables de produire un certain nombre d'expressions faciales en réaction à des situations spécifiques, par exemple sourire en réaction à une odeur agréable ou produire une expression de dégoût lorsqu'ils sont confrontés à une odeur désagréable.

Et peuvent-ils discerner celles d'autrui?

La capacité à lire les émotions d'autrui est la clé de la socialisation. C'est le premier moyen dont dispose l'être humain pour interagir avec ses semblables. Au travers

des expressions faciales, les bébés sont très tôt capables d'identifier les émotions primaires telles que la joie, la surprise, la peur, la colère, le dégoût et la tristesse. Cela est vrai dans toutes les cultures et il a par ailleurs été prouvé que les aveugles de naissance expriment la joie de la même manière que les personnes voyantes, en utilisant les mêmes muscles du visage, alors qu'ils n'ont jamais eu d'interaction visuelle avec d'autres êtres humains. Ces résultats tendent à démontrer le caractère universel et inné de ces émotions.

Qu'en est-il des émotions dites «morales», comme la honte, la culpabilité, le mépris, l'admiration ou l'empathie?

Contrairement aux émotions primaires, les émotions morales n'apparaissent pas dès la naissance. Elles se mettent en place vers le milieu de la seconde année de vie et sont liées au développement socio-cognitif de l'enfant. Elles supposent en effet la capacité à prendre en compte les normes sociales, à s'apercevoir des implications de ses propres actions sur les autres et à se représenter l'état mental d'une autre personne. Pour se sentir embarrassé, par exemple, il faut en effet être apte à discerner qu'une autre personne pense que son action est inadaptée. Pour être capable d'empathie, il faut en plus parvenir à se mettre à la place de l'autre et comprendre que les causes et conséquences de la joie que je perçois ne sont pas liées à moi. Une compétence qui n'apparaît pas avant l'âge de 4 ou 5 ans. Et ce n'est qu'en entrant dans l'adolescence que l'on devient susceptible de ressentir de l'empathie pour des raisons plus abstraites à notre perception immédiate comme l'injustice sociale ou la faim dans le monde.

Existe-t-il un lien avéré entre la capacité à maîtriser ses émotions et l'habileté à bien fonctionner socialement?

Il y a quelques années, en compilant différentes études menées partout dans le monde, des chercheurs sont arrivés à la conclusion qu'il existait effectivement un lien significatif entre ce que l'on appelle les compétences émotionnelles – soit le fait d'être capable d'identifier, de comprendre et de réguler ses émotions – et les compétences à la fois sociales et académiques.

À cet égard, vous avez consacré de nombreux travaux au rôle des émotions dans les apprentissages scolaires. Quelles conclusions en tirez-vous?

C'est un domaine de recherche qui suscite beaucoup d'intérêt chez les chercheurs et les pédagogues depuis quelques années. Les compétences émotionnelles sont en effet cruciales non seulement pour permettre aux élèves d'interagir et de nouer des relations avec les autres, mais également dans les processus d'apprentissage.

Dans quelle mesure?

En collaboration avec des enseignantes et leurs formatrices, nos équipes ont par exemple récemment pu montrer que de meilleures capacités à comprendre les émotions chez les élèves âgés de 3 à 6 ans favorisaient leur réussite en mathématiques. D'autres études ont mis en évidence le fait que la connaissance que les élèves possèdent de leurs émotions à 5 ans, et plus spécifiquement la capacité à détecter, reconnaître et identifier correctement les signaux émotionnels, facilite les interactions sociales positives et prédit leurs habiletés sociales et leurs résultats scolaires en lecture à 9 ans. Les élèves présentant de meilleures compétences émotionnelles semblent par ailleurs plus aptes à réguler les émotions négatives telles que l'anxiété, l'ennui ou la déception relative à leurs résultats scolaires. Enfin, pour apprendre, les élèves (et en particulier les jeunes) ont besoin du soutien des adultes et de leurs pairs. Or, les élèves plus compétents sur le plan émotionnel gèrent mieux les relations avec leurs enseignants, leurs pairs et leurs familles, ce qui leur fournit un «réseau de soutien social» les protégeant dans les moments de stress et les soutenant lorsqu'ils sont confrontés à une nouvelle situation d'apprentissage requérant l'aide d'un expert.

Est-il possible d'améliorer ces compétences lorsque celles-ci sont défaillantes?

Tout à fait. Nous avons d'ailleurs mis en place différents programmes qui vont dans ce sens dans les écoles genevoises et du Valais. Globalement, il s'agit de proposer aux élèves des entraînements à la reconnaissance et à l'identification des émotions, des conversations portant sur les émotions ou de travailler sur les postures corporelles. On peut aussi recourir à des jeux qui consistent à faire semblant de... En effet, adopter la perspective d'autrui en jouant un rôle nécessite d'imaginer l'expérience émotionnelle de l'autre et, par conséquent, de l'éprouver et de la comprendre. De plus, les enfants qui sont capables d'exprimer des émotions dans leur jeu devraient être capables

LA CONNAISSANCE QUE LES ÉLÈVES POSSÈDENT DE LEURS ÉMOTIONS À 5 ANS PRÉDIT LEURS HABILITÉS SOCIALES ET LEURS RÉSULTATS SCOLAIRES EN LECTURE À 9 ANS.

de reconnaître et d'identifier les indices émotionnels chez eux aussi bien que chez les autres. Et dans le cadre du projet Emoty, qui vient de s'achever, nous avons utilisé un jeu de cartes ludique que nous avons testé auprès de 162 élèves de 4 à 12 ans tout au long de l'année scolaire. Les résultats obtenus montrent des progrès significatifs. On a donc de bonnes raisons de penser que ce type de démarche vaudrait la peine d'être largement diffusé.

Dans une autre étude menée récemment, vous avez également fait le lien entre la participation à des camps de vacances et l'altruisme chez l'enfant...

Ces camps avec nuitées sont des espaces de sociabilisation et d'expérimentation, hors de la famille, qui s'installent dans la durée et intègrent toute la vie quotidienne. Ils impliquent des interactions permanentes avec des adultes et d'autres enfants, riches en apprentissages informels. Nous souhaitons montrer qu'un tel contexte est favorable au développement des compétences socio-émotionnelles et nous y sommes parvenus, puisque nos résultats ont révélé une hausse du niveau d'altruisme chez les enfants au sein du groupe qui avait participé à ce type d'activité par rapport à un groupe contrôle n'y ayant pas participé.

«Comment les émotions viennent aux enfants», par Édouard Gentaz, Éd. Nathan, 128 p.

«Développement psychologique de l'enfant», par Édouard Gentaz et al., MOOC disponible sur la plateforme Coursera à l'adresse: www.coursera.org/learn/enfant-developpement/

ŒUVRER AVEC L'AUTRE

UN POUR TOUS, TOUS POUR UN

L'INTELLIGENCE COLLECTIVE EST L'OUTIL IDÉAL POUR AFFRONTER DES PROBLÈMES COMPLEXES TELS QUE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, LA LUTTE CONTRE LA PAUVRETÉ OU LA GOUVERNANCE MONDIALE, SELON THOMAS MAILLART, DONT L'EXPERTISE EN MATIÈRE DE HACKATHONS BÉNÉFICIE AUJOURD'HUI D'UNE RECONNAISSANCE INTERNATIONALE.

Le tout vaut plus que la somme des parties, affirmait Aristote. Près de 2500 ans plus tard, Thomas Maillart, maître d'enseignement et de recherche rattaché à la Faculté d'économie et de management et à la Faculté de médecine, s'efforce d'en apporter la preuve. D'une part, en contribuant activement au développement des connaissances scientifiques sur l'intelligence collective. De l'autre, au travers des activités qu'il a menées jusqu'à récemment au sein de l'initiative Open Geneva, qu'il a fondée et présidée jusqu'à peu. Une association à but non lucratif qui s'est donnée pour mission de promouvoir et de stimuler l'innovation ouverte, notamment à travers l'organisation de hackathons – ces moments d'intelligence collective de quelques dizaines d'heures, dont le but est de développer des solutions pratiques à des problèmes concrets (*lire en page 37*). L'aptitude à collaborer pour être plus efficace n'est pas le propre de l'être humain. Au sein du règne animal, de nombreuses espèces ont développé des stratégies spécifiques d'intelligence collective leur permettant d'assurer leur survie. Les fourmis vivent ainsi au sein de colonies hiérarchisées où chaque individu a un rôle spécifique. Elles sont capables de communiquer entre elles, de résoudre des problèmes et de coopérer pour atteindre des objectifs communs. Les chimpanzés s'associent pour chasser, utilisent des formes complexes de communication et démontrent des facultés d'apprentissage social. Les corbeaux sont dotés d'une mémoire exceptionnelle et ont démontré leur aptitude à résoudre des problèmes en groupe, tandis que la collaboration au sein d'une meute de loups est un élément essentiel à sa survie... Ce qui fait la spécificité d'*Homo sapiens*, c'est que son langage

sophistiqué, sa culture complexe et sa capacité à transmettre des connaissances de génération en génération lui permettent d'aller beaucoup plus loin dans l'exercice.

«L'intelligence collective n'est pas bonne ou mauvaise en soi, note Thomas Maillart. Elle peut générer des bénéfices, mais elle peut aussi s'avérer terriblement destructrice. L'histoire du Projet Manhattan, qui a donné lieu à la création de la première bombe atomique, n'étant qu'un exemple controversé parmi d'autres. La question est plutôt de savoir dans quelles conditions elle peut apporter de la plus-value. Autrement dit: quels types d'interactions entrent en jeu pour permettre aux humains de générer de la valeur?»

«LA QUESTION EST DE SAVOIR QUELS TYPES D'INTERACTIONS ENTRENT EN JEU POUR PERMETTRE AUX HUMAINS DE GÉNÉRER DE LA VALEUR.»

Premier constat du chercheur: l'intelligence collective n'est pas utile partout et en tout temps. Lorsqu'on se trouve face à un problème dont les contours et l'origine sont relativement bien définis, le recours à un ou plusieurs spécialistes reste ainsi la meilleure solution.

En revanche, l'intelligence collective démontre toute son efficacité face à ce que les Anglo-Saxons nomment des *«wicked problems»* (problèmes pernicieux ou vicieux, ndlr), soit des situations dans lesquelles on manque du savoir nécessaire, qui impliquent de multiples acteurs ayant des visions divergentes sur la nature du problème et/ou qui nécessitent un

traitement transversal bousculant l'organisation traditionnelle du travail.

Une catégorie dans laquelle on peut ranger le changement climatique, la pauvreté, les migrations, le terrorisme, la gestion d'une pandémie ou encore les nombreux défis liés à la digitalisation de la société.

Thomas Maillart est entré dans ce domaine au moment de sa thèse de doctorat. *«À l'époque, je souhaitais travailler sur les risques liés à la cybersécurité, rembobine le chercheur.*



Mais mon professeur ne disposait pas de fonds pour ce type d'étude, il m'a donc conseillé de me pencher sur les performances des communautés impliquées dans la production de logiciels open source. Et il s'est rapidement avéré que celles-ci constituent un bel exemple du potentiel de l'intelligence collective en ligne dans la mesure où elles témoignent de la capacité à construire en groupes plus ou moins larges des logiciels extrêmement complexes, très performants et dotés d'une grande résilience. Le tout sur la base d'une organisation très horizontale, au sein de laquelle le contrôle est très faible et qui va donc à l'encontre des grands préceptes du management traditionnel.»

L'étude de ces communautés en ligne permet à Thomas Maillart de tirer de nombreux enseignements qui vont nourrir ses recherches ultérieures. Le premier d'entre eux est qu'il ne faut pas sous-estimer l'importance de la motivation intrinsèque des êtres humains, laquelle n'est pas moins forte que le désir de gagner de l'argent ou d'acquérir des bénéfices matériels. Au contraire.

«Tout le monde est obligé de travailler pour payer ses factures, se nourrir, soutenir sa famille et ses proches, poursuit le chercheur. Mais ce n'est pas ça qui est décisif lorsqu'on choisit de consacrer sa vie à tel ou tel métier. La passion, le fait d'avoir des interactions sociales et l'idée qu'on participe peut-être à l'accomplissement d'un objectif supérieur sont des moteurs essentiels. C'est ce qui fait que des gens sont prêts à donner de leur temps et de leur énergie de manière bénévole, pour autant que les circonstances soient favorables.»

En l'occurrence, deux ingrédients s'avèrent très bénéfiques au déploiement de l'intelligence collective. D'abord, le fait que chaque participant puisse être informé de ce que les autres font (*peer review*). Ensuite, la capacité de chacun à exercer son libre arbitre quant aux tâches qu'il souhaite accomplir ou non (*task self selection*).

La deuxième leçon que Thomas Maillart tire de l'observation des communautés open source est que le temps de l'innovation n'est pas linéaire. Comme lorsqu'on essaie de rassembler les pièces d'un puzzle, il ne se passe pas grand-chose pendant un certain laps de temps avant que, tout d'un coup, les choses se mettent en place. On peut décrire

ce phénomène en reprenant la distinction que faisaient les Grecs anciens entre le temps routinier (*Chronos*) et le temps perçu (*Kairos*) et qui a été remise au goût du jour par Wanda Orlikowski, professeure au Massachusetts Institute of Technology (MIT). Pour un ou une scientifique, le premier correspond aux périodes consacrées à la rédaction d'articles et à l'enseignement, tandis que le second renvoie aux quelques moments dans l'année où il se rend à un colloque ou à une grande conférence. *«C'est l'occasion de présenter ses travaux, de rencontrer des pairs, commente Thomas Maillart. Ce brassage d'idées engendre une émulation qui permet de repartir avec des idées différentes et qui débouche souvent sur une forte poussée de créativité. Il y a de nombreuses preuves dans le cas des logiciels open source, cette façon de briser la routine provoque des pics d'activité spectaculaires.»*

Enfin, l'étude des communautés open source a également permis à Thomas Maillart de démontrer que la fameuse assertion d'Aristote selon laquelle le tout vaut plus que la somme des parties a certaines limites. Un postulat que l'agronome français Maximilien Ringelmann avait d'ailleurs déjà proposé à la fin du XIX^e siècle en affirmant qu'à partir d'un certain nombre de personnes impliquées dans un groupe, les coûts de coordination tendent à annuler tout bénéfice.

Dans un article publié peu après sa thèse, Thomas Maillart fait ainsi la preuve que le fait de réunir des gens autour d'une tâche commune entraîne bel et bien une hausse de la productivité et que celle-ci est mesurable par une loi mathématique. Dans le même temps, il montre que plus le groupe est grand, parfois plusieurs centaines de contributeurs, plus cette accélération de la productivité va être réduite.

Le domaine de la cybersécurité a également permis au chercheur d'enrichir sa boîte à outils. Une des applications les plus massives de l'intelligence collective dans cette problématique est ce que l'on appelle les *«bug bounty»* ou *«prime aux bogues»* en français. Il s'agit d'un programme de récompenses proposé par de nombreux sites web et développeurs de logiciels qui offrent des récompenses aux



Thomas Maillart

Maitre d'enseignement et de recherche au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine) et à l'Information Science Institute (Faculté d'économie et de management).

Formation: Après un doctorat à l'EPFZ (2011), il effectue un postdoc au Center for Law and Economic de l'EPFZ, puis un autre à UC Berkeley (School of Information)

Parcours: Thomas Maillart reçoit en 2012 le Zurich Dissertation Prize. En 2015, il cofonde l'association Open Geneva avant de rejoindre l'UNIGE l'année suivante. En 2022, il est nommé pour le prix Charles Yidan – le «Nobel» de l'éducation – pour son travail sur l'intelligence collective au service de l'apprentissage et de l'innovation à Genève et en Asie

personnes signalant des bogues, surtout ceux associés à des vulnérabilités. Ces programmes permettent aux spécialistes en sécurité de partager via un tiers de confiance leurs découvertes de bogues avec les sociétés éditrices de logiciels, qui peuvent ensuite corriger ces failles avant que les pirates informatiques et le grand public en soient informés. Des primes pouvant s'élever jusqu'à un million de dollars ont été offertes par des entreprises telles que Facebook, Apple, Google, La Poste suisse ou encore Swisscom. Même le Département de la défense américain, pourtant très féroce de secrets, s'y est mis depuis quelques années.

«Les technologies actuelles sont tellement complexes que l'on n'a pas d'autre choix que de les ouvrir à la collectivité pour les rendre plus fiables, note le chercheur. Dans une de mes recherches, j'ai en effet pu montrer qu'il y a une limite au nombre de bugs qu'un seul individu peut identifier. Passé un certain stade, n'importe quel expert finit par tourner en rond, parce qu'il est limité par un seuil cognitif qui est indépassable. Lorsqu'on se trouve dans une impasse face à un problème complexe, on a donc tendance à revenir vers des solutions déjà connues, ce qui empêche d'explorer de nouvelles possibilités. En revanche, en engageant un grand nombre de participants, on multiplie d'autant les chances de trouver de nouvelles pistes, ce qui constitue à mes yeux une très belle démonstration empirique de limites de l'intelligence individuelle et de la nécessité de l'intelligence collective.»

Reste qu'il n'est pas forcément évident de faire travailler ensemble des spécialistes venus d'horizons différents et qui disposent de bagages scientifiques qui ne sont pas toujours immédiatement compatibles. Pour qu'un événement tel qu'un hackathon fonctionne, il ne suffit pas de juxtaposer des experts disposant d'un quotient intellectuel élevé. Si on veut que la sauce prenne réellement, il faut encore que les participants et participantes s'écoulent mutuellement et fassent preuve d'un certain degré d'empathie.

Sur ce point, en appliquant le test «Read the mind in the eyes» – qui consiste à identifier différentes émotions sur la seule base d'un regard –, une équipe de recherche américaine a réussi à démontrer que la capacité à comprendre les éléments de communication non verbale était le meilleur prédicteur de l'intelligence collective. Et qu'à ce petit jeu, les femmes obtenaient en moyenne des performances 15% supérieures à celles des hommes.

«PASSÉ UN CERTAIN STADE, N'IMPORTE QUEL EXPERT FINIT PAR TOURNER EN ROND, PARCE QU'IL EST LIMITÉ PAR UN SEUIL COGNITIF QUI EST INDÉPASSABLE.»

«À partir du moment où vous arrivez à créer les conditions pour que les gens soient empathiques, qu'ils respectent mutuellement leurs points de vue différents, ce qui peut se faire grâce à des instructions préalables relativement simples, vous démultipliez la capacité des gens à résoudre des problèmes collectivement, note Thomas Maillart. En même temps, vous avez réussi à créer un environnement qui est super positif et très stimulant. C'est précisément ce que nous cherchons à faire dans le cadre des hackathons que nous organisons.»

Même si la méthodologie développée par Thomas Maillart et ses collègues d'Open Geneva est aujourd'hui au point, elle reste perfectible. Pour ce faire, le chercheur s'efforce désormais de pousser plus loin les connaissances dont on dispose sur la communication non verbale, sujet jusqu'ici peu étudié en psychologie sociale. Dans le cadre d'un projet Sinergia visant à poser un diagnostic précoce sur les enfants autistes et mené en collaboration avec Marie Schaer, professeure associée au Département de psychiatrie (Faculté de médecine), il cherche ainsi à identifier différents types d'interactions non verbales et à comprendre dans quelle mesure celles-ci sont susceptibles de générer un environnement propice à l'apprentissage interactif et mutuel.

«Ce projet nous permet de tester différentes hypothèses, conclut Thomas Maillart. Et peut-être que dans un futur pas si lointain, on pourra déployer le même dispositif (des caméras couplées à une intelligence artificielle, ndr) dans des hackathons pour observer comment se passent les interactions. Est-ce que le clic se produit pendant le travail en commun, autour de la machine à café, lorsqu'on discute avec d'autres groupes? D'où vient l'idée maitresse, quelles sont les stratégies que les gens développent pour échanger du savoir et intégrer ces informations? Tout cela est pour l'instant très mal compris, ce qui veut dire que nous avons encore pas mal de pain sur la planche.»



ADOBE STOCK



ISTOCK



ADOBE STOCK

OPEN GENEVA, UN MODÈLE QUI FAIT DES ÉMULES

Association à but non lucratif, Open Geneva a été créé en 2015 par le Geneva Creativity Center en collaboration avec l'Université de Genève, la HES-SO Genève. Le système d'information du territoire à Genève (SITG) et les transports publics genevois (TPG).

Son objectif est de promouvoir l'innovation ouverte dans le Grand Genève en rassemblant une communauté comptant aujourd'hui près de 5000 innovateurs et innovatrices, en faisant vivre leurs idées, en communiquant sur leurs projets et en soutenant leur développement.

Open Geneva organise des événements d'innovation tels que des conférences, des panels ou des workshops pour encourager le partage de bonnes pratiques sur le sujet de l'innovation ouverte.

L'association dispose par ailleurs d'une solide expertise en matière de hackathons.

Depuis 2017, elle organise d'ailleurs chaque année un festival dédié à ce type d'événement dont la dernière édition a rassemblé plus de 1000 participants.

Open Geneva met en outre à disposition des organisateurs et organisatrices de hackathons une plateforme numérique, la Sparkboard, qui permet de regrouper et présenter facilement tous les projets/défis/challenges des hackathons.

Outre Genève, l'association est aujourd'hui active au Laos, à Bali, en Thaïlande, en Chine et à Singapour. Elle a également noué depuis peu des contacts avec le Québec (Université de Montréal). Enfin, Open Geneva est partenaire du projet Horizon Europe Ultimo, financé par la Commission européenne et la Confédération suisse, en collaboration avec l'Université de Genève, les TPG, et 22 autres organisations suisses et européennes. Le but du projet ULTIMO est de déployer un service de bus autonomes à la demande dans trois villes d'Europe: Genève, Herford (Allemagne) et Oslo (Norvège).

<https://opengeneva.org/>



«IL FAUT AGIR SUR TOUT EN MÊME TEMPS»

IL N'EST PAS NÉCESSAIRE DE PRODUIRE PLUS POUR ATTÉNUER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, ÉRADICHER LA PAUVRETÉ OU FINANCER LES SERVICES PUBLICS, ESTIME **THIMOTÉE PARRIQUE**. L'ÉCONOMISTE FRANÇAIS ÉTAIT DE PASSAGE À GENÈVE POUR EXPLIQUER À QUOI POURRAIT RESSEMBLER UN MONDE «POST-CROISSANCE».

Sa thèse de doctorat a été téléchargée près de 50 000 fois – au point que les gestionnaires de la plateforme de publication qui l'héberge ont un temps soupçonné un bug – et l'ouvrage qui l'a fait connaître au grand public, *Ralentir ou périr. L'économie de la décroissance* (Seuil, 2022) s'est écoulé à plus de 30 000 exemplaires. Maniant volontiers l'humour et les formules chocs sans pour autant sacrifier la rigueur scientifique, Thimotée Parrique, chercheur à l'École d'économie et de management de l'Université de Lund en Suède, est également omniprésent sur les réseaux sociaux, où une communauté de près de 100 000 abonnés suit avec assiduité ses interviews, podcasts et autres stand-up, ce qui lui vaut d'être considéré comme la nouvelle star des penseurs francophones de la transition énergétique. Son objectif: déconstruire ce qu'il estime être l'un des plus grands mythes contemporains, à savoir la poursuite de la croissance, dans laquelle cet adepte de la sieste voit à la fois un frein au progrès social et un accélérateur de l'effondrement écologique. Entretien à l'occasion de la conférence qu'il a donnée à Genève à l'initiative du Service Agenda-21, Ville durable et de l'UNIGE dans le cadre de la Semaine du climat.

Campus: Qu'y a-t-il de mal dans l'idée d'une croissance économique que tous les décideurs politiques appellent de leurs vœux et promettent à leurs électeurs et électrices, mandat après mandat?

Timothée Parrique: Quand le sage montre la lune, l'idiot regarde le doigt. Et quand certains montrent le développement, les économistes traditionnels ne regardent que le produit intérieur brut (PIB). Il ne faut pas confondre la fin et les moyens. Le PIB est un indicateur d'agitation monétaire qui ne fait pas la différence entre le désirable et le néfaste, tout en ignorant

une grande partie des déterminants sociaux et écologiques de la prospérité. On peut très bien juxtaposer croissance économique, récession sociale (chômage, pauvreté, inégalités, burn-out, mal-être, insécurité...) et crise écologique (réchauffement climatique, perte de biodiversité, artificialisation des sols, acidification des océans...). De la même manière, on peut très bien concilier une contraction de l'activité marchande et une augmentation de la santé sociale et de la soutenabilité écologique. Moins de voitures dans les rues et plus de mobilité active, moins de publicité pour la malbouffe et une moindre consommation de viande, tout cela ferait baisser le PIB mais améliorerait notre santé et celle des écosystèmes. Il faudra donc réformer le PIB et les autres indicateurs de performance économique. Mais, en réalité, sur cette question des indicateurs, tout le monde est à peu près d'accord, et cela, depuis longtemps. C'est d'ailleurs l'une des mesures «salle d'attente» préférées des décideurs lorsque l'on discute transition écologique. Il est facile de dire «réformons le PIB», mais en attendant, rien ne se passe dans l'économie réelle.

Face aux enjeux climatiques, la plupart des gouvernements ont choisi la voie d'une transition fondée sur une plus grande sobriété énergétique et l'idée d'une «croissance verte» appuyée notamment sur des innovations technologiques. Or, ces deux chemins sont des impasses, selon vous. Pourquoi?

Croissance verte, croissance circulaire, croissance régénérative... Cinquante nuances de croissance, mais croissance toujours. On retrouve ici l'obsession pour l'accumulation que nous venons de critiquer: un modèle de développement boulimique dont l'objectif se réduit à simplement grossir. Le problème, c'est que cette démesure économique n'est pas

écologiquement soutenable. Certains économistes célèbrent une croissance prétendument «verte» dans des pays riches mais cette analyse ne tient pas la route. Pour que la croissance économique soit réellement soutenable, nous devrions complètement dissocier la croissance de toutes les pressions environnementales à un rythme suffisamment rapide pour revenir à temps sous le seuil des limites planétaires. Cette croissance-là n'a jamais existé et je n'ai eu aucune preuve convaincante montrant qu'elle pourrait se matérialiser, encore moins dans les années qui viennent. Quant à la sobriété énergétique, c'est une partie de la solution, mais on n'a aucune chance d'y parvenir si l'on s'entête à produire et consommer plus. Essayer d'être sobre en énergie dans une économie en croissance, c'est comme essayer d'arrêter de boire tout en achetant toujours plus d'alcool. Et si on décidait plutôt de réduire la production et la consommation des biens et services les plus énergivores ?

L'attention des décideurs est aujourd'hui focalisée sur la réduction des émissions de CO₂. Une approche «tout carbone» que vous considérez comme trop réductrice.

Quels sont les autres indicateurs sur lesquels il faudrait porter notre attention ?

La transition écologique, c'est un peu comme résoudre un Rubik's Cube. Facile si on ne regarde qu'une seule couleur (les gaz à effet de serre), infiniment plus difficile si on les regarde toutes (l'usage des sols, l'érosion de la biodiversité, l'extraction des matériaux, les prélèvements en eaux, la pollution de l'air, etc.). L'important, c'est de maintenir les écosystèmes en bonne santé, ce qui nous impose une double limite en termes, d'une part, d'extraction de métaux, d'eau, d'animaux ou encore de biomasse et, d'autre part, de pollution des milieux marins, de l'atmosphère, des sols, de l'air, etc. Ne résoudre qu'un problème ne nous sortira pas d'affaire. Il faut agir sur tout en même temps.

Vous voyez d'un mauvais œil le fait que les pays du Nord empruntent du budget carbone aux pays du Sud, pourquoi ?

Ils ne l'empruntent pas, ils le volent. C'est doublement injuste car, non seulement ce sont les pays du Sud qui ont le plus besoin de l'énergie disponible pour éradiquer la pauvreté, mais ce sont aussi eux qui vont subir les conséquences

des dégradations environnementales causées par des décennies de croissance économique au Nord. La moitié la plus pauvre de l'humanité (4 milliards de personnes) va hériter de 75% des coûts du changement climatique, alors qu'elle ne cause que 12% des émissions globales, soit 4 fois moins que l'empreinte carbone des 10% les plus riches (seulement 800 millions de personnes).

Votre cheval de bataille est la décroissance. Quelle est votre définition de ce concept ?

La décroissance est une théorie scientifique qui postule qu'une contraction des activités économiques serait plus efficace pour faire baisser les pressions environnementales que les stratégies existantes visant à verdir la croissance. Dans *Ralentir ou périr. L'économie de la décroissance* (synthèse de ma thèse de doctorat *The political economy of degrowth*), je la définis comme une réduction de la pro-

IL VA FALLOIR EXPÉRIMENTER PLUSIEURS OPTIONS AFIN DE TROUVER LES SOLUTIONS QUI MARCHENT VRAIMENT.

duction et de la consommation pour alléger l'empreinte écologique planifiée démocratiquement dans un esprit de justice sociale et dans le souci du bien-être.

Une des critiques fréquentes de la décroissance est qu'elle nous condamnerait à la pauvreté et qu'elle empêcherait les pays pauvres de se développer. Ces reproches sont-ils fondés ?

La décroissance conduit à l'appauvrissement si et seulement si l'on considère que la croissance constitue la définition même de la richesse. Mais c'est faux. Le PIB ne mesure

pas la richesse économique (ce n'est qu'un indicateur de flux qui donne un ordre de grandeur de la valeur ajoutée monétaire pendant une période donnée). Et il mesure encore moins les richesses sociales et écologiques qui sont complètement ignorées dans sa méthode de calcul. On peut très bien réduire le revenu national total tout en le redistribuant plus équitablement, une stratégie qui serait plus rapide et plus efficace pour réduire les inégalités que la croissance actuelle qui enrichit essentiellement les plus aisés.

Comment mettre en œuvre la décroissance ?

Il n'y a pas de recette magique. La littérature scientifique sur la décroissance a déjà identifié plusieurs centaines d'instruments. Des initiatives comme la Convention citoyenne pour le climat ou des études comme Transition(s) 2050 de l'Ademe (l'Agence française pour la transition écologique) ainsi que le Plan de transformation de l'économie française du Shift Project ont démontré qu'il existait de nombreuses stratégies pour réaliser la transition. N'attendons pas un mode d'emploi façon meuble Ikea, car il n'existera jamais. Ces transitions sont complexes et il va falloir expérimenter plusieurs options afin de trouver les solutions qui marchent vraiment.

Selon vous, il y a une grande marge de manœuvre pour réduire des productions et des consommations qui ne contribuent plus ou n'ont jamais contribué au bien-être. Dans quels domaines ?

Selon une récente étude, entre 27% et 37% du PIB américain n'aurait eu aucun impact sur le bien-être, un «PIB gaspillé» en quelque sorte qui représente entre 3% et 5% des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle du globe. Difficile de savoir ce qu'il en est produit par produit et dans chaque pays, mais on peut se poser des questions sur l'utilité sociale de certains secteurs comme la publicité, certaines activités bancaires et financières et certaines catégories d'achats comme les grosses voitures 4x4, les jets privés, la viande rouge ou les voyages en avion sur courte distance. Il faut bien sûr aussi regarder qui profite de ces choses-là et



ISTOCK

commencer par réduire les empreintes de ceux qui sont dans les positions les plus confortables. Et cela, afin de laisser une marge de manœuvre pour que les plus démunis puissent avoir accès à davantage de choses.

Le but de la décroissance serait d'arriver à une société post-croissance. À quoi ressemblerait-elle?

L'objectif est en effet de parvenir à instaurer un système économique qui puisse prospérer sans croissance. La décroissance est une transition temporaire, l'équivalent d'un régime pour une économie, alors que la post-croissance est un mode d'organisation qui vise à maintenir une économie à une taille écologique soutenable. On parle aussi d'une économie stationnaire, c'est-à-dire une économie où l'usage des ressources naturelles reste stable sur le long terme. C'est un peu comme notre propre métabolisme. Nous sommes en croissance pendant l'enfance et l'adolescence, avant d'entrer dans une phase stationnaire en termes de taille et de poids. Cela ne veut pas dire que le développement cesse mais qu'il change de nature: de quantitatif (des kilos et des centimètres), il devient qualitatif (des amis, des connaissances, des expériences...). Pour

l'économie, c'est pareil. Dans les pays riches, nous avons besoin d'adapter notre logiciel économique pour passer d'une économie centrée sur la quantité (la croissance) à une économie centrée sur la qualité (la post-croissance).

Vous préconisez d'éliminer le capitalisme et donc tout ce qui va avec (propriété privée, profits privés, actionnariat, crédits bancaires...). Comment y parvenir?

Le capitalisme est un système dans lequel la production est organisée de manière spécifique afin de maximiser la plus-value monétaire (la fameuse accumulation du capital) sur la base de la propriété privée des moyens de production, de l'entrepreneuriat à but lucratif, de l'économie de marché et du salariat. C'est donc un système qui ne peut pas décroître sans entrer en crise. Si l'on veut sortir de la croissance, il faudra donc nécessairement sortir du capitalisme et donc réduire l'importance sociale des institutions qui le composent. La décroissance n'est pas l'économie d'aujourd'hui en *slow motion* ou en miniature, c'est un chemin de transition vers une économie post-capitaliste où ces pratiques deviendront marginales dans l'organisation économique.

Peut-on continuer à innover et prospérer dans un monde sans croissance? Quelle serait la motivation des entrepreneurs s'il n'y avait plus de profits, par exemple?

La théorie de la relativité, la sécurité sociale, la Charte internationale des droits de l'homme, la *Symphonie n° 9* de Beethoven: la liste des choses que nous inventons pour d'autres raisons que la lucrativité est longue, sûrement plus longue que la liste de celles que nous faisons pour de l'argent. L'être humain est vraisemblablement animé d'une soif infinie d'ordre existentiel, un élan de transcendance qui le pousse à certains exploits. Vouloir améliorer son sort est un désir sain, mais produire plus n'est pas toujours le meilleur moyen d'atteindre cette finalité, surtout dans des pays en surchauffe écologique où la croissance est décorrélée du bien-être. La recherche du progrès et du mieux-vivre n'est pas réductible à des courbes de croissance exponentielle, et surtout pas à des courbes de revenus.

Propos recueillis par Vincent Monnet
et Anton Vos



AU MILIEU DE LA HAVANE COULE LE RIO ALMENDARES

UNE ÉVALUATION
PHYSICOCHIMIQUE
ET MOLÉCULAIRE DU
**RIO ALMENDARES, QUI
TRAVERSE LA CAPITALE
CUBAINE**, MONTRE UNE
PRÉSENCE INQUIÉTANTE
DE MÉTAUX LOURDS
ET DE MICRO-ORGANISMES
RÉSISTANTS AUX
ANTIBIOTIQUES.
ENQUÊTE SUR PLACE

« **À** Cuba, j'ai eu l'impression que l'on écoutait les scientifiques. Malgré nos résultats inquiétants sur la qualité de l'eau et des sédiments du rio Almendares, le principal cours d'eau qui traverse la Havane, on nous a permis de les publier, montrant ainsi que, dans ce pays, la science peut être mise au service de la société. C'est rassurant. Car les autorités auraient tout aussi bien pu occulter la réalité. » John Pote, maître d'enseignement et de recherche au Département F.-A. Forel des sciences de l'environnement et de l'eau (Faculté des sciences), a passé trois semaines en avril dernier sur la grande île antillaise. Il y dirige un projet de recherche portant sur l'évaluation physico-chimique et moléculaire de cet écosystème aquatique qui fournit de l'eau potable à près de la moitié de la population de la capitale cubaine. Plus précisément, l'objectif de son programme de recherche est la détection, dans l'eau et les sédiments de l'Almendares, de métaux lourds toxiques ainsi que de bactéries ou de molécules associées à la résistance aux antibiotiques. Il vise également à identifier les sources possibles de ces polluants et à proposer des solutions adaptées. La pollution aux métaux lourds provient surtout des industries et des eaux usées des villes.

En circulant dans la chaîne alimentaire, ces éléments se concentrent progressivement dans les différentes formes de vie aquatiques et peuvent atteindre dans certains poissons des taux toxiques pour l'humain. La résistance

LE REJET DANS LES RIVIÈRES ET LES LACS DE BACTÉRIES OU DE GÈNES RÉSISTANTS AUX ANTIBIOTIQUES EST LA CAUSE D'UNE POLLUTION ÉMERGENTE.

aux antibiotiques, elle, est un problème mondial de santé publique provoqué par l'usage immodéré ou incontrôlé de ces médicaments dans la médecine humaine et dans l'élevage. Le rejet dans les rivières et les lacs de bactéries ou de gènes résistants aux antibiotiques est la



Vue du rio Almendares, un peu avant de traverser La Havane, Cuba.

cause d'une pollution émergente qui augmente la diffusion potentielle de ce risque.

«Ces deux phénomènes sont connus et suivis de près dans les pays occidentaux, analyse John Pote. Ils touchent aussi les pays en voie de développement à la différence que ceux-ci ne disposent souvent que de beaucoup moins, voire pas du tout, de stations d'épuration. De plus, il existe très peu d'études permettant de documenter la situation. C'est le cas notamment de l'Amérique latine et en particulier du rio Almendares qui n'avait jusqu'à présent fait l'objet d'aucune recherche sur la question.»

Une rivière modèle Le chercheur genevois est «tombé» sur cette rivière en 2018 dans le cadre d'un appel d'offres du Fonds national suisse pour la recherche scientifique (FNS) pour des projets impliquant une collaboration avec des pays en voie de développement. Il découvre au hasard de ses recherches que des scientifiques de l'Université de La Havane, en l'occurrence les professeurs Irina Salgado Bernal et María-Elena Carballo Valdés, travaillent dans le même domaine que lui, à savoir les sciences aquatiques.

Il se trouve également que la rivière locale, le rio Almendares, présente opportunément tous les attributs d'un cours d'eau modèle répondant aux besoins scientifiques de John Pote. Il traverse en effet une zone urbaine très peuplée, ses rives et son bassin versant sont

exploités pour alimenter l'industrie et pour l'irrigation et il représente un lieu récréatif très important pour les Havanais. Long d'une petite cinquantaine de kilomètres, il traverse de nombreux parcs (dont le parc Lénine et le Jardin zoologique) et alimente deux bassins de rétention. Il sert à la pratique de la pêche, à la baignade, à la navigation et même à des cérémonies à caractère religieux. Les tenants du vodou attribuent en effet certains pouvoirs au rio Almendares.

«Dans un des parcs, j'ai assisté de loin à une séance de prière durant laquelle des participants étaient à moitié immergés dans l'eau, se souvient John Pote. Tout cela pour dire qu'étant donné les nombreux services rendus à la population par le rio Almendares, celui-ci mérite qu'on s'y intéresse et qu'on le préserve.»

Le chercheur genevois propose donc une collaboration scientifique sur ce thème aux deux chercheuses cubaines. Elles acceptent et le FNS valide le projet de recherche. Dans un premier temps, consacré à l'élaboration du projet, ce sont surtout les scientifiques de la capitale du cigare qui se rendent à plusieurs reprises dans la Cité de Calvin pour se familiariser avec les technologies et le savoir-faire du laboratoire genevois. La pandémie du covid met toutefois un coup d'arrêt brutal au projet ainsi qu'au financement par le FNS. Heureusement, le Centro Latinoamericano-Suizo de l'Université de Saint-Gall, désignée *Leading House* dans



Cuba

Colonie espagnole de 1492 à 1898 avant de devenir un territoire des États-Unis, elle devient indépendante en 1902 puis se définit elle-même comme une république socialiste depuis la révolution cubaine de 1959. Le régime est considéré comme une dictature.

Superficie: 110 860 km²

Population: 11 millions d'habitants

Capitale: La Havane



le développement des projets de coopération suisse en matière de recherche avec la région latino-américaine, accepte en 2023 de financer la poursuite du projet une fois soit passée la menace du coronavirus.

Liberté totale La «Perle des Antilles» tend donc les bras à John Pote, mais c'est sans compter avec le volume impressionnant de paperasserie nécessaire à l'obtention des autorisations pour entrer dans le pays et de mener des activités scientifiques sur son territoire. Cette tâche est finalement assumée par ses collègues cubaines, plus habituées à la bureaucratie révolutionnaire que le chercheur genevois. Une fois reçu le sésame, tout devient subitement très simple.

L'accueil du chercheur à l'Université de La Havane est chaleureux. La collaboration avec les collègues cubaines, qui dure maintenant depuis plusieurs années, est excellente. Leurs laboratoires sont d'ailleurs très bien équipés en appareils de mesure de qualité. Ce qui manque de manière critique, par contre, ce sont les «consommables», c'est-à-dire

les différents produits nécessaires à leur fonctionnement.

«Travailler à Cuba, en tant que scientifique, ne nous a posé aucun problème, confirme John Pote. On nous a laissé une liberté totale de mouvement. Nous n'avons pas eu de problème non plus avec les gens ou avec la police. Il faut dire que, étant d'origine congolaise, j'espérais bien passer inaperçu, la population locale étant très métissée.»

En réalité, sensibles à des détails connus d'eux seuls, les Cubains remarquent immédiatement que le chercheur genevois est étranger et lui proposent, comme à n'importe quel touriste, d'acheter des cigares.

En ville, ce qui le marque, c'est le délabrement des bâtiments et des infrastructures comme si tout s'était figé en 1962, date du début de l'embargo imposé par les États-Unis. À première vue, La Havane ressemble à un petit paradis, avec son architecture coloniale préservée. Mais le manque de moyens pour sauvegarder ces splendeurs du passé est en même temps responsable de leur inexorable décrépitude.

Un autre résultat des restrictions économiques est l'omniprésence des fameuses voitures

américaines datant des années 1950 que les propriétaires entretiennent, voire bichonnent avec tellement de soin qu'elles continuent à rouler malgré leur âge plus que vénérable. Ces belles limousines aux carrosseries rutilantes sont devenues des attractions touristiques.

«Pour se rendre vers la dizaine de sites de prélèvement d'eau et de sédiments que nous avons sélectionnés le long du rio Almendares, il a bien fallu louer une voiture, précise John Pote. Celle que nous avons reçue n'était malheureusement pas rose ou bleu clair et n'arborait pas des chromes brillants. Elle était juste ancienne. Elle était même tellement antique que je n'ai pas reconnu la marque. Je craignais aussi à tout instant qu'elle nous lâche sur les routes parfois exigeantes de Cuba. Mais elle a finalement rempli son office sans anicroche.»

La collecte d'échantillons s'effectue donc sans difficulté et les semaines passent sans aventure particulière. Le climat est chaud mais il ne pleut presque pas et la nourriture est excellente. Avant de rentrer, John Pote donne même un séminaire à l'Université de La Havane pour exposer en détail le travail

À gauche: John Pote, au centre de La Havane, capitale de Cuba, et entouré de limousines américaines rutilantes des années 1950.

À droite: La réalité des voitures de location à Cuba.



de son groupe de microbiologie environnementale à Genève. Une centaine d'étudiants et d'étudiantes, de chercheurs et chercheuses ainsi que des professeur-es y assistent.

Métaux lourds et bactéries résistantes Depuis, l'analyse des données récoltées et ramenées en partie en Suisse a avancé. Dans un premier papier paru le 13 novembre dans le *Journal of South American Earth Sciences*, les scientifiques genevois et havanais démontrent la présence, dans l'eau et les sédiments du rio Almendares, de quatre métaux lourds à des taux dépassant largement les normes nationales (chrome, cuivre, zinc et plomb) et du fer à des concentrations plus élevées que les limites internationales.

Dans un second article encore en phase de relecture par les pairs, l'équipe documente la présence inquiétante – bien que non surprenante – de bactéries et de gènes résistants à la classe d'antibiotiques appelés les bêta-lactamines, la plus importante de la pharmacopée actuelle.

«Nous avons également identifié les sources de ces différentes contaminations, ajoute John Pote. Il s'agit principalement d'un hôpital dépourvu de

«LA VOITURE QUE NOUS AVONS LOUÉE ÉTAIT MÊME TELLEMENT ANTIQUE QUE JE N'AI PAS RECONNU LA MARQUE. JE CRAIGNAIS À TOUT INSTANT QU'ELLE NOUS LÂCHE.»

système de traitement des eaux usées, du ruissellement urbain qui se déverse directement dans le cours d'eau et du bassin versant plus en amont du rio Almendares qui est exploité par des activités agricoles. Il existe aussi un certain nombre de décharges sauvages sur les berges.»

Face à cette situation, les solutions sont multiples, selon le chercheur genevois. Elles passent notamment par le développement de stations d'épuration. Hors de question cependant d'en construire aux normes helvétiques ou européennes. Fort de son expérience en Afrique, et en particulier en République

démocratique du Congo où les moyens à disposition des institutions publiques sont encore plus faméliques qu'à Cuba, John Pote propose de mettre en place des dispositifs qui soient adaptés à la situation locale. Il s'agit de systèmes de lagunage dans lesquels la décantation permet de piéger une partie des polluants dans des sédiments et où certaines plantes ou micro-organismes spécialement sélectionnés en absorbent ou en dégradent une autre. L'eau de ces étangs tampons est ainsi passablement nettoyée et peut ensuite être rejetée dans la rivière où ce qui reste des polluants est finalement dilué dans son débit. De telles installations seraient par exemple adaptées aux rejets d'un hôpital ou des égouts de la ville, à condition d'optimiser au préalable les canalisations d'évacuation des eaux usées et de pluie.

«Sur les bassins versants occupés par les cultures et l'élevage, par contre, on ne peut pas récolter et traiter toute l'eau qui ruisselle vers la rivière, précise John Pote. Dans ce cas de figure, il faut convaincre les autorités et, surtout, les agriculteurs de limiter l'usage d'antibiotiques et de produits phytosanitaires contenant des produits toxiques.»

Le chercheur genevois compte désormais sur un nouveau financement afin de poursuivre le projet et d'aider à la mise en œuvre de toutes ces mesures.

Anton Vos

INDRIT BÈGUE, STIMULANTE GUÉRISSEUSE

RÉCOMPENSÉS PAR UN PRIX DE LA FONDATION LEENAARDS, LES TRAVAUX DE LA CHERCHEUSE D'ORIGINE ALBANAISE VISENT À **CONTRER LES SYMPTÔMES NÉGATIFS DE LA SCHIZOPHRÉNIE** TELS QUE L'APATHIE. AVEC UNE MÉTHODE NOVATRICE BASÉE SUR UNE STIMULATION INDIVIDUALISÉE D'UNE RÉGION DU CERVELET.

Donner vie à la vie. C'est l'objectif que s'est fixé Indrit Bègue. Professeure assistante au sein du Département de psychiatrie (Faculté de médecine) depuis novembre 2023 et lauréate du Prix pour la recherche biomédicale translationnelle décerné par la Fondation Leenaards cette même année, la chercheuse travaille sur une méthode novatrice de stimulation cérébrale non invasive visant à lutter contre l'apathie qui frappe les personnes souffrant de schizophrénie. Un symptôme fortement handicapant pour les patient-es concerné-es et contre lequel les traitements existants restent souvent sans effet.

Née en 1980 à Fier, ville de 120 000 habitants située à quelques encablures de la mer Adriatique, Indrit Bègue grandit dans un monde aujourd'hui disparu : celui de l'Albanie sous dictature communiste. Cependant, malgré la nationalisation des terres et des champs d'oliviers que possédaient ses grands-parents, le rationnement des denrées alimentaires, l'omniprésence de la propagande d'État et de la censure, elle est loin de sentir la chape de plomb qui recouvre son pays. Sa jeunesse a le parfum des arbres sur lesquels elle se plaît à grimper et des parties de jeux avec les copains du quartier. Le tout sous le regard bienveillant d'un frère de douze ans son aîné, d'une mère institutrice et d'un père qui partage son temps entre l'enseignement de la langue albanaise et la rédaction d'articles journalistiques. Une existence paisible et bien réglée aux yeux de la petite fille qu'elle est alors – à condition de savoir tenir sa langue en public – qui

va soudainement basculer dans l'insécurité avec l'effondrement du régime en 1990. *«Tout à coup, plus rien ne fonctionnait, témoigne la chercheuse. Toutes les institutions se sont écroulées comme un château de cartes. Beaucoup de gens ont quitté le pays, tandis que mes parents, qui ont choisi de rester, ont dû reconstruire leur vie du tout au tout.»*

«IL EST COOL, CE FREUD, JE VEUX ÉTUDIER LA MÉDECINE POUR POUVOIR EXERCER LE MÊME MÉTIER QUE LUI.»

Malgré l'incertitude ambiante, Indrit Bègue sait pourtant déjà ce qu'elle souhaite faire de son existence. En fouinant dans la vaste bibliothèque familiale, elle avait en effet déniché, alors qu'elle n'avait pas encore dix ans, les œuvres d'un certain Sigmund Freud. Le dé clic fut immédiat. Elle serait psychiatre.

«Freud figurait parmi les auteurs interdits par le régime parce qu'il était perçu comme un auteur bourgeois dont les théories allaient à l'encontre du modèle de l'homme nouveau communiste, qui est dénué de pulsions ou de désirs, qui ne doute pas et dont le comportement est dicté par une série de principes et de valeurs intangibles, commente l'intéressée. C'est sans doute en partie ce qui m'a

fascinée dans sa pensée. Même si je ne comprenais pas la moitié de ce que je lisais. J'étais complètement médusée par le monde qu'il dépeignait, dans lequel évoluaient des gens dont les motivations étaient en partie inconscientes. Dans ma tête d'enfant, je me suis dit : il est cool, ce Freud. Je veux étudier la médecine pour pouvoir exercer le même métier que lui. Et aujourd'hui encore,

je suis convaincue que si on aime dialoguer avec les gens, écouter des histoires de vie, éprouver ce qui fait de nous des êtres humains, la psychiatrie reste la meilleure façon de pratiquer la médecine.»

Excellente élève, Indrit Bègue figure sur le podium national dans plusieurs disciplines à l'issue du collège, ce qui lui ouvre en grand les portes de l'Université de Tirana, au moment même où le pays bascule dans la guerre

civile à la suite d'une crise spéculative qui voit le PIB national s'effondrer de moitié.

Qu'à cela ne tienne, elle quitte les bancs de l'Académie six ans plus tard avec des résultats qui la placent dans les dix meilleures de sa volée et la conviction qu'elle a visé juste. *«L'intérêt d'étudier la médecine dans un pays comme l'Albanie, c'est que pour une multitude de raisons liées à la qualité du système de soins, on dispose d'une très bonne formation clinique, complète la chercheuse. C'est très exigeant mais en même temps, cela permet de se confronter avec des personnes qui se trouvent dans une très grande vulnérabilité et de leur être utile, ce qui est très valorisant.»*

Bio express

1980: Naissance à Fier (Albanie).

1991: Chute du régime communiste albanais.

1997: Guerre civile en Albanie.

2004: Diplôme de médecine à l'Université de Tirana.

2008: Spécialisation en psychiatrie.

2012: Master en neurosciences au Centre interfacultaire des neurosciences de l'UNIGE.

2016: Doctorat à l'École lémanique des neurosciences des universités de Genève et Lausanne.

2019: Diplôme fédéral de médecine.

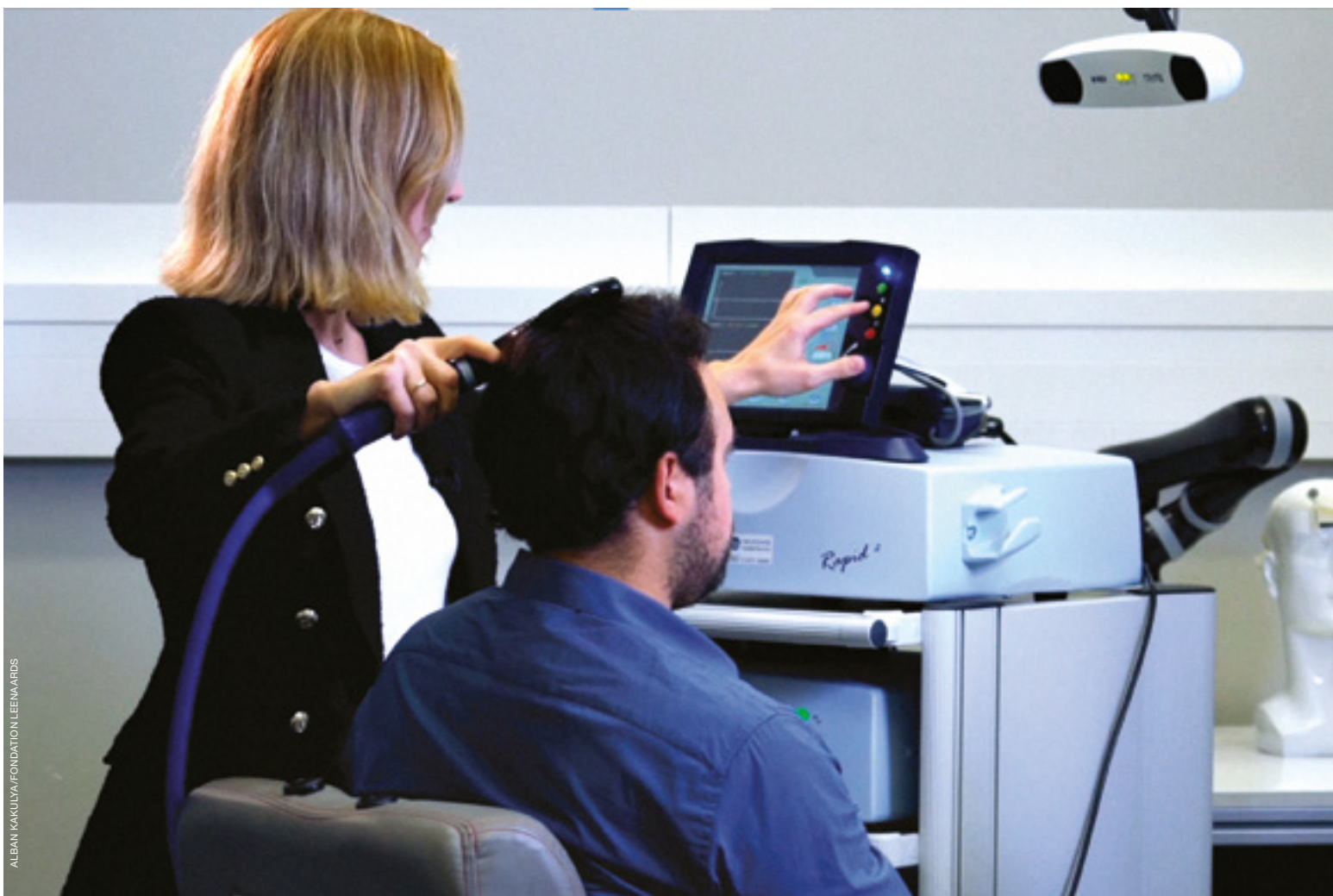
2020: Cheffe de clinique scientifique, HUG et UNIGE.

2022: Spécialisation FMH en psychiatrie et psychothérapie.

2022: Séjour de perfectionnement à la Harvard Medical School (Boston) en stimulation cérébrale non invasive.

2023: Prix pour la recherche biomédicale translationnelle (Fondation Leenaards) et nomination en tant que professeure assistante au Département de psychiatrie de la Faculté de médecine.





Malgré un parcours sans faute, la jeune diplômée doit dès lors s'armer de patience. Dans le système de soins albanais, comme en France d'ailleurs, l'entrée dans une spécialité se fait par le truchement d'un concours. Or, les places sont rares. Indrit Bègue attendra la sienne quatre ans durant.

Un long délai qu'elle met à profit pour nouer ses premiers contacts avec la Suisse puisque, dans l'intervalle, elle travaille pour le compte de la compagnie pharmaceutique Roche, en tant que responsable des essais cliniques. Une expérience qui, outre un revenu, lui fournit l'occasion de maîtriser la procédure complexe des essais en double aveugle randomisés.

À 28 ans, elle peut enfin pousser les portes de l'hôpital psychiatrique au sein duquel elle effectuera sa spécialisation. Le travail est ardu dans la mesure où l'institution accueille beaucoup de cas très sévères. Et les conditions sont loin d'être idéales, comme lorsqu'il faut assurer des gardes de nuit en étant seule dans l'établissement. Mais l'expérience permet à Indrit Bègue d'affiner ses attentes tout en la confortant dans sa volonté de concilier recherche et activité clinique.

«Je suis sortie de ces deux ans de formation avec une double interrogation, précise la chercheuse.

Que peut-on faire pour aider les quelque 30% de patients atteints de dépression, de troubles psychotiques ou de schizophrénie qui deviennent résistants aux traitements et comment les sortir de l'enfermement pour leur permettre de renouer des contacts sociaux et briser leur isolement?»

Pour se donner les moyens de répondre à ces questions, Indrit Bègue décide de quitter son pays afin de découvrir d'autres façons de faire, avec l'idée de revenir ensuite en Albanie. La suite en décidera autrement.

Grâce à l'obtention d'une bourse de la Confédération qui finance ses études pendant un an et demi, elle pose ses valises à Fribourg en juillet 2010. Elle qui parle albanais, anglais et italien, mais pas un mot de français, dispose de trois mois pour se familiariser avec la langue de Molière avant d'intégrer l'équipe du professeur Patrik Vuilleumier à l'UNIGE pour y effectuer un master en neurosciences.

«Pour moi, c'était le grand saut dans l'inconnu, confie-t-elle aujourd'hui dans un français tout juste mâtiné d'une pointe d'accent. Mais ça l'était aussi pour les gens qui ont accepté de me faire confiance. Soutenir une femme d'origine albanaise devenue psychiatre à 30 ans ne va pas forcément de soi. Selon la plupart des critères qui font foi dans un monde très linéaire où tout doit

être fait très vite, j'étais un peu hors des clous. Je suis donc très reconnaissante que l'on m'ait donné une chance de faire mes preuves malgré mon profil atypique.»

Chance que la nouvelle recrue ne manque pas de saisir à bras ouverts. Travaillant sans relâche – «je passais mes jours à et mes nuits à travailler dans le labo» –, elle découvre avec passion les possibilités offertes par l'IRM fonctionnelle et décide d'enchaîner avec un doctorat visant à étudier les liens entre confiance et processus de décision au moyen de la neuro-imagerie.

Le défi est certes passionnant, mais il ne suffit pas à combler son appétit pour la médecine clinique. En 2014, Indrit Bègue s'engage donc en tant que médecin interne au sein du service de psychiatrie des Hôpitaux universitaires de Genève (HUG). Quatre ans plus tard, elle intègre le laboratoire de Stefan Kaiser, chef du service de psychiatrie adulte, en tant que chercheuse postdoctorante tout en gardant une activité clinique, avant de passer les examens nécessaires à la validation de son cursus albanais en Suisse, puis de terminer la formation FMH en psychiatrie et psychothérapie en 2022. Soutenue par une bourse de la fondation Cloëtta et des HUG, elle effectue la même année un stage de perfectionnement d'un an

Séance de stimulation transcrânienne non invasive. La bobine TMS, dans la main droite de la chercheuse, sert à identifier la stimulation minimale déclenchant une réponse motrice dans un muscle de la main du patient, permettant ainsi un ajustement personnalisé et sécurisé de la stimulation cérébrale.

à la Harvard Medical School de Boston, au sein d'un laboratoire pionnier dans le domaine de la neuromodulation non invasive par stimulation magnétique (TMS). Une procédure développée par le neuroscientifique Mark Halko et le psychiatre Roscoe Brady afin de traiter la schizophrénie.

La jeune chercheuse fonde beaucoup d'espoir dans cette technique qui utilise le champ magnétique pour engendrer une stimulation électrique permettant d'inhiber ou d'activer certaines zones du cortex cérébral en fonction du protocole choisi.

«Les patientes et patients atteints de schizophrénie sont surtout connus pour les symptômes «positifs» dont ils souffrent comme la paranoïa, le délire ou les hallucinations, qui répondent relativement bien aux traitements, replace Indrit Bègue. Par contre, il n'y a pas vraiment de thérapie efficace pour lutter contre les symptômes «négatifs» de cette maladie qui se traduisent par le retrait social, l'absence de motivation ou la perte de plaisir. Or, cette forme d'apathie est très handicapante pour eux dans la mesure où elle impacte directement leur relation aux autres, leur capacité à trouver un emploi ou un appartement ainsi qu'à prendre soin de leur personne. Au cours de mes travaux de recherche, j'avais récolté de nombreux indices laissant penser que le cervelet jouait un rôle important dans les phases précoces de la psychose et que l'on pourrait apporter d'importants bénéfices en trouvant la méthode adéquate pour le stimuler. C'est le bien-fondé de cette intuition que je souhaitais vérifier en me rendant à Boston.»

Les expériences cliniques conduites dans le laboratoire de Mark Halko et Roscoe Brady apportent effectivement de l'eau à son moulin. Les divers protocoles mis en place par les deux chercheurs américains fournissent à Indrit Bègue la preuve que la méthode fonctionne et apporte des bénéfices quasiment immédiats. La plupart des patient-es témoignent qu'ils ou elles pensent désormais plus clairement, comme si un voile s'était soudainement soulevé dans leur esprit. D'autres racontent qu'après

quelques sessions, ils ont retrouvé l'envie de faire quelque chose, qu'il s'agisse de se lever le matin, de se remettre à leurs factures ou de sortir de chez eux pour rencontrer d'autres personnes. Cerise sur le gâteau, le procédé n'a aucune influence néfaste sur les symptômes «positifs» de la maladie.

«NOTRE OBJECTIF EST DE METTRE AU POINT UNE MÉTHODE NON INVASIVE SUSCEPTIBLE DE STIMULER LE CERVELET DE FAÇON AUSSI PRÉCISE ET EFFICACE QUE POSSIBLE.»

La piste est donc bonne. Reste à la creuser. Ce à quoi s'emploie aujourd'hui Indrit Bègue, dans le cadre d'une bourse de la Fondation Leenaards finançant ses travaux pour une durée de trois ans, doublée d'un poste de professeure assistante avec prétitularisation conditionnelle au sein du centre Synapsy de la Faculté de médecine.

«Sachant que le cervelet est relié au système de récompense et que plus ce système est actif, moins le patient est apathique, notre objectif est de mettre au point une méthode non invasive susceptible de stimuler cette partie du cerveau de façon aussi précise et efficace que possible», résume la chercheuse.

Le défi est de taille. Pour en venir à bout, il s'agit tout d'abord de mieux comprendre la nature même de ces fameux symptômes

négatifs. Une tâche qui requiert le développement d'un modèle animal à laquelle s'est d'ores et déjà attelée l'équipe de Camilla Bellone, professeure associée au Département de neurosciences fondamentales. En parallèle, Indrit Bègue et Jonas Richiardi, du Laboratoire d'apprentissage automatique translationnel

de l'Université de Lausanne et du CHUV, sont en train de lister un certain nombre de paramètres permettant d'aller au-delà d'une évaluation subjective ou clinique de ces mêmes symptômes, tels que l'expression faciale, la fréquence de clignements des yeux ou la vitesse articulaire. Autant d'éléments qui ont des liens avec le système impliqué dans les symptômes négatifs et qui aideront les chercheurs à établir un phénotype approfondi de l'apathie.

La réelle nouveauté du projet est cependant ailleurs. Elle réside dans le fait que les travaux d'Indrit Bègue visent à identifier, pour chaque individu traité, la cible optimale sur laquelle inter-

venir en s'appuyant sur des techniques de neuro-navigation.

«Comme le cerveau de chaque personne est différent, précise la psychiatre, nous pensons que cette variabilité anatomique est peut-être à l'origine du fait que les résultats obtenus jusqu'ici avec des techniques de stimulation ne soient pas toujours aussi positifs qu'espéré pour tout le monde.»

Tout cela prendra sans doute du temps, mais Indrit Bègue n'est pas pressée, puisque pour elle, «ce qui compte, ce n'est pas tant la destination que le chemin».

Vincent Monnet

À LIRE

LES FEMMES ARAIGNÉES

«Elles cousent, elles brodent. Elles racontent des histoires, elles inventent des personnages. Elles se cachent, elles s'exposent, elles fuient. Elles jouent à la poupée, elles font des grimaces, elles font des farces. Elles sont peintres, sculptrices, plasticiennes...» Ouvert par un très bel inventaire à la Prévert, le dernier ouvrage de Nathalie Piégay, professeure de littérature à la Faculté des lettres, esquisse d'une plume experte les portraits croisés de trois artistes – Niki de Saint Phalle, Louise Bourgeois, Annette Messenger – que tout semble opposer et qui ont pourtant beaucoup en commun: ce

même mélange de folie, de violence et de révolte qui habite leurs œuvres, mais aussi cette nuée d'araignées, colorées, gigantesques ou espiègles, qui parsèment leurs créations. Le premier personnage à apparaître au générique de ces *3 Nanans* est celui de Niki de Saint Phalle. Celle qui fut longtemps la compagne du sculpteur Jean Tinguely – «c'est mon copain, mon ami, mon rival», disait-elle de lui – est l'aristocrate du trio. Née dans les beaux quartiers de Paris et élevée à New York par des parents banquiers, elle ne va cesser de jouer à saute-mouton avec les conventions artistiques en peignant à coups de carabine ou en choisissant de donner à voir ces immenses *Mariées de chiffon*, ces Nanans bigarrées et ses fontaines improbables sur des places publiques plutôt que dans les galeries et les musées.

Qu'on ne s'y trompe pas cependant: sous l'exubérance multicolore de ses productions se cachent non seulement

la douleur des poumons rongés par la colle et le polystyrène, mais aussi l'héritage d'une enfance abusée. L'œuvre de Louise Bourgeois, première artiste femme à avoir été exposée au Museum of Modern Art de New York (MoMA), porte, elle aussi, les stigmates d'une jeunesse sabotée. Elle grandit en effet partagée entre une mère complaisante à la santé fragile et un père volage, cabotin et tout-puissant qui, pour divertir les invités de la maisonnée, n'hésite pas à humilier la fille qu'il a eue mais qu'il aurait voulue garçon. Célébrée sur le tard, après avoir longtemps créé dans la solitude et l'isolement, Louise Bourgeois a réglé ses comptes au travers d'une œuvre hors norme dans laquelle se mêlent installations cannibales, sculptures autobiographiques et formes organiques. Annette Messenger n'est plus sage qu'en apparence. Fille d'architecte, la native de Berck-sur-Mer aligne ainsi peluches démembrées, têtes de morts hallucinées, pantins malmenés, installations photographiques encagées derrière des filets ou utérus grimaçants, pour dire la tragédie de la migration, les forêts dévastées par le feu, les villes bombardées ou la longue lutte que fut le droit à l'avortement. VM

«3 Nanans. Saint Phalle, Bourgeois, Messenger», par Nathalie Piégay, Éd. Seuil, 304 p.



LA LOI DU COLON

Du Canada à la Louisiane, de la Guadeloupe aux îles Maurice, en passant par les comptoirs indiens de Pondichéry ou de Chandernagor, le premier empire colonial français administre plusieurs centaines de milliers d'âmes. Dès le milieu du XVII^e siècle, se met en place dans ces territoires un système judiciaire dont, malgré l'extrême diversité des pratiques locales, se dégagent des dynamiques communes. Ces différentes institutions font ainsi preuve d'un même zèle quand il s'agit de réprimer les individus «dépendants» dont la mobilité n'est pas souhaitée, au premier rang desquels figurent les esclaves fugitifs. Elles s'efforcent également de tenir à l'œil les personnages «à risque», éloignant de manière tant préventive que punitive ceux qui sont susceptibles de fragiliser l'ordre social. À l'inverse, les «bons sujets» jouissent d'une forte tolérance, bénéficiant notamment, en cas d'homicide entre individus libres, d'une politique de grâce largement répandue. Les magistrats des juridictions ultramarines appartenant par ailleurs à l'élite sociale des colonies, il serait malvenu qu'ils versent dans l'opposition au pouvoir central, lequel s'efforce donc de limiter la politisation locale au travers de dispositifs limitant l'autonomie des magistrats (dépendance envers le secrétaire d'État à la Marine pour leurs gages et leur nomination, surveillance par le gouverneur, droit de recours des particuliers). Des garde-fous qui ne suffiront pas à éviter qu'à Saint-Domingue, la force des contestations sociales balaie l'intégration impériale lorsque éclate la révolution haïtienne. VM

«Justices d'empire, la répression dans les colonies françaises au XVIII^e siècle», par Marie Houlemare, Éd. PUF 441 p.



LES LEÇONS DU «KULTURKAMPF»



«Choc des civilisations», «grand remplacement», «guerre culturelle»: que ce soit en Europe, à propos de la place de l'islam dans la société, ou aux États-Unis, en référence à la montée en puissance du fondamentalisme évangélique et de l'intégrisme catholique, on assiste depuis le début des années 2000 à la résurgence d'un champ lexical apparu dans la seconde moitié du XIX^e siècle, dans le cadre du «Kulturkampf». Un épisode historique qui s'est traduit par la mise en place d'un mode de cohabitation entre l'Église et l'État propre au continent européen et affirmant simultanément la prédominance absolue de l'État souverain et la garantie des libertés publiques, dont la liberté religieuse. En prenant en compte quatre pays (France, Allemagne, Suisse, Italie), Sarah Scholl, professeure associée en histoire du christianisme (Faculté de théologie), s'efforce ici de mettre en évidence les convergences propres à cette période plutôt que les spécificités nationales. Elle en tire cinq enseignements majeurs qui constituent autant de pistes pour appréhender l'actualité récente. Premièrement, pour gérer la diversité religieuse et irrégulière, les États ont dû organiser des espaces publics neutres confessionnellement. Deuxièmement, le religieux a résisté en grande partie aux transformations voulues par le politique, sans pour autant rester figé et inchangé. Troisièmement, les contraintes et les persécutions étatiques ont eu tendance à revitaliser les appartenances confessionnelles.

Quatrièmement, en régime de liberté, la participation politique des croyants a fait partie très rapidement du jeu démocratique. Cinquièmement, la neutralité religieuse de l'État est apparue comme le meilleur modèle pour concilier la démocratie avec la liberté des cultes. Le tout, avertit cependant l'auteure, a débouché sur un équilibre fragile auquel a succédé avec une rapidité effrayante l'ère des nationalismes meurtriers et la gigantesque boucherie qui s'est ouverte à l'été 1914. **VM**

«Les Guerres culturelles du XIX^e siècle, religion et sécularisation en Europe», par Sarah Scholl, Éd. PSL, 148 p. Disponible en version électronique à l'adresse: <https://books.openedition.org/ephe/2383>



DE RÉGULARISATION À NORMALISATION

Cet ouvrage présente les résultats de la vaste enquête «Parchemins» conduite auprès de migrants à la suite de l'opération «Papyrus» mise en place par le Canton de Genève entre 2017 et 2018, qui visait à régulariser sa population de travailleurs sans papiers.

«Sortir de la clandestinité», par Jan-Erik Refle, Claudine Burton-Jeangros et Yves Jackson, Éd.Épistémé 104 p.



LA CRÉATIVITÉ AU SERVICE DE LA VILLE

La ville n'est pas l'apanage des politiques publiques. Dans cet ouvrage, préfacé par le conseiller administratif genevois Sami Kanaan, Sandro Cattacin, professeur à la Faculté des sciences de la société, et ses collègues démontrent que la créativité d'«en bas» peut devenir un «irremplaçable hub d'innovation pour les villes».

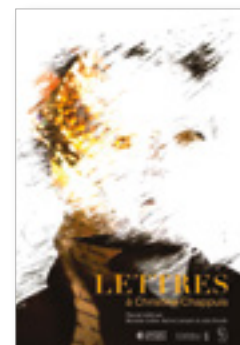
«Ville et créativité», par Fiorenza Gamba, Sandro Cattacin et Nerea Viana Alzola, Éd. Seismo, 270 p.



L'ORIGINE, CE N'EST PAS TOUT

Si on ne peut pas être à l'origine de son origine, ce que l'on devient nous entraînera toujours plus loin que d'où l'on vient, au-delà de toute prédiction. Dans ce petit opuscule, François Ansermet, professeur honoraire à la Faculté de médecine, se demande, l'origine, qu'est-ce que ça change.

«L'Origine, qu'est-ce que ça change?», par François Ansermet, Éd. Labor et Fides, 87 p.



LETTRES À UNE PIONNIÈRE

Rompant avec la forme classique des «Mélanges», cet ouvrage retrace le parcours de Christine Chappuis, professeure à la Faculté de droit, au travers de 55 lettres où se mêlent thématiques juridiques, anecdotes personnelles, traits d'humour et considérations philosophiques.

«Lettres à Christine Chappuis», par Michelle Cottier, Karine Lempen, Julia Xoudis (eds), Éd. Schulthess, 222 p.

PERSPECTIVES

L'univers mathématique de M.C. Escher



EXPOSITION

19 février – 26 avril 2024

Salle d'exposition de l'UNIGE

66 bd Carl-Vogt

HORAIRES

Lundi–vendredi: 7h30 à 19h

Dimanche: 14h-17h

#unigexpo

unige.ch/-/perspectives