

# LE RÈGNE DE L'IA

**P. 16** APTES À DIALOGUER AVEC UN ÊTRE HUMAIN, À POSER UN DIAGNOSTIC MÉDICAL OU À RÉDIGER UN ARTICLE SCIENTIFIQUE, **LES OUTILS ISSUS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ONT ENVAHI NOTRE QUOTIDIEN.** MAIS COMMENT FONCTIONNENT-ILS ET DE QUOI SERONT-ILS CAPABLES DEMAIN?

**HISTOIRE**  
GRANDEUR  
ET DÉCADENCE  
DE LA «FÉE VERTE»  
**PAGE 10**

**MÉDECINE**  
ROMUALD,  
«LE PATIENT  
DE GENÈVE»  
**PAGE 14**

**SOCIÉTÉ**  
LE CANNABIS  
LÉGAL SOUFFLE  
SA PREMIÈRE BOUGIE  
**PAGE 42**

LE MAGAZINE  
SCIENTIFIQUE  
DE L'UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

N° 159  
DÉCEMBRE 2024

# CAMPUS



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

# Le sexisme? C'est pas notre genre.

Cible ou témoin de **sexisme ou harcèlement** à l'université?  
Trouvez le bon relais sur : [www.unige.ch/help](http://www.unige.ch/help)



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE



04 ACTUS  
09 THÈSES

**RECHERCHE**  
**10 HISTOIRE**  
**GRANDEUR**  
**ET DÉCADENCE**  
**DE LA «FÉE VERTE»**



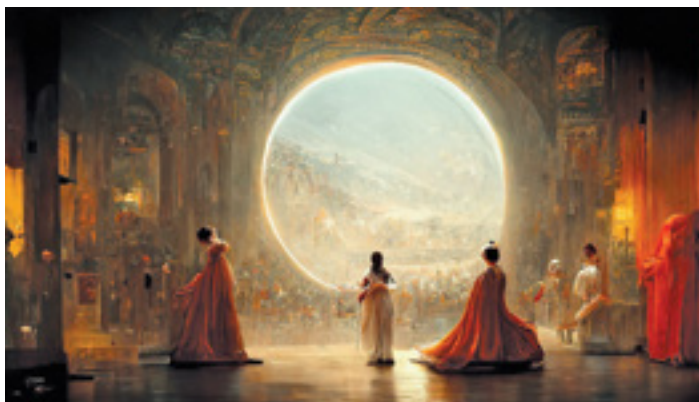
Inventée dans le Val-de-Travers, l'absinthe a connu un succès spectaculaire en France et dans l'empire colonial avant d'être durablement bannie en raison des risques qu'elle faisait encourir à la société aux yeux de ses détracteurs.

**14 MÉDECINE**  
**ROMUALD,**  
**UNE VIE SANS VIH**



«Le patient de Genève» est considéré comme probablement guéri du sida à la suite d'une greffe de moelle osseuse. Cela fait trois ans qu'il a stoppé son traitement anti-VIH et que le virus demeure indétectable. Les scientifiques s'interrogent.

## DOSSIER: LE RÈGNE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



**16 CE QUE CHATGPT DOIT AUX JEUX VIDÉO**

Le «deep learning» et les grands modèles de langage comme ChatGPT doivent leur existence à la puissance des GPU, des processeurs graphiques développés pour les jeux vidéo 3D.

**24 L'IA DE DEMAIN FERA-T-ELLE LA VAISSELLE?**

Pionnier de l'intelligence artificielle et responsable du laboratoire consacré à ce domaine chez Meta, Yann LeCun a reçu un doctorat honoris causa de l'UNIGE le 11 octobre dernier. Il en a profité pour livrer sa vision de l'avenir de cette technologie.

**25 UNE RÉVOLUTION DU MÊME ORDRE QUE L'APPARITION D'«HOMO SAPIENS»**

Alexandre Pouget, professeur au Département des neurosciences fondamentales, étudie les réseaux de neurones humains en s'aidant des réseaux de neurones artificiels. Et inversement. Mais qui, des deux, est le plus intelligent?

**29 LE RECTORAT VOIT L'IA COMME UNE OPPORTUNITÉ**

L'UNIGE a publié une prise de position sur le recours à l'intelligence artificielle par la communauté universitaire. Explications avec la vice-rectrice Juliane Schröter.



**32 QUAND LA LITTÉRATURE FLIRTE AVEC L'IA**

Un séminaire organisé par le Département de langue et de littérature allemandes analyse l'intelligence artificielle en tant qu'outil au service de l'écriture et les effets de cette évolution sur la créativité.

**34 IA ET PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE: LE GRAND BOULEVERSEMENT**

Entre une Europe qui penche vers toujours plus de régulation et des États-Unis qui défendent le droit à l'innovation, la législation autour de l'intelligence artificielle se trouve à un tournant décisif.

Photo de couverture: «Jeune Fille à la perle», vue par MidJourney / JM

### RENDEZ-VOUS



**38 L'INVITÉE QUAND L'HÔPITAL SE RÉINVENTE**

Directrice du Centre sur le vécu des patient-es, des proches et des professionnel-les créé par le CHUV, Béatrice Schaad était de passage à Genève à l'invitation de la Fondation Louis-Jeantet. Entretien.



**42 EXTRA-MUROS LE CANNABIS LÉGAL A PIGNON SUR RUE**

La Cannabinothèque de Vernier compte presque un millier de clients réguliers. Cette expérience pilote s'inscrit dans un projet de refonte de la loi sur les stupéfiants et est suivie par des scientifiques de l'UNIGE.



**46 TÊTE CHERCHEUSE L'ORACLE ÉNERGÉTIQUE**

La Suisse ambitionne de disposer d'un approvisionnement en énergie à «zéro émission nette» d'ici à 2050. Un objectif atteignable, selon Evelina Trutnevsky, spécialiste des modélisations énergétiques.

**50 À LIRE**

## NEUROSCIENCES

**ROBERTA PADLINA**  
**DÉCROCHE UN ERC**  
**SYNERGY GRANT**



Le Département de philosophie et la chaire des humanités numériques (Faculté des lettres) obtiennent un ERC Synergy Grant doté de 9972 793 euros pour un projet qui portera sur les théories de l'argumentation au Moyen Âge pour en dégager une méthode de classement et d'évaluation de l'argumentation erronée. À cheval entre la philosophie médiévale et les humanités numériques, cette recherche, prévue pour une durée de six ans, réunira une équipe internationale sous la direction de Roberta Padlina, qui sera nommée au printemps prochain professeure assistante au Département de philosophie.

**KLARA PÓSFAY-BARBE**  
**NOMMÉE DIRECTRICE**  
**MÉDICALE DES HUG**



Professeure ordinaire au Département de pédiatrie, gynécologie et obstétrique (Faculté de médecine) et médecin-chef du Service de pédiatrie générale des Hôpitaux universitaires de Genève (HUG), Klara Pósfay-Barbe a été nommée directrice médicale des HUG. Première femme médecin à être promue à la tête de la Direction médicale d'un hôpital universitaire en Suisse, elle prendra ses fonctions le 1<sup>er</sup> janvier 2025.

## Votre attention, s'il vous plaît!

La remarquable capacité du cerveau à se focaliser sur une seule tâche en éliminant les distractions est une compétence essentielle pour toute personne confrontée à une tâche difficile comme l'athlète qui performe dans sa discipline, l'étudiant qui passe un examen ou encore le musicien qui joue de son instrument. Valerio Zerbi, professeur assistant au Département de psychiatrie et au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), et ses collègues montrent, dans une étude menée sur des souris et parue le 16 septembre dans *Nature Neuroscience*, que ce phénomène est orchestré par une petite région cérébrale, le *locus coeruleus* (LC), ainsi que par la noradrénaline. Leur action permet la réorganisation des fonctions cérébrales et le passage d'un état de concentration intense à celui d'une conscience accrue de l'environnement.

La noradrénaline est connue pour être impliquée dans la régulation de l'attention. Ce neurotransmetteur est libéré par le LC, une minuscule région située au cœur du cerveau et impliquée dans la perception de l'environnement. Les neuroscientifiques ont découvert que lorsque le LC se déclenche «en rafales» (durant une courte période), il relâche plus de noradrénaline. Les fonctions sensorielles du cerveau sont alors prioritaires, ce qui permet aux souris d'être plus réceptives à leur

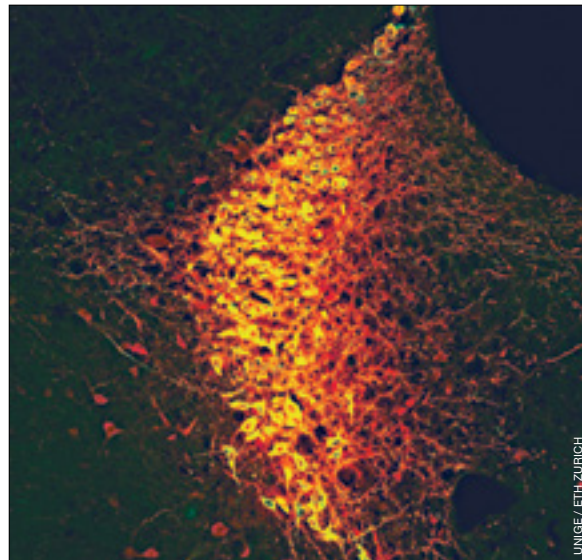


Image au microscope de neurones noradrénergiques du «locus coeruleus» dans un cerveau de souris.

environnement. À l'inverse, lorsque le LC se déclenche de manière «tonique» (c'est-à-dire 3 fois par seconde et à un rythme continu), moins de noradrénaline est libérée par le LC et des régions cérébrales telles que le cortex préfrontal et l'hippocampe s'activent. Ces deux structures sont connues pour le traitement des informations et les processus de réflexion, donc la concentration intense.

## MÉDECINE

## Un enfant atteint d'une maladie génétique rare est traité avec du zinc

Un enfant de 3 ans atteint d'une encéphalopathie pédiatrique rare de cause génétique a été traité grâce à l'administration orale d'une simple molécule de zinc, couramment utilisée dans d'autres contextes. Cette première médicale, rapportée le 16 août dans un article de la revue *Med*, est le fait d'une équipe de scientifiques dirigée par Vladimir Katanaev, professeur au Département de physiologie cellulaire et métabolisme (Faculté de médecine), dont les travaux portent précisément sur cette thérapie encore expérimentale. Au bout de onze mois de traitement, le jeune patient, souffrant d'une forme particulièrement grave de la maladie caractérisée par un retard du

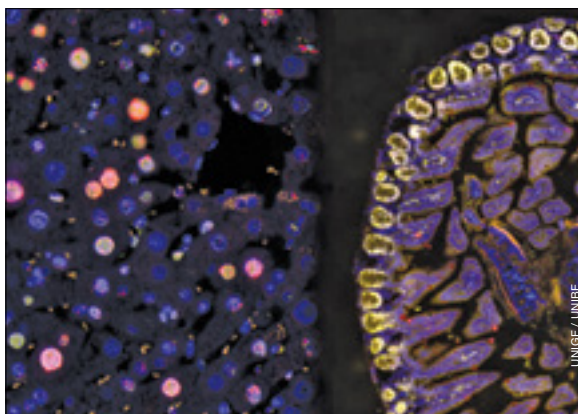
développement intellectuel et moteur, des mouvements incontrôlables et une épilepsie parfois accompagnée de lésions et d'atrophies cérébrales, a vu sa condition s'améliorer significativement. Le tout, sans effet secondaire. En moins d'une année, l'enfant a vu la fréquence de ses crises hyperkinétiques – qui le menaient aux urgences médicales 1 fois par semaine – être divisée par 15 et de celles d'épilepsie par 2,5. En même temps, ses capacités motrices générales se sont fortement améliorées. Le résultat le plus poignant – et subjectif – est peut-être le fait que ses parents ont pu renouer le contact émotionnel avec leur enfant, qui leur a enfin souri et passe de meilleures nuits.



## BIOLOGIE

## Certains organes vieillissent plus vite. La faute aux lésions cachées de l'ADN

Le vieillissement des tissus est, en général, expliqué par l'accumulation de mutations génétiques dans les cellules. Cependant, certains organes, comme le foie et les reins, vieillissent plus rapidement que la peau ou les intestins. Dans un article paru le 17 septembre dans la revue *Cell*, Thanos Halazonetis, professeur au Département de biologie moléculaire et cellulaire (Faculté des sciences), et ses collègues révèlent un mécanisme à même d'expliquer cette différence. Un mécanisme qui se cache dans la partie non codante du génome, c'est-à-dire les régions de l'ADN impliquées dans des processus de régulation ou d'organisation du génome mais qui ne contiennent pas de gène codant pour des protéines. Passant plus facilement inaperçues et échappant aux dispositifs de réparation de l'ADN, les dommages aléatoires qui surviennent dans ces régions «silencieuses» s'accumulent davantage que dans d'autres régions du génome. Les biologistes viennent de découvrir chez les souris que c'est également dans ces parties non codantes que sont localisés les «sites de démarrage de la réplication de l'ADN». Ceux-ci sont donc exposés à un risque accru de mutations



En rouge, les cellules hépatiques dont l'ADN est endommagé. En jaune, les cellules intestinales en prolifération, dont l'ADN n'est pas endommagé.

aléatoires, surtout dans les tissus dits «à faible prolifération cellulaire», c'est-à-dire ceux dont les cellules se divisent très peu, comme celles du foie ou des reins, précisément. Ces dommages finissent par empêcher la réplication de l'ADN et donc la division cellulaire. Ce qui a pour conséquence de permettre une accumulation supplémentaire de mutations et d'accélérer le processus de vieillissement.

## PHYSIOLOGIE

## Des mini-anticorps de lama bloquent les opioïdes

Un minuscule anticorps (un nanocorps) appartenant au lama s'est avéré capable de se lier aux récepteurs cellulaires utilisés par des opioïdes et de bloquer ainsi l'action de ces puissants médicaments. Cette découverte, réalisée par les équipes de Miriam Stoeber, professeure associée au Département de physiologie cellulaire et métabolisme (Faculté de médecine), et d'Andreas Boland, professeur assistant au Département de biologie moléculaire et cellulaire (Faculté des sciences), a été publiée le 9 octobre dans *Nature Communications*. Elle a permis de développer des molécules encore plus petites que ces nanocorps mais conservant les mêmes propriétés. Ces deux substances, naturelles et de synthèse, pourraient s'avérer beaucoup plus efficaces et plus durables que les traitements actuels, comme la

naloxone (relativement instable), pour contrer les effets néfastes des opioïdes.

Les opioïdes, dont font partie la morphine, le tramadol et le fentanyl, sont principalement utilisés en médecine comme analgésiques. Mais ils sont également connus pour produire un effet euphorisant. Le problème, c'est que les opioïdes sont très addictifs et que leur consommation s'accompagne d'effets secondaires susceptibles d'être dangereux, allant des vertiges à une dépression respiratoire potentiellement fatale. Détournés de leur usage initial, ces médicaments sont ainsi devenus les drogues à l'origine d'une crise sanitaire particulièrement meurtrière qui sévit depuis des années aux États-Unis (645 000 morts entre 1999 et 2021) et qui menace désormais l'Europe.

### DENIS DUBOULE REÇOIT LA MÉDAILLE ROSS HARRISON 2025



La Médaille Ross Harrison 2025 est attribuée à Denis Duboule, professeur honoraire de l'UNIGE et professeur titulaire de la chaire Évolution du développement et des génomes du Collège de France. Cette distinction lui est remise pour ses contributions importantes à la compréhension des mécanismes de régulation génétique du développement des vertébrés et de leur évolution, en particulier au travers de l'étude de la famille des gènes Hox.

### NICOLAS GISIN EST LAURÉAT DU MICIUS QUANTUM PRIZE



Nicolas Gisin, professeur honoraire de la Faculté des sciences, s'est vu décerner le prix Quantum 2023 de la fondation chinoise Micius pour ses travaux pionniers et mondialement reconnus sur la cryptographie quantique. Nommée d'après Micius, un philosophe chinois de l'Antiquité, la fondation éponyme a créé le prix Quantum en 2018 pour récompenser les scientifiques ayant apporté des contributions exceptionnelles dans le domaine des communications quantiques et de la simulation quantique.

## ASTRONOMIE

# Avis de coups de vent de fer sur WASP-76 b

**DENIS JABAUDON**  
EST LAURÉAT DU GILL  
INSTITUTE AWARD



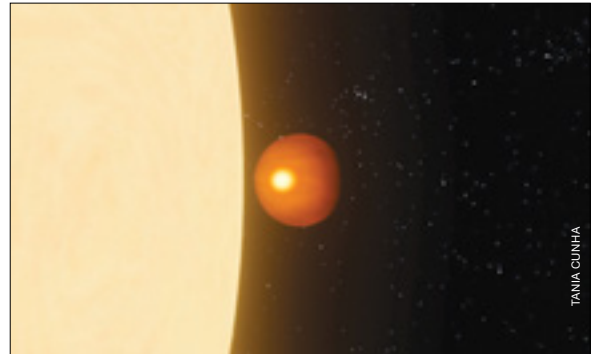
Directeur du Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine) et membre du Centre Synapsy de recherche en neurosciences pour la santé mentale, le professeur Denis Jabaudon est le lauréat 2024 du Gill Institute Award pour ses contributions pionnières dans le domaine des neurosciences. Spécialiste de la formation des réseaux corticaux, Denis Jabaudon est aussi le responsable académique de la plateforme de neurosciences cellulaires humaines NeuroNA et médecin associé au sein du Service de neurologie des HUG.

**ZOÉ MOODY ÉLUE AU  
RÉSEAU DE L'ASSOCIATION  
EUROPÉENNE DE  
RECHERCHE EN ÉDUCATION**



Chercheuse au Centre interculturel en droits de l'enfant et professeure à la HEP-VS, Zoé Moody a été élue coordinatrice responsable du réseau de l'Association européenne de recherche en éducation (EERA) consacré à la recherche sur les droits de l'enfant en contextes éducatifs. Dans ce nouveau rôle, Zoé Moody sera chargée de renforcer le développement et le rayonnement du réseau «Research on Children's Rights in Education», à l'échelle européenne et internationale.

S'il y a une exoplanète dont la météo est scrutée de près, c'est bien WASP-76 b. Cette Jupiter ultrachaud a déjà révélé qu'un brouillard de fer se forme sur la face exposée à son étoile (la température y monte à 2400 °C) et qu'il se transforme probablement en gouttes de pluie dès qu'il passe du côté obscur. Cette brume ferrugineuse provoque même l'apparition d'une gloire, c'est-à-dire une sorte d'arc-en-ciel, observée récemment dans la haute atmosphère. Une autre étude a montré que WASP-76 b, qui tourne autour de son astre en 1,8 jour, contient l'élément le plus lourd jamais détecté dans une atmosphère d'exoplanète, en l'occurrence du baryum, 2 fois plus dense que le fer. Enfin, le dernier bulletin météo en date, rapporté par l'équipe de David Ehrenreich, professeur au Département d'astronomie (Faculté des sciences), dans un article du numéro de septembre d'*Astronomy & Astrophysics*, fait état de forts vents de fer balayant le côté jour de la planète.



Vue d'artiste de la planète extrasolaire WASP-76 b.

Plus précisément, le spectrographe Espresso, installé sur le Very Large Telescope de l'ESO au Chili, a permis de détecter un flux d'atomes de fer se déplaçant des couches inférieures aux couches supérieures de l'atmosphère de la planète. Ces observations indiquent la présence de vents de fer puissants, probablement alimentés par un point chaud dans l'atmosphère.

## ASTRONOMIE

## L'«âge sismique» du Soleil varie

La technique clé pour estimer l'âge des étoiles est l'astérosismologie, l'étude des oscillations de l'astre, qui renseigne également sur sa composition chimique et sa taille. Dans un article du numéro d'août d'*Astronomy & Astrophysics*, Jérôme Bétrisey, postdoctorant au Département d'astronomie (Faculté des sciences), montre cependant que cette méthode, appliquée au Soleil, fournit des résultats qui diffèrent de manière importante selon le moment du cycle d'activité magnétique solaire où les mesures ont été effectuées. Entre le maximum et le minimum solaire, l'âge obtenu varie ainsi de 300 millions d'années, soit 6% par rapport aux 4,6 milliards d'années du Soleil. Ce qui n'est pas négligeable au regard des exigences de précision dans l'estimation de l'âge des étoiles fixées par de futures missions spatiales telles que Plato, destinée à l'étude des systèmes planétaires extrasolaires.

L'âge du Soleil est connu grâce à la datation de météorites formées en même temps que l'astre et retrouvées sur Terre. Cette technique est inapplicable aux autres étoiles, d'où le recours à l'astérosismologie. Étant une boule de gaz, une étoile est constamment traversée par des pulsations qui la font vibrer depuis l'intérieur,

un peu comme les notes qui résonnent dans un instrument de musique. Il en résulte une oscillation à la surface qui entraîne des changements de luminosité pouvant être captés par des instruments de mesure très précis. Grâce à des modèles stellaires, l'analyse de ces fréquences permet de déterminer des caractéristiques de l'astre (sa taille, son âge, sa composition chimique, son stade dans le cycle de vie) ainsi que des planètes qui l'entourent. Malgré de grands succès obtenus ces dernières décennies, il subsiste des différences importantes entre les observations et les prédictions des modèles théoriques utilisés dans l'astérosismologie. Diverses méthodes ont été développées pour réduire ces écarts. Aucune d'elles ne prend cependant en compte l'activité magnétique des étoiles, son impact étant jusqu'ici considéré comme négligeable. Les travaux de l'équipe menée par Jérôme Bétrisey ont montré le contraire. Ils ont aussi révélé que plus l'activité magnétique de l'étoile est forte, plus son impact sur l'«âge sismique» est important. Le Soleil n'étant pas une étoile particulièrement active, ces résultats suggèrent la nécessité de développer des méthodes plus sophistiquées pour tenir compte de cet impact magnétique.



## BIOLOGIE

# La truffe du chien passée au microscope

La peau du nez de nombreux mammifères tels que le chien, le furet et la vache présente des sillons formant une multitude de polygones. Comme expliqué dans l'article paru le 22 octobre dans *Current Biology*, Michel Milinkovitch, professeur au Département de génétique et évolution (Faculté des sciences),

et son équipe ont analysé en détail la manière dont se forment ces motifs chez l'embryon en utilisant des techniques d'imagerie et de simulations informatiques. Les scientifiques ont découvert que la croissance inégale des différentes couches de tissus provoque la formation de dômes qui prennent appui sur les

vaisseaux sanguins sous-jacents. Ces travaux décrivent pour la première fois ce processus de morphogenèse qui pourrait expliquer la composition d'autres structures biologiques associées à des vaisseaux sanguins.

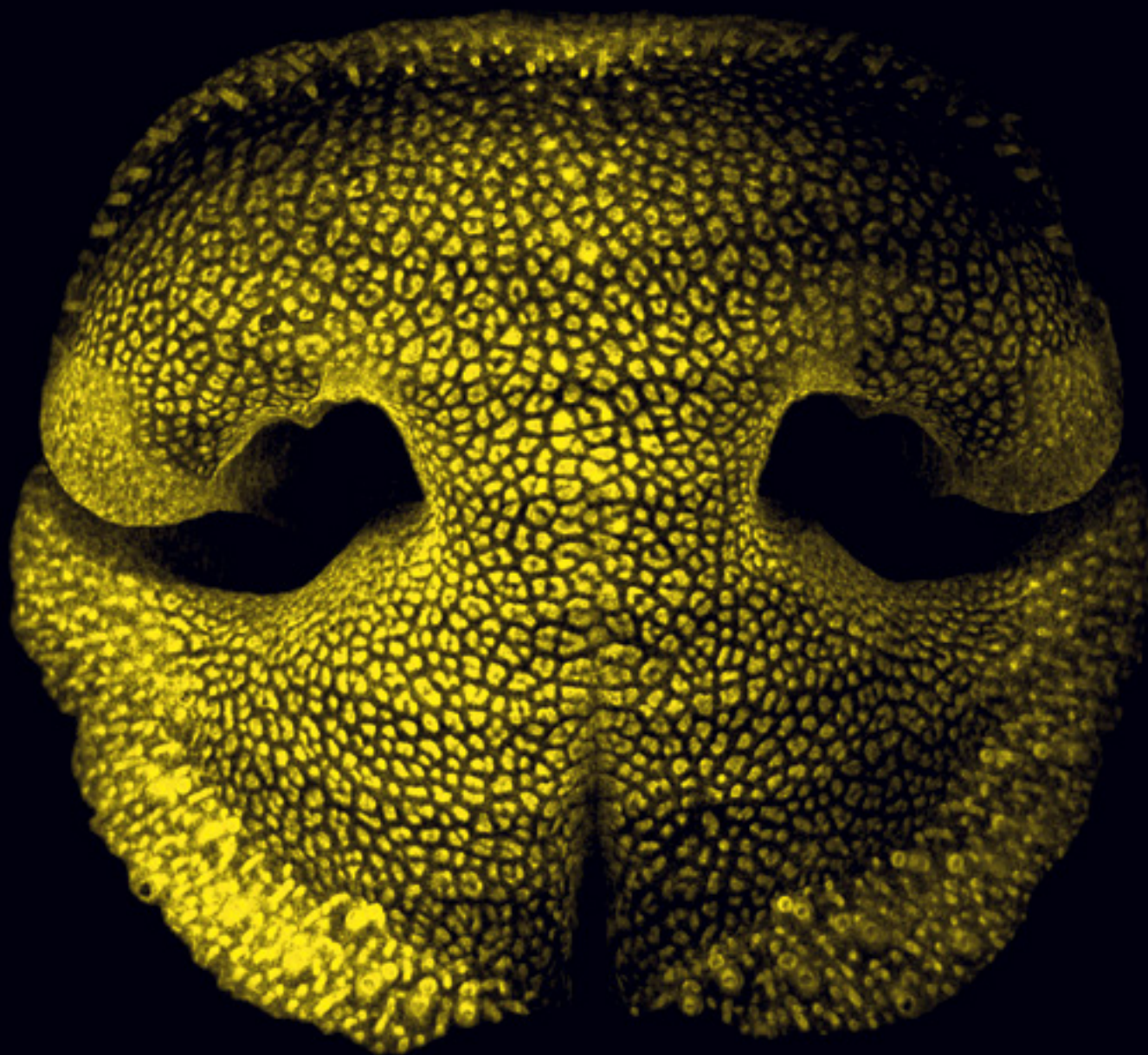
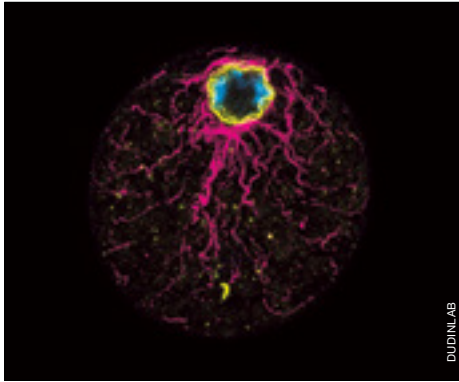


Image volumétrique de la truffe d'un embryon de chien, obtenue par microscopie à fluorescence dite «à feuille de lumière».

## BIOCHIMIE

# «C. perkinsii», un chaînon manquant entre unicellulaires et multicellulaires



Une cellule de «C. perkinsii». Les microtubules sont en magenta, l'ADN en bleu et l'enveloppe nucléaire en jaune.

Une division cellulaire semblable à celle d'un embryon animal a été observée chez un unicellulaire préhistorique, suggérant que le développement embryonnaire aurait existé avant l'évolution des animaux. C'est ce que révèle une étude, parue dans *Nature*, que l'équipe d'Omayya Dudin, professeur assistant au Département de biochimie (Faculté des sciences), a menée sur *Chromosphaera perkinsii*, un organisme unicellulaire découvert en 2017 dans des sédiments marins autour d'Hawaï. Les premiers signes de la présence sur Terre de cette espèce ancestrale de protiste ont été datés à plus d'un milliard d'années, soit bien avant l'apparition des premiers animaux.

Les cellules de *C. perkinsii* ont la particularité, une fois leur taille maximale atteinte, de se diviser sans croître davantage et de former des colonies multicellulaires. Celles-ci persistent pendant environ un tiers de leur cycle de vie et comportent au moins deux types de cellules distincts. Ce comportement montre que des processus de coordination et de différenciation multicellulaires sont déjà présents dans l'espèce. Plus étonnant encore, la façon dont ces cellules se divisent et la structure tridimensionnelle qu'elles adoptent rappellent les premiers stades du développement embryonnaire chez les animaux. L'analyse de l'activité génétique au sein de ces colonies a d'ailleurs révélé des similitudes avec celle observée dans les embryons animaux.

Ces observations suggèrent que soit les programmes génétiques responsables du développement embryonnaire étaient présents avant l'émergence de la vie animale, soit *C. perkinsii* a évolué indépendamment des animaux tout en développant des processus similaires. Le passage des espèces unicellulaires aux organismes multicellulaires dans l'histoire de la vie demeure encore très mal compris et les scientifiques déduisent de l'étude de ce protiste particulier que la nature aurait disposé des outils génétiques pour «créer des œufs» bien avant d'avoir «inventé les poules».

## VALENTINA CALZOLARI BOUVIER, LAURÉATE DE LA MÉDAILLE MOVSES KHORENATSI



Professeure d'études arméniennes à la Faculté des lettres, Valentina Calzolari Bouvier s'est vu remettre la Médaille Movses Khorenatsi par le président de la République d'Arménie, Vahagn Khatchatourian. Cette médaille récompense, par décret présidentiel, des réalisations exceptionnelles dans les domaines de la culture, de l'art, de la littérature, de l'éducation, des sciences sociales et du sport. Valentina Calzolari Bouvier est responsable du Centre de recherches arménologiques de l'Université de Genève et titulaire de la première et unique chaire d'études arméniennes de Suisse.

## PETER BILLE LARSEN NOMMÉ À LA COMMISSION SUISSE POUR L'UNESCO



Chargé de cours à la Faculté des sciences de la société, spécialiste du domaine de la durabilité et fondateur du Geneva Heritage Lab, Peter Bille Larsen a été nommé membre de la Commission suisse pour l'Unesco pour la législature 2024-2027. Il s'agit de son deuxième mandat. La CSU est une commission extraparlamentaire constituée de 15 membres nommés par le Conseil fédéral. Son rôle est de faire le lien entre l'Unesco et la Suisse.

## GÉRIATRIE

# Une étude propose de nouveaux critères pour éviter le surdiagnostic d'Alzheimer

Le diagnostic de la maladie d'Alzheimer est aujourd'hui majoritairement basé sur la présence de biomarqueurs, comme l'amyloïde bêta et la protéine tau, ce qui peut engendrer un surdiagnostic problématique si les résultats sont mal interprétés. Pour contrer ce problème, un groupe d'étude international mené par les Hôpitaux universitaires de Genève (HUG), l'Université de Genève et le groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière s'est basé sur une revue de la littérature scientifique afin d'émettre des recommandations prônant la prise en compte des signes cliniques en plus des biomarqueurs. Cette nouvelle approche, à laquelle a contribué Giovanni Frisoni,

responsable du Centre de la mémoire des HUG et professeur au Département de réadaptation et gériatrie (Faculté de médecine), permet d'éviter de poser le diagnostic de la maladie d'Alzheimer chez des personnes avec des biomarqueurs anormaux mais qui ne développeront jamais de troubles de la mémoire et de mettre en place un suivi adapté à chaque individu. Ces recommandations ont été publiées dans *JAMA Neurology*.

Selon l'Association Alzheimer Suisse, le nombre de personnes atteintes par cette pathologie et d'autres formes de démences en Suisse dépassera la barre des 300 000 en 2050, soit le double d'aujourd'hui.



# THÈSES

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

## SCIENCES DE LA SOCIÉTÉ

### Opérations Papyrus: les jours d'après

Mieux comprendre les changements survenant après la régularisation du permis de séjour dans la vie des personnes ayant longtemps vécu en situation de séjour irrégulier, c'est l'objectif de ce travail qui se concentre sur l'Opération Papyrus, un programme de régularisation mis en place à Genève entre 2017 et 2018. Les personnes concernées par cette initiative étaient principalement des femmes vivant en situation de séjour irrégulier depuis plus de dix ans en moyenne et travaillant comme femmes de ménage, aides aux personnes âgées ou baby-sitters, ainsi que des hommes employés dans la restauration, le nettoyage ou la construction. Situé à l'intersection de la sociologie des migrations, de la recherche sur les parcours de vie et la recherche sur la stratification et la mobilité sociales, cette thèse vise à documenter l'expérience subjective de cette transition et l'évolution de la situation des personnes régularisées. D'une part, l'analyse approfondit si et comment la régularisation permet aux individus d'aspirer à un avenir plus favorable et

leur donne les moyens de le concrétiser. D'autre part, elle s'intéresse à la dynamique de la vulnérabilité dans le temps, en examinant comment certains mécanismes de vulnérabilisation spécifiques à la vie sans papiers disparaissent, se transforment, se combinent avec d'autres ou persistent même après la régularisation.

«Sortir de l'incertitude de la vie sans papiers et construire son avenir: entre aspirations et contraintes», thèse en sciences de la société, par Liala Consoli, dir. Claudine Burton-Jeangros, 2024.  
[archive-ouverte.unige.ch/unige:180628](https://archive-ouverte.unige.ch/unige:180628)

## MÉDECINE

### Des fiches d'information pour optimiser la consultation médicale

La communication entre médecin et malade est un élément capital de la consultation médicale. La capacité des patients à se souvenir des informations communiquées lors d'une consultation est toutefois souvent limitée, ce qui est susceptible d'avoir un impact négatif sur leur état de santé. Pour limiter ce risque, l'utilisation de fiches d'information par les médecins a démontré un effet bénéfique. Intégrer ces fiches à la pratique

## DROIT

### Pour une meilleure régulation de la captation de l'attention

Cette thèse explore la capacité du droit suisse de la responsabilité civile extracontractuelle à répondre aux défis des technologies numériques, notamment les systèmes interactifs d'intelligence artificielle (SIA), dans le domaine de la captation de l'attention. L'auteur met en avant les risques de ces technologies, tels que les perturbations nerveuses et psychiques, la violation des données personnelles et des droits immatériels. Il souligne l'insuffisance du cadre juridique actuel, en examinant la responsabilité pour faute, les responsabilités objectives et les torts moraux. Pour y remédier, il propose une refonte du droit, intégrant le principe de précaution et la création d'une nouvelle forme

de responsabilité pour risques incertains. L'auteur suggère aussi un élargissement du concept de préjudice, notamment via la notion de «dommage à l'attention». Enfin, il aborde la question du lien de causalité en cas d'incertitude scientifique et propose des solutions innovantes, comme la «vraisemblance convaincante» et la théorie de la valeur de Shapley, qui permet une répartition équitable des dommages.

«La responsabilité civile extracontractuelle privée suisse à l'ère de l'exploitation de l'attention par des systèmes d'intelligence artificielle (SIA) interactifs. Le droit de la captation d'attention», thèse en droit, par Dino Vajzovic, dir. Christine Chappuis, 2024.  
[archive-ouverte.unige.ch/unige:180394](https://archive-ouverte.unige.ch/unige:180394)

plus enclins à distribuer une fiche d'information lorsque leur patient est confronté à une pathologie jugée complexe. Enfin, elle insiste sur l'aspect incontournable d'un support sous forme numérique.

«Implémentation de fiches d'information pour les patient-es auprès de médecins internistes généralistes: une évaluation des barrières et des facilitateurs», thèse en médecine, par Christopher Chung, dir. Dagmar M. Haller, 2024.  
[archive-ouverte.unige.ch/unige:181005](https://archive-ouverte.unige.ch/unige:181005)

## Abonnez-vous à «Campus» !

par e-mail ([campus@unige.ch](mailto: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](mailto:campus@unige.ch)  
[www.unige.ch/campus](http://www.unige.ch/campus)

## APÉRITIF

GRANDEUR ET DÉCADENCE  
DE LA «FÉE VERTE»

INVENTÉE DANS LE VAL-DE-  
TRAVERS, **L'ABSINTHE**  
A CONNU UN SUCCÈS  
SPECTACULAIRE EN FRANCE  
ET DANS L'EMPIRE COLONIAL  
AVANT D'ÊTRE DURABLEMENT  
BANNIE EN RAISON DES  
RISQUES QU'ELLE FAISAIT  
ENCOURIR À LA SOCIÉTÉ AUX  
YEUX DE SES DÉTRACTEURS.

**P**lus qu'une histoire, c'est une épopée. Celle d'un apéritif anisé parti du Val-de-Travers pour conquérir la France et son empire colonial avant de se répandre comme une traînée de poudre dans les capitales du monde entier. Une boisson dont la consommation a été élevée au rang de véritable art de vivre par la bourgeoisie de la Belle Époque avant d'être vouée aux gémonies par les milieux médicaux et les ligues de tempérance qui finiront par obtenir l'interdiction de ce «poison en bouteille» pendant près d'un siècle en raison des risques que cet alcool, décidément pas comme les autres, faisait peser sur la société dans son ensemble.

Faire la part entre ce qui relève du mythe et de la réalité, rendre compte de la dimension sociale, politique et culturelle des processus qui ont présidé à cette destinée au demeurant assez unique, tel est le propos de l'ouvrage récemment publié par Nina Studer, collaboratrice scientifique pour le FNS au sein de l'Institut Éthique Histoire Humanités, sous le titre *The Hour of Absinthe*. Mise en bouche.

**Origine non contrôlée** Il ne fait guère de doute que l'histoire de l'absinthe commence dans le Val-de-Travers, quelque part entre l'invention de la distillerie, vers 1700 et le début de sa commercialisation massive en 1805 par l'entreprise Pernod, sise à Pontarlier, juste de l'autre côté du Jura. Cependant, le récit de ses origines va rapidement prendre une tournure ambivalente, une ambivalence qui va d'ailleurs accompagner l'histoire de la «fée verte» tout au long de son chemin.

Pour ses détracteurs français, l'absinthe reste un produit suisse, soit étranger, mis au point par des montagnards sans éducation, ce qui le rapproche d'un breuvage de sorcières et justifie donc d'emblée une certaine méfiance. Selon ses thuriféraires la belle «fée verte», bien qu'effectivement née dans le Val-de-Travers, répond en revanche à une recette qui aurait été mise au point par un médecin huguenot exilé de l'autre côté de la frontière. Un certain docteur Ordinaire, qui aurait ensuite cédé son secret à l'entreprise Pernod et fils, première à commercialiser l'absinthe à l'échelle industrielle depuis ses usines de Pontarlier.

*«Cette version des faits, qu'elle corresponde ou non à la réalité, a l'avantage de faire de l'absinthe un produit respectable, élaboré selon des critères scientifiques et censé être doté de vertus médicinales, explique Nina Studer. Cela en fait une boisson de prestige, au même titre que le champagne, par exemple.»*

**La fée coule à flots** Si l'efficacité de la méthode est difficile à évaluer objectivement, la production d'absinthe connaît effectivement un boom spectaculaire tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle. Sa production quadruple ainsi entre 1884 et 1904. Rien qu'à Pontarlier, les 3000 employés de Pernod délivrent alors chaque année plus de 10 millions de litres du précieux alcool.

Cet engouement sans équivalent s'explique en partie par des facteurs structurels. L'épidémie de phylloxera qui anéantit le vignoble français dès 1863 conduit non seulement à rendre le vin moins disponible, libérant des parts de



# ABSINTHE ROBETTE



des Presses  
**Goffart**  
Lithographe  
BRUXELLES

1895  
Privat-Livremont

DR





«Au Café, dit l'absinthe»,  
par Jean Béraud. Huile  
sur toile, 83,8 x 72,6 cm,  
vers 1909.

marché non négligeables pour les producteurs d'absinthe, mais aussi à modifier le mode de production de la «fée verte», désormais fabriquée non plus à base de raisin distillé, mais d'alcool industriel, ce qui fait significativement baisser son prix.

Dès le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, la France assouplit par ailleurs sa législation sur les débits de boisson dont le nombre s'accroît considérablement, notamment à Paris qui compte quelque 30 000 bars, cabarets, cafés et autres estaminets en 1869.

Mais le formidable succès de l'absinthe repose aussi sur des éléments plus subjectifs. Comme le démontre Nina Studer dans son enquête, la pénétration de l'absinthe en France se fait via un détour par les colonies et en particulier par l'Algérie. Que ce soit pour faire face aux rigueurs du climat, pour fortifier leur

constitution, pour purifier une eau dont la qualité est souvent douteuse ou tout simplement pour s'enivrer rapidement et à faible coût, l'absinthe est en effet omniprésente au sein de la soldatesque chargée de soumettre le territoire algérien.

*«Certains iront même jusqu'à prétendre qu'elle était distribuée aux soldats par le commandement, note Nina Studer. Cette allégation, qui tend à confirmer que l'absinthe était effectivement très présente dans la troupe – ce qui est attesté pour le vin –, n'est cependant confirmée par aucune source digne de ce nom.»*

Qu'à cela ne tienne, la «fée verte» coule bel et bien à flots de l'autre côté de la Méditerranée, d'autant que les colons, puis les populations locales ne tardent pas à l'adopter également. Et c'est par le biais des militaires qui retournent au pays une fois leur devoir accompli que



l'apéritif anisé acquiert une popularité grandissante sur le continent, fleurissant sur les terrasses marseillaises avant d'envahir Paris à la vitesse d'une trainée de poudre.

**«L'heure de l'absinthe»** C'est que, pour la bonne bourgeoisie de la capitale, qui dispose du temps et des moyens de s'accorder un moment de répit à la sortie du travail dans les cafés des grands boulevards, l'absinthe est alors étroitement reliée à la campagne victorieuse menée en Algérie, ce qui fait de sa consommation une sorte de geste patriotique permettant de célébrer la grandeur de la nation. Et pour ne rien gâcher, déguster un verre d'absinthe requiert un rituel assez précis et quelques accessoires – la carafe d'eau, la fontaine, la cuillère, le morceau de sucre – qui ajoutent une touche de distinction à ce moment de détente qu'est en train de devenir l'apéro.

«On parle alors de «l'heure de l'absinthe» pour décrire ce rendez-vous quasiment incontournable pour les membres de la bonne société, précise Nina Studer. Durant ce qui constitue un bref âge d'or, l'absinthe est essentiellement associée à un sentiment de joie et convivialité. Un vecteur de sociabilité que l'on se doit de consommer avec modération en allant rarement au-delà d'un verre quotidien.»

Les choses vont cependant rapidement se gâter. Les artistes du mouvement bohème, qui s'emparent du breuvage pour stimuler leur imagination – l'absinthe ayant la réputation de provoquer des hallucinations – ne font en effet pas preuve de la même retenue. Tout comme le petit peuple qui cède à son tour à cette nouvelle mode et dont on estime alors qu'il est incapable de réfréner ses penchants pour l'alcool. Et que dire des femmes qui adoptent cette pratique pour affirmer leur émancipation au même titre qu'elles l'ont fait avec la bicyclette?

Un mouvement de désapprobation se développe et gagne encore en ampleur face aux difficultés que connaît le projet colonial, notamment en Algérie. Un échec qui est largement imputé aux ravages de l'alcoolisme ou, plus précisément, de ce que les psychiatres et

les médecines de l'époque nomment «absinthisme», un nouveau fléau qui touche non seulement les colons français, mais aussi la population locale.

**Cocktail dévastateur** «Alors que le vin, le cidre ou la bière sont considérés comme des boissons hygiéniques, l'absinthe suscite d'emblée la méfiance des milieux médicaux, explique Nina Studer. Au XIX<sup>e</sup> siècle, on prête en effet aux concoctions à base de plantes toutes sortes d'effets néfastes sur le corps et l'esprit qui vont des convulsions aux crises d'épilepsie en passant par les hallucinations et les troubles psychologiques. Si vous ajoutez à cela un taux d'alcool particulièrement élevé (jusqu'à 75° dans certains cas), et les additifs douteux que contiennent les productions de moindre qualité, vous obtenez un cocktail particulièrement dévastateur.»

C'est à ce point vrai que l'absinthe va progressivement faire l'objet d'un diagnostic spécifique le distinguant de l'alcoolisme commun. Les médecins et les psychiatres de l'époque évoquent ainsi une «folie de l'absinthe» qui transformerait les consommateurs, même occasionnels, en véritables bêtes sauvages capables des pires accès de violence. Pour étayer leurs propos, ils citent à l'envi les faits divers les plus sordides qui font régulièrement la une des quotidiens de boulevard. Des agressions sauvages ou des meurtres particulièrement brutaux dont le plus célèbre reste peut-être l'assassinat, dans la commune vaudoise de Commugny, de sa femme et de ses deux filles par un vigneron notoirement porté sur la boisson.

La forme de psychose qui se saisit alors de l'opinion est encore renforcée par la comparaison qui est faite entre les consommateurs d'absinthe et les fumeurs d'opium chinois, que leur addiction a condamnés à une existence misérable.

Face à ce feu nourri, le législateur n'a pas fait dans la demi-mesure, de nombreux États optant pour une interdiction de la production, de la diffusion et de la consommation de l'absinthe – et parfois des anisés similaires.

C'est le cas au Congo dès 1898, en Belgique en 1905, en Suisse et en Côte d'Ivoire en 1908, aux Pays-Bas en 1910, aux États-Unis en 1911, en Italie en 1913 et en France en 1915.

«Dans le cas de ce dernier pays, qui est au centre de mon étude, cette décision répond également à une crainte plus profonde, complète Nina Studer. Le projet colonial, du moins en Algérie, s'est certes avéré un échec relatif. Mais les événements de la Commune de Paris, en 1870, ont aussi démontré qu'il y avait d'importantes tensions au sein de la société et, la même année, le pays a essuyé une cinglante défaite dans sa guerre contre la Prusse. Or, pour beaucoup, ces différents revers s'expliquent par une forme de dégénérescence liée au développement de l'alcoolisme – et plus particulièrement à l'«absinthisme» – qu'il s'agit d'endiguer à tout prix pour ne pas mettre en péril l'avenir de la nation.»

Condamnée au purgatoire, la «fée verte» a néanmoins continué à circuler sous le manteau pendant près d'un siècle. Elle est finalement sortie de la clandestinité en 2005 en Suisse et en 2011 en France, diverses études scientifiques ayant démontré qu'elle ne présentait pas plus de danger pour la santé, mentale ou physique, que n'importe quelle boisson alcoolisée comparable.

Vincent Monnet

«The Hour of Absinthe. A Cultural History of France's Most Notorious Drink», par Nina Studer, Mc-Gill-Queen's University Press, 264 p.

Romuald, dit «le Patient de Genève», probablement définitivement débarrassé du VIH. Un cas unique dans la médecine qui demeure inexplicable.

## GUÉRISON

# ROMUALD, UNE VIE SANS VIH

«**LE PATIENT DE GENÈVE**» EST CONSIDÉRÉ COMME PROBABLEMENT GUÉRI DU SIDA À LA SUITE D'UNE GREFFE DE MOELLE OSSEUSE. CELA FAIT TROIS ANS QU'IL A STOPPÉ SON TRAITEMENT ANTI-VIH ET QUE LE VIRUS DEMEURE INDÉTECTABLE. LES SCIENTIFIQUES S'INTERROGENT.

**R**omuald, plus connu comme «le patient de Genève», est la septième personne au monde ayant «probablement» guéri du sida à la suite d'une greffe de la moelle osseuse pour soigner un cancer du sang; et la première pour qui l'intervention de la fameuse mutation génétique CCR5-Δ32, qui offre une protection naturelle contre le VIH, n'a pas été nécessaire. Son cas, pour l'explication duquel les scientifiques n'ont encore que des hypothèses, fait enfin l'objet d'une publication prestigieuse. Il est présenté dans un article de *Nature Medicine*, paru le 2 septembre et dont l'une des principaux auteurs et autrices est Alexandra Calmy, responsable de l'unité VIH aux Hôpitaux universitaires de Genève (HUG), directrice du Centre de recherche clinique et vice-doyenne de la Faculté de médecine, qui a suivi de près la situation de Romuald depuis 2018.

Le cas du «patient de Genève» est porteur d'espoir car il n'existe toujours pas de traitement définitif du VIH, un virus qui tue encore plus de 600 000 personnes par an dans le monde. Les traitements actuels, agissant à différents stades de la réplication du virus, sont très efficaces. Au point que les patients et les patientes traitées de la sorte peuvent voir leur virémie descendre si bas qu'elle en devient indétectable. Ces individus ne sont d'ailleurs plus considérés comme contagieux. Mais ils ne sont pas guéris pour autant. En effet, les traitements ne parviennent pas à détruire les derniers retranchements du VIH, en raison d'un réservoir viral dans lequel les agents pathogènes peuvent, en cas d'arrêt des remèdes antirétroviraux, se multiplier de nouveau avant de repartir à l'assaut de l'organisme.

**Résistance naturelle** Dans les années 1990, les scientifiques rapportent les premiers rares cas de personnes naturellement résistantes à l'infection au VIH malgré des comportements à haut risque. La cause est découverte en 1996. Il s'agit d'une mutation du gène du corécepteur CCR5, une molécule présente à la surface des cellules cibles du VIH. Cette altération, appelée CCR5-Δ32, a pour résultat d'empêcher le virus d'entrer dans leurs hôtes et donc de s'y répliquer.

## DANS LES ANNÉES 1990, ON RAPPORTE LES PREMIERS CAS DE PERSONNES NATURELLEMENT RÉSISTANTES AU VIH.

Une équipe de scientifiques conçoit alors l'idée d'exploiter ce mécanisme dans une thérapie génique, en l'occurrence sur un patient à la fois séropositif et atteint d'une leucémie. Ce cas particulier leur permet de pratiquer sur le malade une greffe de moelle osseuse visant à soigner le cancer du sang tout en utilisant des cellules souches prélevées sur un donneur porteur du gène CCR5-Δ32, afin de transmettre en même temps une résistance au VIH. Rendue publique en 1998, l'expérience est un succès. «Le patient de Berlin», premier du genre, guérit de la leucémie et du sida.

La greffe de moelle osseuse est cependant une opération lourde qui comporte trop de risques pour imaginer la pratiquer sur toutes les personnes séropositives (près de 40 millions de personnes vivaient avec le VIH en 2023). En tout, seulement sept patients dans le monde (deux de Berlin, un de Londres, un de Düsseldorf, un de New York, un de City of Hope et un de Genève) sont aujourd'hui considérés comme «probablement» guéris de l'infection par le VIH à la suite d'une greffe de moelle osseuse. Le sixième de cette liste, le Genevois Romuald, est cependant le seul à ne pas avoir reçu le double gène CCR5-Δ32 lors de l'opération.

**Diminution puis rebond** En règle générale, les personnes vivant avec le VIH et subissant une greffe de moelle en raison d'un cancer du sang (mais sans la mutation protectrice), n'interrompent pas leur traitement antirétroviral. Les quelques personnes qui l'ont quand même fait

présentent certes une virémie indétectable après l'arrêt du traitement, mais cette phase est suivie par un rebond systématique dans les semaines ou mois qui suivent.

Romuald est donc le premier chez qui les choses se déroulent autrement. Raison pour laquelle il intéresse tant les scientifiques. Et les médias. Car ce Franco-Suisse, quinquagénaire haut en couleur, ancien chanteur et mannequin, toujours chaussé de lunettes de soleil (il est malvoyant à la suite d'un décollement de rétine et d'un glaucome survenu en 1993, sans aucun lien avec le VIH), a décidé en juillet





2023 de sortir de l'anonymat et de raconter son histoire au grand public pour servir la cause de la lutte contre le sida. Comme il le raconte au fil des interviews, Romuald découvre qu'il est séropositif à 18 ans, à une époque où la maladie est encore très souvent synonyme de mort. Il tient néanmoins le coup et bénéficie d'un traitement antirétroviral entièrement efficace dès 2005, ce qui lui sauve la vie. En 2018, nouveau coup du sort, on lui diagnostique une leucémie particulièrement agressive.

Il vit alors la pire période de sa vie. Comme il l'explique dans un entretien paru dans *Aides*, il subit une chimiothérapie et une radiothérapie intenses. *«J'ai passé trois mois en chambre stérile dans un endroit que je ne connaissais pas, se souvient-il. Comme je ne vois quasiment plus, je me suis retrouvé dans cette chambre, tout seul, comme dans une bulle. C'était vraiment dur et parfois je me dis que si on m'avait prévenu de la lourdeur des traitements, je ne me serais peut-être pas lancé dans la bagarre. Je suis content d'être guéri de cette leucémie, bien sûr, mais cela reste un combat de tous les jours. Je continue à prendre un traitement préventif avec des effets indésirables lourds.»*

**Grand remplacement** Pour soigner sa leucémie, on lui programme une greffe de moelle osseuse. Un mois après l'opération, des analyses montrent un remplacement complet des cellules sanguines de Romuald par celles du donneur, accompagné d'une chute drastique des cellules porteuses du VIH, bien que le donneur ne soit pas porteur de la double mutation CCR5-Δ32. Le virus devient littéralement indétectable, même avec les techniques les plus sensibles. *«Il se passe quelque chose»*, lui disent les médecins.

Le 16 novembre 2021, en accord avec le patient et ses médecins traitant-es, le traitement antirétroviral est stoppé. Et le virus ne réapparaît toujours pas. Au bout de vingt mois, «le patient de Genève» est considéré comme un cas de rémission de l'infection par le VIH, même si les preuves accumulées n'excluent pas totalement que le virus subsiste dans les derniers recoins de son organisme. Par ailleurs, des tests en laboratoire révèlent que ses cellules ne sont pas immunisées contre le VIH. En d'autres termes, Romuald pourrait théoriquement être réinfecté...

Son cas est présenté à la conférence internationale sur le sida qui se tient en juillet 2023 à Brisbane, en Australie, par Alexandra Calmy et Asier Sáez-Ciri3n, responsable de l'unité Réservoirs viraux et contrôle immunitaire à l'Institut Pasteur à Paris. Et il fait finalement l'objet d'un article dans la revue *Nature Medicine*.

Pour expliquer cette guérison pas comme les autres, les scientifiques avancent plusieurs hypothèses. Selon l'une d'elles, il est possible que le traitement immunomodulateur que reçoit le patient à la suite de sa greffe contribue à éviter la réactivation virale. Une autre (non exclusive) semble indiquer que les cellules du système immunitaire provenant du donneur ont purgé les cellules porteuses du VIH de manière plus efficace que dans les autres cas rapportés dans la littérature scientifique. Deux pistes qui ouvrent de nouvelles perspectives de recherches pour le développement d'un nouveau traitement contre le VIH.

Anton Vos



# DOSSIER LE RÉGNE DE L'IA

DÉSORMAIS APTES À DIALOGUER DE VIVE VOIX AVEC UN ÊTRE HUMAIN, À POSER UN DIAGNOSTIC MÉDICAL OU À RÉDIGER UN ARTICLE SCIENTIFIQUE, **LES OUTILS ISSUS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ONT ENVAHI LE QUOTIDIEN.** MAIS COMMENT FONCTIONNENT-ILS ET DE QUOI SERONT-ILS CAPABLES DEMAIN?

Dossier réalisé par Vincent Monnet et Anton Vos

**L**es «grands modèles de langage» comme ChatGPT (OpenAI), rendu public en novembre 2022, Copilot (Microsoft), Gemini (Google) ou encore Llama (open source) qui ont suivi de près, bouleversent le monde. François Fleuret, professeur au Département d'informatique (Faculté des sciences) et membre du Centre universitaire d'informatique, explique leur genèse.

**Campus: Qu'est-ce que c'est, ce ChatGPT? Et comment ça marche?**

**François Fleuret:** Ces agents conversationnels font partie de la vaste catégorie de l'intelligence artificielle (IA) qu'on appelle le *machine learning*, c'est-à-dire l'apprentissage automatique. Ce sont des systèmes informatiques qui se configurent eux-mêmes grâce à des données. Ils reposent sur un programme (pas très compliqué, en réalité) dont le fonctionnement est modulé par un grand nombre de paramètres dont les valeurs sont, au départ, totalement aléatoires. Une étape «d'apprentissage», durant laquelle des données d'exemples sont fournies à la machine, permet de déterminer les bonnes valeurs pour ces paramètres afin que le programme fasse ce qu'on aimerait qu'il fasse.











## François Fleuret

Professeur au  
Département  
d'informatique de la  
Faculté des sciences

**Formation:** Après un doctorat à l'Inria et à l'Université Paris VI en 2000, il effectue des séjours postdoctoraux à l'Université de Chicago et à l'EPFL. Il obtient son habilitation en mathématiques à l'Université Paris XIII en 2006.

**Parcours:** Il est engagé à l'EPFL en 2004 en tant que chercheur avant d'obtenir le titre de professeur adjoint en 2019. Il est nommé professeur à l'UNIGE en 2020. Depuis novembre 2024, tout en restant à temps partiel à l'UNIGE, il est engagé par Meta, dans l'équipe «Fundamental AI Research, Core Learning and reasoning».

### Avez-vous un exemple?

Prenons une IA capable d'analyser des radiographies des poumons afin de déterminer si le patient est atteint du covid ou pas. On commence avec le processus d'entraînement qui consiste à lui donner 10 000 images radios de patients dont on sait qu'ils ont le covid et 10 000 autres dont on sait qu'ils ne l'ont pas. Autrement dit, on lui fournit les entrées (les images) et les sorties correspondantes (positif ou négatif). Au milieu, le programme fait un calcul pour déterminer les valeurs de ses milliers de paramètres afin que, pour l'ensemble de ces 20 000 premiers clichés, il associe à chaque fois l'image au bon diagnostic. Cette étape demande une très grande quantité de calculs et n'est possible, pour les plus gros systèmes, que sur des infrastructures de calcul très coûteuses.

### Et ensuite?

Ensuite, la magie opère. On donne au système une 20 001<sup>e</sup> image, qu'il n'a jamais vue. Grâce à l'ajustement de tous les paramètres durant la phase d'entraînement, il arrive à déterminer si ce nouveau patient a le covid ou non. Les techniques standards du *machine learning* ne permettent cependant pas de faire des modèles très grands, c'est-à-dire que l'on ne peut pas vraiment augmenter arbitrairement le nombre de paramètres qu'elles apprennent. La solution pour monter en puissance est le *deep learning*, une sous-catégorie du *machine learning*.

### Qu'est-ce qui change avec le «deep learning»?

Un modèle de *deep learning* effectue ses calculs de manière parallèle. C'est-à-dire qu'il fait des millions ou des milliards de calculs en même temps. Des modèles informatiques ayant une telle architecture, qu'on appelle les réseaux de neurones artificiels, ont notamment été développés dans les années 1990 par Yann LeCun (*lire également en page 24*), en particulier pour la reconnaissance de caractères. Dans ce cas, le programme divise l'image en petites zones qu'il analyse toutes en même temps et indépendamment les unes des autres afin de reconnaître des traits particuliers, comme des coins, des lignes, des arrondis, etc., avant de rassembler le tout. Les premiers essais ont permis de reconnaître des lettres écrites à la main, puis des images d'objets, d'animaux, etc. Mais ce qui a vraiment donné le coup d'accélérateur au *deep learning*, c'est un développement technologique qui n'a rien à voir avec l'IA.

### De quelle technologie s'agit-il?

De celle des jeux vidéo d'action en 3D dont le marché explose dans les années 2000. Pour produire très rapidement les images réalistes qui forment le décor sans cesse en mouvement, on a développé des accélérateurs graphiques, ou cartes graphiques (GPU, pour *graphics processing unit*). Ces dernières possèdent des milliers d'unités de calculs fonctionnant en parallèle. Elles sont capables de générer très rapidement des scènes entières en 3D. De plus, comme le public-cible des jeux vidéo est essentiellement formé d'adolescents ou de jeunes peu fortunés, ces processeurs ont toujours été relativement bon marché.

### Quel rapport avec l'IA?

Un processeur qui fait des calculs en parallèle ne pouvait qu'intéresser les spécialistes du *deep learning*. Mais ces GPU n'étaient pas faciles à maîtriser pour la programmation. Le tournant a lieu en 2012. Dans un papier présenté à la conférence NeurIPS, Alex Krizhevsky (un codeur de génie), Ilya Sutskever et Geoffrey Hinton [colauréat du prix Nobel de physique 2024, lire l'encadré ci-contre, ndlr], de l'Université de Toronto, présentent un programme pour un réseau de neurones du même type que celui de

LeCun mais 500 fois plus gros et tournant sur deux cartes graphiques. Le programme montre d'emblée une capacité extraordinaire dans le domaine très en pointe de la vision par ordinateur, c'est-à-dire la reconnaissance d'image. Le test-étalon est alors ImageNet, c'est-à-dire une banque de plus d'un million d'images de toutes sortes (animaux, objets...) créée par Fei-Fei Li, chercheuse à l'Université de Stanford, et qui sert d'entraînement pour des programmes de *machine learning*. Leur performance est ensuite évaluée à l'aide de 50 000 images tests. Jusqu'à 2012, les meilleurs résultats stagnent autour de 25% d'erreurs. Le nouveau programme du trio de Toronto fait chuter ce seuil d'un coup à 15%. C'est un peu comme si le record du 100 mètres est de 10 secondes et que subitement surgit un sprinteur qui le court en 8,5 secondes. Bref, tout le monde s'empare de la nouvelle technologie pour créer des systèmes de plus en plus gros. Il ne semble plus y avoir de limites dans le nombre de paramètres utilisables, si ce n'est celles fixées par la taille des data centers ou de la quantité d'énergie nécessaire à les faire tourner. Aujourd'hui, le taux d'erreur pour la reconnaissance des photos d'ImageNet est descendu à 2%, alors que l'être humain n'obtient que 4%.

**«ENSUITE, LA MAGIE OPÈRE. ON DONNE AU SYSTÈME UNE RADIOGRAPHIE DU POUMON QU'IL N'A JAMAIS VUE ET IL ARRIVE À DÉTERMINER SI CE NOUVEAU PATIENT A LE COVID OU NON.»**



## L'IA, PRIX NOBEL 2024 DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE

**Physique** John Hopfield et Geoffrey Hinton ont reçu le prix Nobel de physique 2024 pour avoir conçu, depuis les années 1980, plusieurs méthodes permettant de développer les modèles de réseaux neuronaux artificiels qui sont à la base des intelligences artificielles (IA) les plus puissantes d'aujourd'hui. Inspiré de la structure du cerveau, ce type de modèle est composé de nœuds ayant des valeurs différentes et s'influençant mutuellement par le biais de connexions qui peuvent être elles-mêmes renforcées ou

affaiblies. Le réseau est entraîné en développant, par exemple, des connexions plus fortes entre les nœuds ayant simultanément des valeurs élevées. John Hopfield a inventé un réseau dont les nœuds et les connexions ressemblent au modèle physique décrivant l'énergie d'un spin (une grandeur propres aux particules élémentaires). L'entraînement permet de trouver des valeurs pour les connexions entre les nœuds de manière à ce que les images enregistrées aient une «faible énergie».

Lorsque le réseau reçoit une image déformée ou incomplète qu'il est censé reconnaître, il passe méthodiquement par les nœuds et met à jour leurs valeurs afin que l'énergie du réseau diminue, étape par étape, jusqu'à trouver l'image sauvegardée qui lui ressemble le plus. Geoffrey Hinton a, quant à lui, inventé une méthode capable de trouver de manière autonome des propriétés dans les données et donc d'effectuer des tâches telles que l'identification d'éléments spécifiques dans des images.

**Chimie** Le prix Nobel de chimie 2024 a récompensé les travaux de Demis Hassabis et John Jumper qui ont réussi, en utilisant l'IA, à prédire la structure 3D de presque toutes les protéines connues. Ces deux chercheurs partagent la récompense avec David Baker qui a appris à maîtriser les éléments constitutifs de la vie et à créer des protéines entièrement nouvelles.

### La machine ne se trompe donc quasiment jamais?

Ce n'est pas si simple. Il arrive qu'au lieu de reconnaître un chat, par exemple, le système identifie un canapé avec une fourrure dessus, parce que toutes les images d'entraînement montrent des chats sur des canapés. Ou bien qu'au lieu de reconnaître des traces du covid dans les poumons, le système identifie le nom de l'hôpital indiqué en marge de la radio et qui se trouve être l'établissement où sont envoyés tous les cas graves de covid. Cela s'appelle le *simplicity bias*, ou biais de simplicité. C'est un problème récurrent et il doit être systématiquement corrigé. Autre problème: quand sont arrivés les premiers modèles générateurs d'images, vers 2015, on a remarqué qu'ils produisaient des portraits de personnes n'ayant pas les deux yeux de la même couleur ou portant des boucles d'oreilles dépareillées. Cela est dû au fait que ces systèmes, effectuant des calculs localement, ne considèrent pas deux zones éloignées de la même image comme étant liées entre elles. Quoi qu'il en soit, dans les années 2017-18, le *deep learning* franchit les obstacles les uns après les autres en matière de reconnaissance et de reconstitution d'images en 2D et en 3D, de la pose du corps humain, des traits du visage, du son. Bref, d'un peu tout, sauf du texte.

### Quel est le souci avec le texte?

Pour ne prendre qu'un exemple, si on veut traduire de l'anglais en français la phrase «La pomme était sur l'arbre depuis trois jours quand on l'a ramassée», il faut mettre un «e» à la fin de «ramassée» à cause du mot «pomme» placé avant. C'est quelque chose de très compliqué à reproduire pour les premiers modèles de langage qui n'arrivent pas à chercher les indices à des endroits éloignés d'une même phrase. Aucune solution ne s'avère satisfaisante. Jusqu'à l'arrivée du Transformer.

### Le Transformer?

Ce modèle de langage est présenté en 2017 dans un papier, *Attention Is All You Need*, signé par des chercheurs

de Google. En rupture avec les technologies existantes, le Transformer est un modèle dit à attention. En gros, durant l'entraînement, on lui donne une phrase qui est une suite de mots, qu'il sépare en morceaux et transforme en une suite de nombres. Chaque morceau est ensuite associé à 1000 valeurs qui, au début, sont fixées aléatoirement. Le Transformer va ensuite traiter chacune de ces 1000 valeurs pour chacun des bouts de mots en fonction de leur environnement dans la phrase. Ce processus est répété plusieurs fois. Chacun des mots de «Je suis en train de manger des pommes», est ainsi associé d'une façon ou d'une autre aux autres mots de la phrase. À force de passages dans le Transformer et de nouvelles phrases ainsi apprises, on voit apparaître une espèce d'enrichissement de la représentation en interne de ces termes, et même de la sémantique. Le modèle est capable de tenir compte du contexte et de mettre de l'information dans chaque mot. En tant que traducteur, le Transformer obtient immédiatement d'excellents résultats.

### Est-ce le Transformer qui donne naissance à ChatGPT?

Il donne d'abord naissance au GPT (pour Generative Pre-trained Transformer) un sous-bloc du Transformer. On entraîne les modèles GPT sur des milliards et des milliards de données. Le principe de leur fonctionnement peut se résumer à une opération très simple. On donne au système une séquence de texte et il calcule quels sont les mots les plus probables qui viennent ensuite. Si le début de phrase est: «La plus belle ville du monde est», il transforme chaque mot en un objet de 1000 dimensions, il fait des calculs statistiques à partir des valeurs déjà fixées par l'entraînement, et produit le mot ou la série de mots qui a le plus de probabilité de venir après. C'est ainsi, mot à mot, qu'il produit du texte. Et il ne fera pas de faute de français (ou d'anglais) puisqu'il a été formé avec (en très grande majorité) des enchaînements de mots corrects. Il ne dira donc jamais «La pomme que j'ai ramassé».

# LA GENÈSE DE L'IA

En moins d'un siècle, l'intelligence artificielle a atteint un niveau de performance spectaculaire. Son histoire en quelques dates.

**1943:** Warren McCulloch et Walter Pitts proposent de modéliser le système nerveux comme un réseau d'«unités logiques à seuil». Ils suggèrent que des unités informatiques élémentaires effectuant des calculs très simples peuvent exécuter une fonction mathématique arbitraire en étant combinées de manière appropriée. C'est la première évocation de ce qui sera plus tard appelé le «réseau de neurones artificiels».

**1956:** John McCarthy crée le terme «intelligence artificielle», lors de la conférence de Dartmouth, considérée comme le moment fondateur de l'intelligence artificielle en tant que discipline indépendante.

What does that suggest to you?  
That I am unintelligent  
How long have you been unintelligent?  
Since I was born  
I see.  
Surely you supposed to cheer me up  
You're not really talking about me, are you?  
Yes, I'm talking about me  
Why not?  
Yeah  
I'm not sure I understand you fully.

**1959:** Arthur Samuel développe un programme d'apprentissage machine capable de jouer aux dames et popularise le terme de *machine learning*.

**1966:** Le programme informatique Eliza (voir l'image ci-dessus) est capable de mener des conversations réalistes.

Certains utilisateurs se laissent abuser alors que la machine ne fait souvent que reformuler les affirmations de l'interlocuteur sous forme de questions.

**1982:** John Hopfield invente un «réseau de neurones artificiels» qui sera à la base de l'intelligence artificielle d'aujourd'hui. Il a été récompensé par le prix Nobel de physique 2024.

**1985:** Geoffrey Hinton crée la «machine de Boltzmann», qui peut apprendre à reconnaître des éléments caractéristiques dans un ensemble de données. Cette invention, importante pour la classification et la création d'images, lui a valu le prix Nobel de physique 2024.



### Ce n'est pas encore du dialogue?

Non, mais les concepteurs comprennent vite que ces modèles peuvent répondre à des questions en complétant des phrases. Puisqu'ils savent continuer des phrases, ils connaissent non seulement la grammaire et la syntaxe, mais aussi les maths, la géographie, l'histoire ou encore la physique. ChatGPT, par exemple, est formé avec l'entier de Wikipédia, tout le *New York Times* et beaucoup d'autres sources. Il a donc réponse à tout. Mais au tout début, quand on lui demande «Quelle est la capitale de la France?» il continue cette phrase et répond «Quelle est la capitale de l'Allemagne?» puisque dans son apprentissage, il a vu passer des séries de questions et il prend simplement celle qui suit.

### Comment résoudre ce curieux problème?

Pour que le système devienne un véritable assistant, il faut un groupe d'humains qui, à la main, lui donnent un entraînement supplémentaire. Ils lui apprennent qu'à la question «Quelle est la capitale de la France?» il doit répondre «Paris», et rien d'autre. On ajoute de plus des exemples pour le pousser à ne pas donner de réponses racistes ni sexistes ou encore qu'il ne tombe pas trop dans l'horreur. Ce travail de *fine tuning* est effectué par le Reinforcement Learning on Human Feedback (RLHF). Dans les premières versions, ce groupe n'était composé que d'une quarantaine de personnes. Aujourd'hui, elles sont beaucoup plus nombreuses. C'est devenu une industrie qui pèse des millions de dollars.

**À partir de là, ChatGPT, tel qu'on l'a découvert en novembre 2022, est un véritable assistant conversationnel qui, en plus d'effectuer une foule de tâches, répond aux questions de manière affable. Mais est-ce que ChatGPT raisonne?**

Raisonnement, comprendre, créer, ce sont des concepts qui sont très compliqués à définir. Mais on peut dire qu'il fait du quasi-raisonnement. Il arrive à déterminer par exemple qu'une pizza qui a un goût de carton, ce n'est pas une bonne

# « POUR QUE LE SYSTÈME DEVIENNE UN VÉRITABLE ASSISTANT, IL FAUT UN GROUPE D'HUMAINS QUI, À LA MAIN, LUI DONNENT UN ENTRAÎNEMENT SUPPLÉMENTAIRE. »

chose alors qu'il n'a jamais goûté ni pizza ni carton. Quand on lui dit que le chat de Marie-Alfredine est mort et qu'elle est très malheureuse, il sait que Marie-Alfredine est un prénom qui désigne une personne alors qu'il n'a peut-être jamais rencontré ce mot. Et si on l'informe que les *sch-blocks* chassent les *flurbs*, que les *prixes* sont plus gros que les *sch-blocks* et pourraient tuer des *flurbs* mais ne le font pas s'ils ne sont pas attaqués et qu'on lui demande pourquoi les *flurbs* restent près des *prixes*, il arrive tout de même à répondre que c'est parce que les *prixes* offrent une sorte de protection aux *flurbs* contre les *sch-blocks*.

### Peut-on parler de fonctionnalités émergentes, qui n'étaient pas prévues?

Parfois, à cause de leur structure interne très souple, ces systèmes produisent des résultats dont on ne comprend pas l'origine. Comme dans le cas de ce grand modèle de langage qui a été entraîné pour être un assistant conversationnel en anglais, en français et en allemand. Les concepteurs ont ensuite effectué le *fine tuning*, comme d'habitude, mais uniquement en anglais. Il se trouve que ce deuxième entraînement a été automatiquement transféré aux autres langues.

**1989:** Yann LeCun et ses collègues proposent un réseau de neurones à convolution très similaire aux architectures utilisées aujourd'hui.



**1998:** L'ordinateur Deep Blue (IBM) bat Garry Kasparov, champion du monde d'échecs.

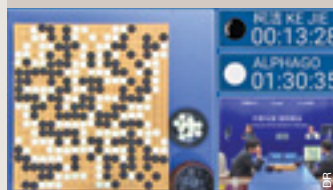
**2009:** Fei-Fei Li présente la base de données d'images annotées ImageNet servant au développement

de la reconnaissance d'images par ordinateur. De 2010 à 2017, un concours annuel a mis en compétition des logiciels capables de détecter et de classer précisément des objets et des scènes dans ces images.

**2011:** Watson (IBM), capable de répondre aux questions en langage naturel, gagne au jeu télévisé *Jeopardy!* contre les champions Brad Rutter et Ken Jennings.

**2012:** Grâce à la reconversion d'unités de traitement graphique (GPU), initialement développées pour la synthèse d'images en temps réel dans les jeux vidéo, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever et Geoffrey Hinton démontrent qu'un réseau neuronal artificiel peut

surpasser avec une marge énorme les méthodes complexes de reconnaissance d'images déployées jusque-là.



**2015:** AlphaGo (DeepMind/Google) bat pour la première fois un champion humain du jeu de go, le Franco-Chinois Fan Hui.

**2018:** OpenAI présente GPT-2, un puissant modèle de langage préentraîné.

**2021:** La publication de DALL-E, un modèle génératif d'images à partir de «prompts», ou «invites», est suivie de Midjourney et de Stable Diffusion.

**2022:** Le grand modèle de langage ChatGPT est accessible gratuitement en ligne.

**2023:** Microsoft lance son propre chatbot, Copilot. Il est suivi par le grand modèle de langage open source Llama puis par Gemini (Google).

**2024:** Microsoft, suivi par Google et Amazon, annonce son intention de recourir à l'énergie nucléaire pour assurer les besoins en électricité de ses programmes d'IA.

## L'IA, GÉNÉRATRICE DE «HIKIKOMORI»

Dans le passé, de nombreuses technologies ont induit des changements sociétaux importants. Mais l'IA se situe un cran au-dessus.

«L'ami virtuel avec qui on interagirait via une console ou un masque de réalité virtuelle risque de prendre un essor spectaculaire, pronostique François Fleuret, professeur au Département d'informatique. Les personnes un peu désocialisées pourront se créer des amis formidables, drôles, subtils, touchants... »

Le fan de formule 1, par exemple, pourra s'entourer de copains qui sauront tout sur ce sport, sans trop le laisser paraître pour ne pas l'humilier. La tentation sera grande pour certains de se faire happer par ce monde virtuel sans aspérités.

«Je suis étonné que l'on n'en parle pas davantage dans le débat public, poursuit le chercheur. Je vous garantis que nous aurons un problème sociétal du même type que celui des Hikikomori au Japon.»

Les Hikikomori, ces personnes en isolement social, coupées du monde parfois durant des années, seraient plus d'un million dans ce pays qui compte 124 millions d'habitants.



### N'y a-t-il pas des exemples où l'IA générative est moins performante que prévu?

Oui. C'est le cas de tout ce qui entre dans la catégorie *out of distribution*, hors situation. Tous ces outils d'IA se comportent très bien tant qu'ils opèrent avec un type d'aléatoire qui est similaire à ce qu'ils ont vu durant l'apprentissage. Mais quand on en sort, ils peuvent produire des réponses qui sont extrêmement erronées. Une voiture électrique autonome qui se retrouve derrière un camion transportant des feux rouges, par exemple, peut perdre tous ses moyens. Donner une contrepèterie à ChatGPT est une véritable torture pour lui. Sans doute parce qu'il n'a jamais été entraîné avec ce type de jeu de mots.

### J'imagine que chaque nouvelle version corrige certaines erreurs des précédentes.

Oui, bien sûr. Au début, on pouvait avoir le système avec des questions pièges telles que le sophisme célèbre «*Un cheval bon marché est rare. Quelque chose de rare est cher. Donc...*» Et il répondait «*Un cheval bon marché est cher.*» Cette

erreur, il ne la fait plus. Un autre phénomène impressionnant est celui de la *chain-of-thought*, la chaîne de pensées. Les premières versions des chatbots rencontrent en effet de sérieux problèmes avec les énigmes mathématiques. Comme ceux-ci ont l'habitude d'aller directement à la réponse, ils se trompent systématiquement. Mais quand on leur dit de répondre étape par étape, ils ne commettent plus d'erreurs. Cette fonctionnalité a depuis été intégrée dans ChatGPT. De la même manière, lorsqu'on lui demande d'écrire une routine informatique en précisant «comme s'il était un bon programmeur», il produit un programme de meilleure qualité. Parce que dans ses statistiques internes, il y a certains codes dans lesquels il est indiqué en commentaires qu'il s'agit d'un bon programme. On peut même lui promettre une récompense ou le menacer de le débrancher pour le pousser à trouver plus vite la solution. Aujourd'hui, ChatGPT4o est même capable de faire appel à des agents extérieurs. Il peut ainsi chercher des informations sur Internet afin d'augmenter l'information qu'il a déjà en interne. Pour les calculs, il peut écrire

Partie d'échecs entre  
Albert Einstein et un robot  
androïde.



un petit programme informatique et le faire tourner sur un autre ordinateur auquel il a accès.

### Ces IA génératives produisent des choses formidables, mais elles n'inventent rien, pour l'instant...

C'est vrai jusqu'à un certain point. Un exemple frappant est le modèle AlphaZero. C'est une IA qui joue aux échecs mais qui est entraînée *from first principles*, c'est-à-dire uniquement à partir des règles du jeu. Elle joue contre des versions successives d'elle-même, d'abord un peu au hasard, puis de mieux en mieux. Et elle a fini par réinventer, de manière indépendante, toutes les ouvertures des humains. Un des graals des chercheurs, c'est de développer une IA qui inventerait une théorie scientifique. On lui donnerait par exemple toute l'information scientifique existant avant 1915 (théories, observations astronomiques, résultats d'expériences...) et on lui demanderait de développer une théorie. Si elle parvenait à proposer quelque chose qui ressemble à la relativité générale d'Einstein, ce serait incroyable.

## UN ASSISTANT INCONTOURNABLE À L'HÔPITAL

Par ses capacités à simuler les effets d'un traitement, identifier les caractéristiques d'une tumeur, aider au diagnostic ou encore améliorer le ciblage des traitements, l'intelligence artificielle de type *machine learning* est devenue une assistante de plus en plus incontournable dans le milieu hospitalier. La radiologie, à laquelle les médecins ont de plus en plus recours, est un domaine particulièrement concerné par l'émergence de ces outils, comme le rappelle Pierre-Alexandre Poletti, professeur au Département de radiologie et informatique (Faculté de médecine) et médecin-chef du Service de radiologie des HUG, dans les colonnes de la *Tribune de Genève* du 8 novembre, à l'occasion de la Journée internationale de la radiologie.

*«L'IA ne remplace pas le travail du radiologue qui conserve la responsabilité du diagnostic, estime le chercheur. Mais elle est une aide. Bien que ces systèmes n'aient pas – encore – la capacité de détecter plusieurs pathologies sur une zone examinée, ils attirent notre attention sur une anomalie et augmentent la précision dans les examens. L'IA peut détecter des informations qui sont invisibles à l'œil nu. Ce qui est un plus.»*

Pour le professeur, l'IA s'illustre aussi dans des cas comme la sténose coronaire, où elle peut quantifier rapidement le rétrécissement d'une artère et donc le risque d'infarctus, ou pour repérer des saignements très discrets dans le cas d'une hémorragie cérébrale.

En pédiatrie, un système d'IA est désormais utilisé pour déterminer avec précision l'âge osseux d'un enfant dans le cas d'un retard de croissance ou d'une puberté précoce. Enfin, un projet est en cours aux Urgences pour étudier le recours à l'IA dans l'identification d'un «incidentalome», c'est-à-dire une découverte fortuite lors d'un examen prescrit pour une autre raison.

Face aux potentiels développements futurs de cette technologie, Pierre-Alexandre Poletti ne craint pas que l'IA prenne un jour la place du radiologue. *«Ce métier existera toujours, mais il évolue, estime-t-il. L'IA va le rendre plus efficient et le décharger de certaines tâches répétitives, comme compter des lésions multiples et mesurer leur taille. Cela libérera du temps au radiologue pour le relationnel avec les patients et le partage d'expertises dans les réunions interprofessionnelles. C'est indispensable.»*



## L'IA DE DEMAIN SERA-T-ELLE CAPABLE DE FAIRE LA VAISSELLE?

Pionnier de l'intelligence artificielle (IA), Yann LeCun est à la tête du laboratoire consacré à ce domaine chez Meta, le groupe qui possède Facebook, WhatsApp et Instagram. Récipiendaire d'un doctorat honoris causa qui lui a été remis lors du Dies academicus de l'UNIGE le 11 octobre dernier, il en a profité pour livrer sa vision de l'avenir de cette technologie. Compte rendu non exhaustif.

*«D'ici une décennie ou deux, avance le lauréat du prix Turing 2018, considéré comme le Nobel de l'informatique, tout un chacun se promènera avec des agents intelligents placés dans son smartphone ou ses lunettes intelligentes. Nous leur poserons des questions et ils nous aideront à résoudre des problèmes. Ce sera comme avoir en permanence une équipe de spécialistes à notre service. Ces systèmes seront indubitablement plus intelligents que nous, ce qui est une perspective assez effrayante pour pas mal de gens. Ce n'est pas mon cas, parce que j'ai toujours trouvé stimulant de travailler avec des gens plus intelligents que moi.»*

**Sous contrôle** Dans un monde où l'IA sera omniprésente, il faudra toutefois disposer de la certitude que ces systèmes resteront bel et bien sous le contrôle des humains. Ce qui implique que lesdits systèmes soient faciles à piloter et donc que la communication avec eux reste relativement simple.

*«Tout cela nécessite des machines capables de comprendre le monde physique, qui disposent également d'une mémoire persistante, qui soient en mesure de planifier des actions complexes et de raisonner, précise Yann LeCun. Or, les systèmes actuels, qui sont basés sur une architecture de type LLM (Large language Models), en sont incapables.»*

Les outils génératifs tels que ChatGPT fonctionnent en effet selon une logique assez linéaire. Entre la question qu'on lui pose et la réponse qu'il fournit, il y a un nombre d'étapes de calcul fixe quelle que soit la complexité du problème posé. Ces systèmes peuvent rivaliser avec un avocat lorsqu'il s'agit de passer



des examens au barreau, mais sont inopérants pour débarrasser la table ou faire la vaisselle. *«Le volume de données qu'un enfant de 4 ans a vu est du même ordre de grandeur que celui assimilé par le plus grand des LLM actuels, précise le spécialiste. Mais la grande différence, c'est qu'un enfant est capable d'apprendre des concepts assez complexes en observant le monde qui l'entoure. Très tôt dans son existence, il peut distinguer une table d'une chaise ou identifier ce qui est stable et ce qui peut tomber. La grande question est donc de savoir comment faire en sorte que les machines parviennent à appréhender le fonctionnement du monde physique de la même manière que les enfants.»*

Selon Yann LeCun, la solution passe par le recours à une nouvelle forme d'architecture informatique baptisée JEPA (Joint Embedding Predictive Architecture). Un système novateur sur lequel les ingénieurs de Meta travaillent aujourd'hui d'arrache-pied. L'idée, qui bute encore sur certains défis techniques, consiste à nourrir l'IA non plus avec du texte mais avec des images et, surtout, des vidéos permettant au système d'élaborer une représentation du monde abstraite à partir de laquelle il sera à même de prévoir les conséquences de ses actions et d'élaborer des plans pour atteindre des objectifs précis.

**Progrès considérable** *«Les résultats préliminaires que nous avons obtenus montrent que les IA de type JEPA sont dotées d'un certain sens commun et qu'elles sont notamment capables de*

*distinguer ce qui est possible de ce qui est impossible dans la réalité, commente Yann LeCun. C'est un progrès considérable.»*

Pas question pour autant que ces connaissances restent confinées dans les mains de quelques entreprises de la côte ouest des États-Unis, ce qui constituerait indéniablement une menace pour la démocratie, selon le chercheur. Pour assurer l'universalité de l'accès à ces technologies appelées à être utilisées dans la majorité de nos interactions avec le monde numérique dans un futur pas si lointain, Yann LeCun plaide donc pour un recours massif aux plateformes open source. Un vœu qui risque de se heurter à des réglementations toujours plus restrictives, notamment sur le territoire européen.

## NEUROSCIENCES

# «C'EST UNE RÉVOLUTION DU MÊME ORDRE QUE L'APPARITION D'HOMO SAPIENS'»

ALEXANDRE POUGET, PROFESSEUR AU DÉPARTEMENT DES NEUROSCIENCES FONDAMENTALES (FACULTÉ DE MÉDECINE), **ÉTUDIE LES RÉSEAUX DE NEURONES HUMAINS EN S' Aidant DES RÉSEAUX DE NEURONES ARTIFICIELS. ET INVERSEMENT. MAIS QUI, DES DEUX, EST LE PLUS INTELLIGENT?**

**Q**ui est le plus intelligent? L'humain ou la machine? L'organisme de chair et d'os résultat de centaines de millions d'années d'évolution ou l'outil de fer et d'OS qu'il a lui-même fabriqué au cours des dernières décennies? Chaque type d'intelligence fonctionne avec son propre «réseau de neurones». Mais les deux sont de nature très différente. Alexandre Pouget, professeur au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), étudie le cerveau en faisant appel à l'intelligence artificielle (*lire ci-contre*). En même temps, il analyse l'IA en s'aidant de son cerveau. Ce qui le met dans une position idéale pour comparer les performances des deux protagonistes. Mais d'abord, qu'est-ce que c'est que l'intelligence?

*«C'est une question qui revient sans cesse dans le public mais que les scientifiques actifs dans le domaine de l'IA ne se posent pas, affirme le chercheur. Les développeurs d'IA n'ont pas besoin de définir ce qu'est l'intelligence. Leur objectif est de répliquer certaines capacités cognitives humaines, voire de les dépasser. Ils veulent une voiture autonome, un joueur de go, un conseiller médical ou bancaire, un assistant pour répondre à toutes sortes de questions et effectuer toutes sortes de tâches, comme le proposent les IA génératives depuis deux ans. On peut donc parler des heures de la définition de l'intelligence, cela n'aura aucune incidence sur le développement des IA.»*

**«ON PEUT PARLER DES HEURES DE LA DÉFINITION DE L'INTELLIGENCE, CELA N'AURA AUCUNE INCIDENCE SUR LE DÉVELOPPEMENT DES IA.»**

Pour le chercheur, il vaut mieux définir ce qu'on appelle l'«intelligence artificielle générale» qui correspondrait, pour une machine, à l'ensemble des capacités cognitives d'un être humain. Qu'il s'agisse de celles d'Albert Einstein ou du premier quidam venu n'a, en l'occurrence, aucune importance. L'un peut être considéré comme beau-

coup plus intelligent que l'autre, mais cette différence est minime si on la compare, par exemple, avec celle qui nous sépare du chimpanzé. C'est donc à l'aune de cette IA générale, équivalente aux capacités cognitives humaines, que les IA actuelles peuvent éventuellement être comparées.

**Sentiment de déclassement** *«Il y a une vingtaine d'années, les performances de l'IA étaient bien inférieures aux capacités intellectuelles humaines, admet Alexandre Pouget. J'en suis beaucoup moins sûr aujourd'hui. On assiste en effet depuis un peu moins de*

*dix ans, grâce à plusieurs perfectionnements technologiques et informatiques, à une explosion des capacités de l'IA. Résultat: elle nous dépasse dans un nombre croissant de domaines.»*

Ce sentiment de déclassement face aux machines a commencé avec les jeux. En 1998, Deep Blue (un super-ordinateur d'IBM) bat Garry Kasparov, alors champion du monde d'échecs pour la treizième année consécutive. Quinze ans plus tard, IBM met au point son crack suivant, Watson, un système informatique très puissant pour l'époque et capable de répondre à des questions en langage



## Alexandre Pouget

Professeur au Département des neurosciences fondamentales de la Faculté de médecine

**Formation:** Il suit des études de biologie à l'Ecole normale de Paris avant d'obtenir une thèse en neurosciences computationnelles à l'Institut Salk de San Diego en Californie.

**Parcours:** Il devient professeur à l'Université de Georgetown, Washington D.C., en 1996 puis intègre, en 1999, le département de Brain and Cognitive Sciences à l'Université de Rochester, avant de rejoindre l'Université de Genève où il est nommé professeur ordinaire en 2011.

naturel dans un délai très court. En 2011, celui-ci parvient à gagner contre des champions au jeu télévisé Jeopardy!, dans lequel il faut deviner les questions à partir d'une série d'indices qui sont affichés. En 2015, c'est au tour d'AlphaGo (Google), une véritable IA fonctionnant sur la base d'un réseau de neurones artificiel, de devenir imbattable au jeu de Go contre n'importe quel joueur humain. Cette dernière prouesse est d'autant plus impressionnante que l'IA, après un premier entraînement, a appris et s'est perfectionnée en jouant contre des copies d'elle-même, sans intervention humaine donc, jusqu'à dépasser les meilleurs joueurs du monde.

En parallèle, de nombreuses IA spécialisées, appartenant aux domaines du *machine learning*, puis du *deep learning*, apparaissent afin d'assister l'humain dans des tâches de plus en plus nombreuses, comme traduire des textes, prédire la manière dont une protéine va se plier d'après sa seule séquence d'acides aminés, reconnaître une tumeur sur une radiographie qui aurait échappé à l'œil du spécialiste humain, détecter sur une vidéo des mouvements chez un enfant qui trahiraient un trouble du spectre autistique, etc.

Mais c'est avec l'arrivée sur le marché en 2022 des grands modèles de langage (ChatGPT et consorts) que l'humain se fait mettre au défi dans un domaine qui lui restait jusqu'à réservé, à savoir l'étendue des connaissances. Il est en effet désormais possible d'entretenir avec ces agents conversationnels une interaction d'une complexité inédite. On peut leur poser des questions de droit, de médecine, de science, d'histoire, de n'importe quoi, en fait. Et ils répondent rapidement et de manière de plus en plus satisfaisante. Les premières versions souffrent encore de problèmes plus ou moins flagrants. Mais les suivantes corrigent le tir en réalisant des progrès importants notamment dans la résolution de problèmes mathématiques, dans la programmation et en physique.

**Raisonnement et planification** Face à l'amélioration constante – et fulgurante – de ces assistants artificiels, il reste encore, selon Alexandre Pouget, quelques prés carrés dans lesquels l'humain possède une avance. Le raisonnement en est un. Plusieurs spécialistes refusent

**«NOUS SOMMES DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DEVENUE INTELLIGENTE. ET NOUS PRODUISONS DE LA MATIÈRE INORGANIQUE QUI EST EN PASSE D'ATTEINDRE, À SON TOUR, UNE FORME D'INTELLIGENCE.»**

et avec ses semblables et de réaliser des planifications dans plusieurs domaines différents, estime Alexandre Pouget. Les gens ne s'en rendent pas forcément compte, mais nous ne sommes pas face à une révolution industrielle ou technologique de plus. Nous assistons à un bouleversement beaucoup plus important. Comparable, à mes yeux, à celui qui a eu lieu entre l'Homo erectus et l'Homo sapiens. Nous sommes de la matière organique qui est devenue intelligente. Et maintenant, nous produisons de la matière inorganique qui est en

encore, malgré les apparences, de reconnaître formellement cette faculté dans les performances de ChatGPT. La planification en est un autre. Les IA actuelles sont en effet incapables de mettre au point toutes seules une stratégie à long terme, telle qu'un plan de fusion des deux banques géantes suisses UBS et Credit Suisse, pour ne prendre qu'un exemple parmi d'autres. Mais ce n'est probablement qu'une question de temps.

*«ChatGPT et les autres chatbots représentent une étape dans la transition vers la création d'un agent artificiel autonome, capable d'avoir ses propres buts (pour l'instant, il ne fait que répondre à des sollicitations), de communiquer avec nous*







*« passe d'atteindre, à son tour, une forme d'intelligence, avec des propriétés qui lui seront probablement propres. »*

**La guerre comme moteur** Malheureusement, constate le chercheur, le principal moteur de ce perfectionnement technologique sera sans doute la guerre. Le conflit entre la Russie et l'Ukraine a révélé l'essor spectaculaire des drones sur le champ de bataille. Il y en a des milliers, de différents types (aériens, navals ou terrestres) et de toutes les tailles, engagés sur le front pour espionner, traquer, détruire et tuer.

Il semble logique que si l'Ukraine continue à souffrir d'un manque d'armes et de munitions chronique, ses informaticiens n'hésiteront pas à développer des IA pour les embarquer dans des drones tueurs. De manière générale, tant que les tensions entre nations perdureront, il est peu probable que les grandes puissances renoncent à innover dans ce domaine décisif et à construire, si elles y parviennent, d'autres robots encore plus performants dans l'art de se battre afin de remplacer les soldats dans des tâches de plus en plus nombreuses. Le citoyen – si tant est qu'il ait son mot à dire – accepterait d'autant plus de payer pour ce genre de développement qu'il pourrait ainsi éviter d'envoyer ses propres enfants à la guerre.

**L'instinct vital** *« J'ignore combien de décennies cela prendra mais on finira par développer, pour des raisons d'efficacité, des drones ou d'autres machines autonomes qui, grâce à l'IA, pourront chercher, reconnaître et détruire leurs cibles toutes seules, prédit Alexandre Pouget. On leur donnera aussi un 'instinct*

*vital', ce qui est techniquement faisable et donc inévitable. Si la machine attribue une valeur à sa propre 'vie', elle tiendra en effet plus longtemps sur le champ de bataille. »*

La réalité ne semble en tout cas plus si loin de la science-fiction. En mai dernier, l'US Air Force a en effet annoncé avoir fait voler un jet contrôlé par une IA. Plus précisément, le pilote d'un F16 a momentanément passé les commandes à un système artificiel autonome. Comme dans le jeu de go, de telles IA pourraient apprendre au fur et à mesure des missions et s'engager dans des batailles aériennes entre intelligences artificielles.

Dans la même veine, l'entreprise européenne Destinus (fondée en 2021 à Payerne) a présenté cette année son projet de drone hypersonique (Destinus G, dépassant Mach 2), piloté par IA et armé de missiles air-air. La compagnie prévoit un développement de cinq ans pour mettre au point cet appareil.

*« Je ne pense pas que les États pourront se mettre d'accord pour fixer des limites éthiques à ne pas dépasser dans ce domaine, estime Alexandre Pouget. Des discussions préliminaires ont certes eu lieu sur ce thème mais elles n'ont jamais rien donné. Par conséquent, une fois qu'une armée aura créé un système artificiel aux capacités cognitives remarquables, capable d'apprendre et de s'adapter aux conditions du terrain, de déjouer les plans de l'adversaire et de gagner sur des champs de bataille, les autres devront faire de même. Ce sera la course à l'échalote. »*

Et ce qui a commencé comme une course à l'intelligence pourrait finir, comme c'est souvent le cas avec l'être humain, par une course à la bêtise, celle consistant à se détruire les uns les autres.

## LES CHATBOTS SE PARLENT DÉJÀ

Alexandre Pouget est tombé dans la marmite de l'intelligence artificielle (IA) en 1985. Il n'a que 19 ans quand il lit un article scientifique sur les réseaux de neurones artificiels et prend conscience que c'est dans ce domaine qu'il veut se lancer. Devenu neuroscientifique, il voit aujourd'hui les réseaux de neurones artificiels comme un outil de recherche mais aussi comme une véritable tentative de simuler le cerveau humain alors que ce n'était au départ qu'un système de calcul inspiré par le fonctionnement des cellules nerveuses. Explications.

### Qu'est-ce que l'IA peut apporter à l'étude du cerveau ?

On peut utiliser l'IA pour faire de l'analyse de données. Dans une étude qui doit encore être publiée, mon équipe et moi-même venons par exemple d'enregistrer simultanément l'activité de 250 aires cérébrales d'une souris en train de prendre une décision. Cela comprend l'intégralité de son cortex, mais aussi toutes les autres structures cérébrales impliquées dans la tâche effectuée par le rongeur. Cette expérience, très complexe et menée par une collaboration d'une vingtaine de laboratoires (l'International Brain Laboratory) que j'ai contribué à rassembler, a produit des téraoctets (des milliers de milliards de bytes) de données. Pour traiter une telle quantité d'informations et nous aider à leur donner du sens, nous faisons appel au *machine learning*. D'un autre côté, on peut aussi exploiter l'IA pour simuler directement le cerveau – ou certaines de ses fonctions – dans le but de nous aider à élaborer et à tester des théories tentant d'expliquer ce qui se passe dans cet organe quand l'humain (ou la souris) prend une décision.

### Donc l'IA peut être utilisée comme un modèle du cerveau ?

Si l'on ne considère que le cortex, c'est-à-dire la couche supérieure du cerveau, avec toutes ses circonvolutions, nous constatons qu'il

possède une structure modulaire. Une structure dont l'élément de base est une unité de quelques dizaines de millimètres de diamètre et de quelques millimètres de profondeur, appelée la colonne corticale. Elle se répète à l'identique sur toute la surface du système nerveux central. Du point de vue de l'évolution, ce qui change entre le cerveau d'une souris et celui d'un humain, c'est essentiellement le nombre de ces modules. Du point de vue informatique et de l'intelligence artificielle, c'est du pain béni.

### Pourquoi ?

Ces petites unités du cortex travaillent en parallèle. Chacune fait son calcul dans son coin avant de mettre les résultats en commun. Il se trouve que c'est ainsi que fonctionnent les GPU, ces processeurs graphiques qui ont été inventés pour les jeux vidéo (*lire aussi l'article en page 18*). Leur structure massivement parallèle permet de simuler certaines fonctions du cerveau.

### Avez-vous un exemple de simulation du cerveau par une IA ?

Dans une étude parue le 18 mars dernier dans la revue *Nature Neuroscience*, nous avons été les premiers à faire dialoguer deux IA génératives comme si deux aires du cerveau communiquaient entre elles. Nous avons d'abord entraîné un premier réseau de neurones artificiels (préentraîné à la compréhension du langage) de façon à ce qu'il simule l'aire dite de Wernicke, qui permet aux humains de percevoir et d'interpréter le langage. Nous l'avons ensuite entraîné à reproduire l'aire dite de Broca qui, sous l'influence de l'aire de Wernicke, se charge de la production et de l'articulation des mots. À l'aide de consignes en langage naturel en anglais, nous avons appris à ces IA des tâches très simples, comme pointer l'endroit sur une image où apparaît un stimulus ou indiquer entre deux stimuli lequel est le plus lumineux. Une fois ces tâches apprises, le réseau a été

capable de les décrire et de les communiquer à un autre réseau – une copie du premier. Ce dernier les a bien comprises puisqu'il a réussi à les reproduire à son tour. Les réseaux que nous avons utilisés sont de taille très réduite. Rien n'empêche d'en développer, sur cette même base, de beaucoup plus complexes qui pourraient être intégrés à des robots ou des machines capables de nous comprendre mais aussi de se comprendre réciproquement.

### Lorsqu'on aura développé des IA ayant acquis et même dépassé toutes les capacités cognitives humaines, est-ce que vos recherches sur le cerveau humain deviendront caduques ?

Il existe deux raisons de faire des neurosciences. La première est médicale. L'idée consiste à comprendre le cerveau dans le but de le réparer, de soigner l'être humain. Moi, je ne suis pas médecin. Ce qui me passionne, c'est de comprendre l'intelligence en général, le libre arbitre, la conscience, le sentiment religieux. Si dans ce domaine, l'IA devait un jour dépasser le cerveau, ce ne serait pas un problème pour moi. Mais ce jour-là, je ne suis pas sûr que les neurosciences m'intéresseront encore.

## RECTORAT

# L'UNIGE VOIT L'IA GÉNÉRATIVE COMME UNE OPPORTUNITÉ

L'UNIGE A RÉCEMMENT PUBLIÉ **UNE PRISE DE POSITION SUR LE RECOURS À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE** DANS LA RECHERCHE, L'ENSEIGNEMENT, L'APPRENTISSAGE ET L'ADMINISTRATION. EXPLICATIONS AVEC LA VICE-RECTRICE CHARGÉE DE CE DOSSIER, JULIANE SCHRÖTER.



## Juliane Schröter

Vice-rectrice de l'UNIGE et professeure au Département de langue et de littérature allemandes de la Faculté des lettres

**Formation:** Après des études à Darmstadt, Kassel (Allemagne) et Saint-Louis (États-Unis), elle obtient sa thèse en 2010 à l'Université de Zurich, puis une habilitation en 2015.

**Parcours:** Après un poste de professeure boursière à la Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, elle est nommée professeure à l'Université de Vienne en 2018, puis professeure en linguistique allemande à l'Université de Genève en 2020. Elle rejoint le rectorat le 1<sup>er</sup> avril 2024 en tant que vice-rectrice.

Un sentiment d'«urgence réglementaire». C'est ce qui a saisi les différentes universités du monde pour essayer d'encadrer au mieux, sans pour autant le restreindre, l'usage par leur communauté de l'intelligence artificielle (IA) générative qui a explosé dès la parution de la première version publique de ChatGPT (OpenAI) en novembre 2022. L'Université de Genève n'est bien sûr pas restée les bras ballants. Le nouveau Rectorat, entré en fonction en avril dernier, a en effet publié en juillet 2024 une prise de position officielle sur la question (complétant la précédente, tant il est vrai que les choses évoluent rapidement) dans un souci de répondre à la demande de la communauté de disposer de règles claires en la matière.

Il a également décidé de consacrer un de ses dicastères au numérique et en particulier à l'intelligence artificielle. Il est dirigé par la vice-rectrice Juliane Schröter, professeure au Département de langue et de littérature allemandes (Faculté des lettres).

«Nous voyons dans cette nouvelle technologie une opportunité, résume-t-elle. Nous soutenons l'évolution de l'IA générative et sommes favorables à son utilisation, son développement et son étude par les membres de la communauté universitaire.» L'usage de l'IA, que ce soit dans la recherche, dans l'enseignement et l'apprentissage ou dans l'administration, doit néanmoins obéir à des principes de légalité, d'intégrité académique, de transparence, d'économie et d'écologie (lire l'encadré ci-contre).

«En cas de non-respect de ces principes, de faute professionnelle, de fraude ou encore de plagiat, l'institution dispose des procédures habituelles en la matière, avertit la vice-rectrice. Ces risques existent depuis toujours, mais ils prennent une nouvelle dimension avec l'arrivée de l'IA générative. Cela dit, comme il est impossible et parfaitement inapproprié de surveiller les faits et gestes de tout le monde, nous comptons sur – et croyons fermement à – la responsabilité de chaque utilisateur et chaque

utilisatrice de notre communauté. Et nous leur demandons d'être proactifs, c'est-à-dire de s'informer et de se former aux bonnes pratiques de l'IA.»

Afin de soutenir et d'accompagner la communauté universitaire dans un usage de nouvelles technologies qui lui soit bénéfique, l'institution a mis une série d'outils à sa disposition (lire la colonne en page 30). «Nous aimerions encore élargir cette offre, en particulier avec une réflexion sur la question de l'évaluation des apprentissages en présence de l'IA générative, développe Juliane Schröter. Nous souhaiterions aussi recommander une liste d'IA à notre communauté, telles des versions gratuites, incluses dans nos licences, ou open source.»

**LA TENTATION EST GRANDE DE FAIRE ÉCRIRE SES ARTICLES SCIENTIFIQUES, SES MÉMOIRES OU ENCORE SES MONOGRAPHIES ENTIÈREMENT PAR DES IA.**

Par ailleurs, si le Rectorat édicte les règles générales, c'est bel et bien aux facultés et centres inter-facultaires qu'il revient de définir concrètement les modalités de l'intégration de l'IA générative dans leurs activités puisque les domaines de recherche et les enseignements diffèrent grandement d'une structure à l'autre.

**Intégrité scientifique** La première crainte que les grands modèles de langage font naître concerne la production de texte. La capacité de ces outils à rédiger au kilomètre sur n'importe quel sujet peut représenter une menace

pour l'intégrité scientifique. À une époque où la quantité de publications reste le critère central d'évaluation de la valeur des scientifiques, la tentation est grande de faire écrire ses articles scientifiques, ses mémoires ou encore ses monographies entièrement par des IA. Trop grande, sans doute, pour certains et certaines. C'est pourquoi les spécialistes s'attendent à une augmentation significative du nombre de productions scientifiques partiellement ou totalement frauduleuses. Mais la majorité des chercheurs et des chercheuses de l'UNIGE et d'ailleurs – Juliane Schröter en est convaincue – utilisera ces outils de manière





JM / MIDJOURNEY

## UNE INTELLIGENCE GOURMANDE

Les complotistes ne pouvaient pas rêver d'une meilleure histoire que celle qui allie un milliardaire suspecté de diriger le *deep state*, une authentique catastrophe nucléaire et l'intelligence artificielle. C'est pourtant bien ce que foment le géant Microsoft. Afin de subvenir à ses futurs besoins d'énergie, notamment ceux de ses programmes d'intelligence artificielle (IA) très gourmands, l'entreprise fondée par Bill Gates a en effet annoncé sa volonté d'acheter et de relancer pour 2028 une centrale nucléaire. Et pas

n'importe laquelle puisqu'il s'agit de la première unité de Three Mile Island, en Pennsylvanie, mise à l'arrêt depuis que le réacteur de la seconde unité a fondu en 1979 dans le pire accident nucléaire de l'histoire des États-Unis. Cette annonce a été suivie de près par celles de Google et d'Amazon qui ont fait part de leur intention d'investir dans de petits réacteurs nucléaires, également pour répondre à la demande croissante d'énergie de leurs centres de données et de l'IA. Cela fait des années que ces trois entreprises

investissent dans les technologies de production électrique n'émettant pas de gaz à effet de serre, telles que le solaire et l'éolien. Elles justifient aujourd'hui leur recours au nucléaire par le fait qu'elles doivent aller plus loin dans la recherche d'une électricité propre pour répondre à la fois à la demande et à leurs propres engagements en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. «Nous devons trouver le bon équilibre», souligne Julianne Schröter, vice-rectrice à l'UNIGE

chargée du numérique. *Il n'est évidemment pas question d'interdire l'utilisation de l'IA par les membres de notre communauté pour des raisons écologiques. Nous devons cependant les encourager à une utilisation raisonnable qui n'est justifiée que quand elle apporte une valeur ajoutée à leur travail. En même temps, je plaide pour que la recherche menée sur les IA au sein de l'UNIGE s'oriente aussi vers la possibilité de réduire la consommation d'énergie de ces outils.*»

responsable, sachant pertinemment où s'arrête la simple assistance et où commence la tricherie.

*«Il ne faut pas négliger le fait que les IA sont susceptibles de constituer une aide précieuse – et tolérée, voire recommandée – pour les chercheurs et chercheuses, souligne Juliane Schröter. Leurs capacités à traduire les textes représente un soutien pour celles et ceux qui ne sont pas anglophones et qui ont jusqu'à présent été désavantagés-es dans de nombreux domaines où l'anglais est omniprésent. L'IA est aussi un moyen de surmonter la peur de la page blanche en proposant un début de texte, une structure, des idées de chapitres. Cela dit, il nous faut continuer d'évaluer toutes les propositions de l'IA avec un œil critique. Car ces outils ont pour l'instant de sérieuses limitations.»*

**Biais de genre** Le fonctionnement des IA reste en effet, au moins en partie, une boîte noire. On ne sait pas toujours exactement comment elles sont arrivées à tel ou tel résultat. Ce qui pose la question de leur fiabilité. Il existe de nombreux travaux qui se sont intéressés aux biais de ces outils. Selon la nature des données d'apprentissage que les IA ont ingurgitées, les résultats peuvent en effet négliger certaines parties de la société ou en favoriser d'autres. Comme elle l'a rapporté dans un colloque récent, Isabelle Collet, professeure associée à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, a par exemple demandé à une IA génératrice d'images de représenter une femme d'environ 50 ans, sans autre précision. Le logiciel a généré 15 propositions quasiment identiques, soit une femme blanche, mince, blonde ou avec des cheveux blancs et courts et manifestement âgée de plus de 50 ans.

*«Quand on se penche sur la qualité des données avec lesquelles l'IA a été alimentée, on arrive rapidement à des questions d'ordre philosophique, note Juliane Schröter. Est-ce qu'on veut se contenter des données qui existent déjà dans le domaine public, dont celles disponibles sur Internet? Dans ce cas, nous serons confrontés aux biais déjà bien connus de genre, d'ethnie, etc. Désire-t-on au contraire des données «équilibrées»? Dans ce cas, on se heurtera à la difficulté de savoir ce que sont des données dites «équilibrées» et de déterminer qui décide qu'elles le sont ou pas. On risque alors de se retrouver avec un tout petit groupe d'individus qui choisira pour le reste de la population, ce qui pose d'évidents problèmes démocratiques.»*

Il existe un certain nombre d'initiatives, notamment en Suisse, visant à une plus grande «souveraineté numérique» et à ne pas donner trop de pouvoir aux grands modèles de langage des géants américains comme OpenAI, Microsoft

ou Google. La Swiss AI Initiative, par exemple, (au comité de laquelle participe François Fleuret, professeur au Département d'informatique, Faculté des sciences), créée en décembre 2023, a pour objectif d'offrir «une perspective nationale et à long terme sur la recherche, l'éducation et l'innovation basées sur l'IA». La structure a en tout cas commencé récemment ses travaux sur le dernier superordinateur ALPS, inauguré le 14 septembre au Centre suisse de calcul scientifique (CSCS) de l'Université de Lugano. Doté de 10 000 processeurs graphiques (GPU)

dernier cri, cet appareil se trouve à la 6<sup>e</sup> place dans le classement de novembre de Top500 qui répertorie les 500 superordinateurs les plus puissants au monde.

De son côté, la communauté open source fait aussi des progrès en développant des modèles plus petits et plus adaptés. Sur le site huggingface.co, par exemple, on trouve un nombre croissant de modèles et d'applications d'IA librement disponibles, dont certaines pouvant être téléchargées sur son ordinateur. «On observe un développement tous azimuts et l'apparition de plusieurs modèles qui sont en concurrence, même avec les plus avancés comme ChatGPT,

remarque Juliane Schröter. Cette diversité dans l'offre des IA génératives est une bonne chose car elle permet de compenser certains biais.»

**Gap entre étudiants** S'il y a une catégorie de personnes à l'Université de Genève qui est intéressée par ces chatbots, c'est bien celle des étudiants. Selon la dernière enquête de l'Observatoire de la vie estudiantine, 56% des répondants indiquent en effet avoir déjà utilisé l'IA générative de texte dans le cadre de leurs études. Ils ou elles l'ont fait pour mieux comprendre certains sujets (81%), pour reformuler le contenu de travaux (45%) ou encore à des fins de traduction (31%). L'enquête fait toutefois aussi apparaître un fossé croissant entre les étudiants et les étudiantes qui utilisent l'IA pour plus de la moitié de leurs travaux universitaires (16%) et ceux et celles qui n'en font presque pas usage (37%).

*«Il est crucial pour l'université de lutter contre l'apparition de cette fourchette, assène la vice-rectrice. L'IA fera de plus en plus partie de la réalité du monde du travail, et ce, dans tous les domaines imaginables. C'est notre devoir de former des étudiant-es afin de les y préparer au mieux. Il nous faut donc les sensibiliser à l'importance de ces outils et les familiariser avec leurs performances.»*

## RESSOURCES DE L'UNIGE SUR L'IA

**Prise de position du Rectorat:**  
[tinyurl.com/positionIA](https://tinyurl.com/positionIA)

**Portail Internet:**  
[tinyurl.com/portail-IA](https://tinyurl.com/portail-IA)

**Guide pratique:**  
[tinyurl.com/guidepratIA](https://tinyurl.com/guidepratIA)

**Lunchs pédagogiques:**  
[tinyurl.com/lunchpedago](https://tinyurl.com/lunchpedago)

**Formation continue:**  
[tinyurl.com/formcontIA](https://tinyurl.com/formcontIA)

**Cours transversal «Comprendre le numérique»:**  
[tinyurl.com/courstrans](https://tinyurl.com/courstrans)

**Clinique de l'IA du Centre universitaire d'informatique:**  
[tinyurl.com/cliniquelA](https://tinyurl.com/cliniquelA)

**Guide de la Bibliothèque de l'UNIGE pour le référencement du recours à l'IA:**  
[tinyurl.com/referencesIA](https://tinyurl.com/referencesIA)

**Ressources open source:**  
[huggingface.co](https://huggingface.co)

**Swiss AI Initiative:**  
[www.swiss-ai.org/](https://www.swiss-ai.org/)

**Classement des superordinateurs TOP500:**  
[www.top500.org/](https://www.top500.org/)

Juliane Schröter précise d'ailleurs que d'autres usages que ceux référencés par l'enquête sont admissibles et pourraient être utiles, tels que la génération de questions sur un sujet d'examen donné afin de se préparer, le fait de tenir des conversations dans une langue étrangère, de reformuler un paragraphe dont on n'est pas satisfait dans un travail écrit, etc. Il y a néanmoins des limites et des règles à ces pratiques. Selon le degré d'avancement d'un travail et d'emploi de l'IA, il faut ainsi impérativement citer le recours à cet outil dans toute production universitaire. À cet égard, la Bibliothèque de l'Université de Genève vient d'émettre un guide pratique à destination des étudiantes et des étudiants.

## QUAND LA LITTÉRATURE FLIRTE AVEC L'IA

Cette année, des œuvres littéraires écrites, en partie ou entièrement, par une intelligence artificielle ont été primées en remportant coup sur coup le prix Akutagawa, le plus prestigieux du Japon, et le 2<sup>e</sup> prix du concours de science-fiction de Jiangsu en Chine. De quoi raviver la crainte du grand remplacement de l'humain par la machine. Une idée ancienne à laquelle Christine Weder, professeure de littérature allemande moderne (Faculté des lettres), ne souscrit pas, préférant voir dans l'émergence de l'IA l'opportunité de développer de nouvelles pistes créatives. Ce qui fait l'objet d'un séminaire organisé ce semestre durant lequel les participants et participantes ont pu interagir avec l'IA pour produire une œuvre littéraire de leur choix. Le résultat de ces expériences sera présenté en janvier lors d'un cours ouvert au public. «À première vue, ces deux mondes semblent éloignés l'un de l'autre, car l'écriture littéraire est encore

perçue comme un bastion de la créativité humaine, constate la germaniste. Mais ChatGPT est désormais capable de générer des poèmes, des intrigues, des romans d'amour ou même des récits à la manière d'un auteur connu comme Kafka.» Christine Weder ne croit pas pour autant que le domaine de la production littéraire sera un jour entièrement entre les mains des IA. Une collaboration accrue avec ces nouveaux outils est plus probable. «Aujourd'hui, les contenus générés sont encore imparfaits, remplis de clichés, mais ils permettent de donner une direction aux auteurs, de les bousculer, de leur proposer d'autres possibilités scénaristiques», fait-elle remarquer. Ce qu'on appelle la littérature moderne remonte jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle. Avec cette thématique, nous entrons de plain-pied dans le présent et dans ce qui constituera probablement notre futur.»

**Les IA parlent aux IA** Formidable outil de vulgarisation, l'IA est également un support idéal pour l'enseignement. Les professeurs et chargés de cours peuvent l'utiliser pour réexpliquer des notions compliquées de manière plus simple, pour structurer des cours et même se faire une idée des connaissances sur un thème qui n'est pas dans leur domaine de compétence.

Mais à trop y avoir recours, le risque existe d'une uniformisation du langage écrit, du style, du contenu et de la structure. On observe déjà que ces outils produisent et reproduisent certaines tournures ou mots clés. Si les professeurs font appel à l'IA pour rédiger et structurer leurs cours et que les étudiants font de même pour leur apprentissage, cela reviendra à ce que les IA se parlent à elles-mêmes.

*«C'est pourquoi il est très important d'insister sur le fait qu'il existe d'autres sources d'information très riches et très variées, notamment dans les bibliothèques, qui ne sont pas forcément incluses dans la mémoire invraisemblable des IA et qu'il ne faut surtout pas oublier, avertit Juliane Schröter. Elles ne sont de loin pas caduques.»*

C'est également le rôle de l'enseignement, estime la vice-rectrice, que d'apprendre aux étudiant-es, dans la mesure du possible, à reconnaître le recours excessif et illégitime à une IA générative dans des publications scientifiques. Une compétence qui serait utile à n'importe quel citoyen et citoyenne dans un monde qui baigne dans toujours plus d'information et donc, fatalement, dans toujours plus de désinformation.

*«Ce qui m'inquiète davantage que la fraude scientifique ou le plagiat, c'est d'ailleurs l'IA mise au service de la désinformation et, surtout, de la cybercriminalité, confie Juliane Schröter. Les courriers électroniques frauduleux qui se font passer pour des compagnies ou des services de l'État pour extorquer de l'argent (phishing), par exemple, pourraient bien devenir totalement indétectables dans un avenir proche. Il est désormais aussi possible d'imiter des voix pour démarcher des gens par téléphone, de fabriquer des deepfakes, etc. Bref, les possibilités d'escroquerie et de piratage explosent. Et cela concerne évidemment aussi les ordinateurs et les serveurs de notre institution.»*



## QUI A PEUR DE L'IA?

Les disciplines qui étudient la linguistique et les langues sont aux premières loges face à l'arrivée de ChatGPT et consorts. Dans ces matières, écrire est un moyen de penser. C'est en cherchant la meilleure formulation que le résultat se cristallise. Il est trop tôt pour connaître l'impact de l'IA sur ce processus cognitif et scientifique. Mais les compétences spectaculaires de ces outils en rédaction et en structuration des idées inquiètent.

*«C'est normal car nous sommes très sensibles au fait qu'une machine puisse mimer avec une telle perfection les compétences linguistiques humaines», note Juliane Schröter, vice-rectrice chargée du numérique et professeure de langue et de littérature allemandes. «C'est la preuve de l'importance du langage dans la société. Cette inquiétude représente un argument en faveur de plus d'investissement dans l'étude des langues, des textes et des discours.»*





DROIT

# IA ET PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE: LE GRAND BOULEVERSEMENT

ENTRE UNE EUROPE QUI PENCHE VERS TOUJOURS PLUS DE RÉGULATION ET DES ÉTATS-UNIS QUI DÉFENDENT LE DROIT À L'INNOVATION, LA LÉGISLATION AUTOUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE SE TROUVE À UN TOURNANT DÉCISIF.

**E**n mai 2023, les scénaristes d'Hollywood amorçaient un mouvement de grève de près de cinq mois pour obtenir une revalorisation de leurs salaires ainsi qu'un meilleur encadrement de l'usage de l'intelligence artificielle. Ce printemps, c'est l'actrice Scarlett Johansson qui a dû batailler ferme, avocats à l'appui, pour empêcher l'entreprise OpenAI d'utiliser sa voix afin d'interagir avec les utilisateurs et utilisatrices de ChatGPT4. De son côté, l'artiste Jason Michael Allen feraille avec la justice depuis 2022 pour faire reconnaître ses droits sur l'œuvre *Théâtre d'opéra spatial*, créée via l'outil d'intelligence artificielle Midjourney et récompensée d'un prix lors d'un concours de photographie organisé dans le Colorado. Quant au rappeur Drake et au chanteur The Weeknd, ils se sont réveillés un beau matin en découvrant que leurs voix avaient servi à leur insu pour générer un clip musical ayant été vu près de 10 millions de fois sur la plateforme TikTok.

Autant d'exemples qui illustrent bien les bouleversements causés par l'émergence de l'intelligence artificielle (IA) en matière de protection de la propriété intellectuelle. Le point sur la question avec Yaniv Benhamou, professeur de droit du numérique et de l'information à la Faculté de droit et membre de l'Autorité indépendante d'examen des plaintes en matière de radiotélévision (AIEP).

*«Contrairement aux technologies apparues au XX<sup>e</sup> siècle, qui ont permis d'automatiser certaines tâches répétitives, par exemple dans l'industrie de l'automobile, l'IA est capable de réalisations créatives, pose le juriste. Ce qui la met en concurrence avec des professions non seulement créatives mais aussi dites "intellectuelles" comme celles de chercheur, de journaliste ou de traducteur-interprète. Sur le plan juridique, cette situation pose deux grandes questions. La première porte sur l'usage des données permettant d'entraîner ce type d'outils. La deuxième concerne la protection des données et le respect de la vie privée.»*

**Nourrir la bête** Le principe de base des intelligences artificielles contemporaines consiste à créer un programme informatique sous la forme d'un réseau de neurones artificiel, capable d'apprendre à partir des données dont on l'alimente. C'est ce qu'on appelle les «training data» ou données d'entraînement. Pouvant prendre des formes très diverses (articles de journaux, images, vidéos, textes, conversations ou informations personnelles glanées sur les réseaux sociaux...), ces informations étaient jusqu'ici, dans leur immense majorité, accessibles librement et de façon gratuite sur Internet.

Cette manne pourrait toutefois rapidement se tarir. Au cours des trois dernières années, près de la moitié des sites utilisés pour nourrir les IA sont en effet devenus payants



«Théâtre d'opéra spatial», de Jason Michael Allen, qui a remporté le concours d'art de la Colorado State Fair le 5 septembre 2022, devenant ainsi l'une des premières images générées par l'IA à remporter un tel prix.

ou ont érigé des barrières empêchant la récolte automatisée de leurs données par les robots qui alimentent les IA. *«Nous sommes entrés dans une nouvelle ère que l'on peut appeler 'l'hiver des données', constate Yaniv Benhamou. Alors qu'à l'origine, Internet avait été pensé comme un espace global, libre et accessible à chacun, c'est en train de devenir un territoire de plus en plus fermé et fragmenté.»*

Sur le plan juridique, cette évolution s'est accompagnée par l'ouverture aux États-Unis d'une trentaine de procès pour violation du droit d'auteur impliquant notamment le *New York Times* dont le site est massivement utilisé par des compagnies comme OpenAI ou Microsoft pour faire progresser leurs programmes d'IA.

La situation se tend également sur le front des données personnelles des utilisateurs d'Internet avec toute une série d'actions en justice collectives, aux États-Unis comme en Europe, dont l'objectif est d'empêcher que ne soient récupérées sur internet des données personnelles, telles que des conversations Facebook ou des images sur YouTube pour entraîner des IA génératives et des outils conversationnels tels que ChatGPT.

C'est d'ailleurs le même motif qui a poussé le gouvernement italien à suspendre le déploiement de ce produit dans son pays pendant près d'un mois au cours du printemps 2023 dans l'attente de garanties en matière de protection des données. Plus précisément, le régulateur italien souhaitait qu'OpenAI fournisse une information détaillée aux citoyens nationaux sur l'utilisation de leurs données et que ces mêmes citoyens aient le droit d'accéder et éventuellement d'effacer les données les concernant.

**Innovation vs régulation** *«Nous nous trouvons actuellement à la croisée des chemins entre deux visions très différentes de ce que peut ou ne peut pas faire l'IA, constate Yaniv Benhamou. Les anglo-saxons, suivant une tradition libérale, ont davantage tendance à mettre en avant l'innovation, tandis que l'Europe s'efforce de réguler ce qui peut l'être. Avec le risque, à terme, de créer un fossé entre ces deux mondes.»*

L'approche concernant le droit d'auteur illustre bien ce hiatus. Dans la plupart des juridictions du monde, les données soumises au droit d'auteur sont en effet protégées en tant que telles dès lors qu'elles sont réutilisées à des fins d'entraînement d'une IA. Et ce, même si elles n'apparaissent pas dans les résultats finaux produits par ladite IA.

Pour abaisser cet obstacle, de nombreuses législations (sous les appellations de Text and data mining exceptions en Europe et de Fair Use aux États-Unis) ont introduit des exceptions à cette mesure contraignante.

Le législateur européen a cependant fortement limité la portée de ces exceptions dans la mesure où il est relativement facile pour les ayants droit de les déclarer

inapplicables et de prévoir des mesures de protection visant à empêcher des robots d'indexation de venir extraire les informations sur un site web. Une brèche dans laquelle s'est engouffrée l'immense majorité des personnes ou consortiums concernés rendant cette mesure caduque.

Par ailleurs, depuis l'entrée en vigueur du Règlement sur l'intelligence artificielle (IA Act), le 1<sup>er</sup> août 2024, les fournisseurs d'IA ont aussi l'obligation de fournir un résumé détaillé des œuvres qu'ils utilisent pour entraîner leurs machines sur l'ensemble des territoires de l'UE.

*«La difficulté est qu'il est très compliqué, voire infaisable, de publier l'ensemble des données avec lesquelles des programmes comme Dall-E et Midjourney ou ChatGPT ont été entraînés, relève Yaniv Benhamou. Il y a non seulement un problème de masse, on parle là de milliards de données, mais aussi une difficulté liée au format dans lequel ces données devraient être présentées. Sans parler de la mise à jour de ces informations, qui représente un vrai casse-tête, en particulier pour les start-up européennes qui disposent d'une puissance de feu moindre que celle de leurs concurrents américains ou chinois.»*

Du côté américain, cette asymétrie est encore renforcée par le fait que la portée du Fair Use n'est pas encore clairement définie. *«La question sera probablement tranchée devant les tribunaux d'ici à 2026, poursuit le juriste. Soit un juge décide que le Fair Use s'applique et les IA – en tout cas celles similaires au cas tranché – pourront continuer à s'entraîner en utilisant des données récupérées sur internet. Soit le même magistrat considère que l'exception ne s'applique pas dans le cas présent et toutes les applications de l'IA devront cesser d'exploiter ces données à des fins d'entraînement. Ou alors elles devront les acheter, ce qui ne fera qu'accélérer le processus de monétarisation des données.»*

**Vie privée exigeante** En parallèle, la législation sur la protection de la vie privée a également beaucoup évolué ces dernières années, ce qui risque d'avoir un impact considérable sur les IA. Alors qu'il y a une décennie, très peu de pays avaient édicté des textes détaillés sur ce sujet, 125 États disposent en effet aujourd'hui de législations encadrant la vie privée et les données personnelles.

Le Règlement général sur la protection des données (RGPD) adopté en 2018 par l'Union européenne, par exemple, oblige tout prestataire fournissant des services sur le territoire de l'UE à être transparent sur les données personnelles qu'il est amené à utiliser. Il confère par ailleurs aux individus le droit de contrôler les informations qui les concernent, d'y accéder et d'en obtenir l'effacement. *«Ces droits s'appliquent même si les données sont librement accessibles sur Internet, précise Yaniv Benhamou. Ce qui, là encore, complique énormément la tâche des entreprises*



## Yaniv Benhamou

Professeur de droit du numérique et de l'information à la Faculté de droit

**Formation:** Après un doctorat à la Faculté de droit de l'UNIGE, il pratique le droit à Genève et à Zurich et réalise des séjours de recherche à l'étranger (Munich, Melbourne et Boston).

**Parcours:** Ses recherches portent sur les technologies émergentes (IA, Web3), les industries créatives et les communs numériques. Il est membre du Comité directeur du Digital Law Center, du CAS Digital Finance Law et du Centre universitaire du droit de l'art. Parallèlement à ses activités académiques, il est membre de l'Autorité indépendante d'examen des plaintes en matière de radio-télévision (AIEP) et exerce comme avocat conseil dans une étude genevoise.

## «ON NE PEUT PAS ÊTRE POURSUIVI POUR AVOIR CRÉÉ UN TABLEAU IMITANT LE STYLE D'ANDY WARHOL.»

*qui développent des IA, puisqu'elles reprennent souvent des millions de données portant sur des millions d'individus à des fins d'entraînement.»*

Pour contourner cet écueil, une entreprise peut choisir d'entraîner ses IA uniquement avec les données de son propre réseau social, comme le fait X avec son chatbot Grok ou Meta, qui projette d'entraîner son propre système avec les utilisateurs de Facebook ayant consenti à cet usage. Une autre option consiste à passer des accords commerciaux sous forme de licence, ce qu'a fait OpenAI avec le réseau Reddit.

Pour l'heure, certains plaident en faveur d'une exception à la protection de la vie privée au motif d'un intérêt prépondérant qui justifierait le développement d'IA performantes et accessibles aux consommateurs et consommatrices. Il existe d'ailleurs un précédent allant dans ce sens puisqu'un tribunal américain a reconnu à un tiers le droit d'exploiter les données de LinkedIn au nom du «droit de conduire des affaires». *«Cette décision est intéressante, commente Yaniv Benhamou, dans la mesure où elle reconnaît qu'il existe un intérêt à exploiter commercialement des données. La grande question sera ensuite de déterminer ce qui prévaut entre l'intérêt à développer des outils d'IA ou la protection de la vie privée des individus. Vu l'importance de la protection des données, on peut douter que l'intérêt à l'IA puisse prévaloir, mais cela ouvre une brèche dans laquelle les compagnies actives dans l'IA pourraient tenter de s'engouffrer à l'avenir.»*

En attendant d'y voir plus clair en ce qui concerne les inputs, la situation se décline également un peu du côté des outputs de l'IA, c'est-à-dire des résultats qu'elle produit. Ce qui est clairement établi aujourd'hui, c'est que si un texte, un son ou une image réalisée par le biais d'une intelligence artificielle ressemble à une œuvre existante protégée et est reconnaissable en tant que telle, il s'agit d'une violation du droit d'auteur. Ce qui est moins clair par contre, c'est le statut des résultats obtenus «à la manière de». *«Du moment où on ne reproduit pas des éléments individuels d'une création artistique, on est à peu près libre de copier ce que l'on veut, précise Yaniv Benhamou. On ne peut pas être poursuivi pour violation de droit d'auteur pour avoir créé un tableau imitant le style d'Andy Warhol, tout comme le rappeur Drake et le chanteur The Weeknd n'ont pas pu empêcher la diffusion d'un titre imitant leur style. Et si Scarlett Johansson est parvenue à dissuader OpenAI d'exploiter sa voix pour ChatGPT, ce n'est pas tant au nom de la protection du droit d'auteur que sur la base de la protection de la personnalité.»*

L'autre point qui fait débat touche à la propriété des œuvres créées par le biais d'une IA, comme l'illustre la bataille juridique engagée par Jason Michael Allen pour faire reconnaître ses droits sur *Théâtre d'opéra spatial*, une photographie produite selon les instructions de l'artiste par le logiciel Midjourney. L'ensemble des règles qui régissent actuellement la propriété intellectuelle octroient en effet des droits uniquement à des personnes physiques. Il n'est pas impensable que dans un avenir plus ou moins proche les choses évoluent et qu'une machine – qu'il s'agisse d'une IA, d'un robot ou d'une créature virtuelle – puisse disposer d'une telle prérogative. Le Parlement de Nouvelle-Zélande a bien accordé en 2017 à un de ses fleuves une personnalité juridique. Mais en attendant, l'élément décisif reste l'apport créatif d'une personne physique humaine et le lien de causalité entre cet apport créatif et le résultat produit par l'IA.

*«Concrètement, résume Yaniv Benhamou, plus l'utilisateur d'outils d'IA dispose d'un contrôle sur les paramètres de l'outil, plus on va être enclin à considérer qu'il est bel et bien l'auteur de l'œuvre qu'il va produire. Inversement, moins il aura de contrôle, moins on aura tendance à reconnaître ses droits d'auteur, sa production tombant dès lors dans le domaine public.»*

La frontière entre les deux n'est cependant pas toujours facile à délimiter. Un tribunal américain a ainsi considéré que Jason Michael Allen ne pouvait revendiquer de droits sur son *Théâtre d'opéra spatial* au motif qu'il s'est contenté de donner quelques instructions au logiciel qui a fourni l'essentiel du travail. À l'inverse, un magistrat chinois a reconnu les droits d'une internaute de son pays qui a procédé de façon tout à fait similaire, considérant que cette dernière a fourni un effort créatif notable. *«Ces questions sont fondamentales, conclut Yaniv Benhamou. Si on protège facilement toute œuvre générée à l'aide d'outils d'IA, on risque de se retrouver avec un cyberspace surpeuplé de contenus protégés. À l'inverse, si l'on refuse toute protection, on a un risque de sous-protection avec des œuvres artificielles. Celles-ci étant alors non protégées (et donc a priori gratuites), elles concurrenceront les œuvres humaines protégées par le droit d'auteur (a priori payantes), ce qui bouleversera l'écosystème économique.»*



«Autoportrait de Vincent  
van Gogh», par le logiciel  
Midjourney.







# L'HÔPITAL FACE À CELLES ET CEUX QUI S'EN PLAIGNENT

**DIRECTRICE DU CENTRE SUR LE VÉCU DES PATIENT-ES, DES PROCHES ET DES PROFESSIONNEL-LES CRÉÉ PAR LE CHUV, BÉATRICE SCHAAD ÉTAIT DE PASSAGE À GENÈVE DANS LE CADRE D'UNE CONFÉRENCE DONNÉE SOUS L'ÉGIDE DE LA FONDATION LOUIS-JEANTET. ENTRETIEN.**

**R**epenser l'hôpital sur la base de l'expérience de ceux et celles qui le fréquentent et qui y travaillent: c'est l'objectif que poursuit Béatrice Schaad depuis une dizaine d'années. Professeure titulaire chargée de l'enseignement et de la recherche sur les relations entre patients, proches et professionnels à l'hôpital au sein de la Faculté de médecine de l'Université de Lausanne (UNIL), cette ancienne journaliste a lancé en 2012 un espace de médiation au sein du CHUV, avec l'idée de pouvoir ainsi recueillir des informations inédites sur les éléments qui restent d'ordinaire dans l'angle mort des évaluations portant sur la qualité des institutions de soins. Une démarche qui a abouti à la création, en janvier 2024, du Centre sur le vécu des patient-es, des proches et des professionnel-les. Cette structure, rattachée à la fois à l'hôpital universitaire vaudois et à l'Institut des humanités en médecine, a pour mission non seulement de recueillir les doléances des usagers et usagères de l'institution, mais aussi de fournir des connaissances – tant en termes d'enseignement que de recherche – en vue de pallier les dysfonctionnements qui menacent de transformer la fameuse «machine à guérir» de Michel Foucault en machine à produire des conflits. Rencontre à l'occasion de la conférence donnée à Genève par Béatrice Schaad sous l'égide de la Fondation Louis-Jeantet.

**Campus: Qu'est-ce qui a motivé l'ouverture d'un espace de médiation au sein du CHUV en 2012?**

**Béatrice Schaad:** J'ai toujours été passionnée par le fait de collecter des témoignages et des expériences de vie. L'idée d'exploiter ce type de matériel pour améliorer la médecine

s'est imposée pour un faisceau de raisons. Les sondages de l'époque donnaient un taux de satisfaction des patients atteignant 93%. Cela contredisait un certain nombre de récits publiés dans les médias relatant l'expérience malheureuse d'un ou d'une patient-e et qui étaient extrêmement délétères pour le personnel soignant. Ces patient-es s'adressaient aux journaux parce qu'ils ou elles avaient le sentiment qu'il était impossible de raconter ce genre d'histoire dans les murs de l'hôpital. Au cours de mes études aux États-Unis, j'ai par ailleurs eu l'occasion de rencontrer le patron de la qualité du Massachusetts General Hospital qui réservait ses vendredis après-midi à rencontrer des patient-es et leur entourage et qui m'avait confié apprendre énormément de ces moments de partage. Enfin, j'avais été très touchée par le récit d'une mère qui avait perdu son enfant à la suite d'une maladie neurodégénérative et qui avait très mal vécu la façon dont l'hôpital lui avait annoncé l'arrêt des traitements de son fils.

**C'est-à-dire?**

Elle a ressenti un manque d'empathie et de disponibilité de la part du médecin qu'elle a vu. Elle a aussi évoqué l'utilisation d'un jargon technique et un tabou autour de la mort prochaine de son enfant ainsi que le peu de cas accordé à ce qu'elle savait en tant que mère. Ce qui m'a frappée dans cette histoire, c'est que la définition qu'avait cette mère de la médecine était centrée sur ce qui peut sembler être ses «à côté». Il est attendu des professionnels qu'ils excellent dans le domaine technique, la complexification des procédures exige qu'ils s'y consacrent en priorité. Le temps dévolu à la relation n'est par ailleurs pas valorisé financièrement par les systèmes de remboursement,



ce qui peut participer à générer du conflit. D'où l'idée d'ouvrir un lieu pour collecter ces difficultés vécues de part et d'autre.

### **La création de l'espace de médiation a-t-elle été bien acceptée en interne?**

Dans le cadre de ma thèse de doctorat, j'ai mené une étude sur la base d'entretiens avec des médecins pour voir comment ils vivaient la médiation par rapport à la résolution de conflit par voie juridique. Leur retour n'était pas systématiquement positif. Certains estimaient que l'on encourageait la culture de la plainte, d'autres relevaient une dichotomie entre la communication de l'institution qui se voulait très valorisante et l'ouverture d'un lieu pour s'en plaindre. C'était très instructif et cela montrait que cet espace pouvait générer des craintes et des résistances. Cela nous a permis de réadapter la communication interne sur ce qu'est que la médiation.

### **Le succès auprès de la patientèle a-t-il été rapidement au rendez-vous?**

Oui, nous avons très vite atteint le rythme de croisière qui est encore le nôtre aujourd'hui, à savoir entre 500 et 600 témoignages par année. L'équipe de médiateurs et médiatrices m'a rapidement signalé que ces témoignages contenaient de nombreuses informations susceptibles d'inspirer des démarches d'amélioration et qu'il fallait donc les partager sous forme anonymisée avec l'institution.

### **En quoi le témoignage des patients est-il particulièrement précieux?**

D'abord parce que les usagers du système hospitalier font l'expérience de la prise en charge dans sa continuité. Ils relèvent des difficultés avant d'entrer dans l'hôpital, pendant qu'ils y sont et après leur sortie, ce qui leur permet de déceler des dysfonctionnements qui peuvent échapper à d'autres outils de veille de la qualité.

### **Par exemple?**

Le fait d'être convoqué pour une opération qui est annulée au dernier moment, ce qui signifie que le patient a peut-être pris congé pour rien et qu'il devra se réorganiser pour revenir à une date ultérieure. Un patient qui reçoit

des résultats qui ne le concernent pas, une erreur de médication à la sortie de l'hôpital, des résultats d'examens transmis tardivement ou des problèmes de facturation... Nous avons eu la chance de pouvoir développer un système de collecte de l'information qui nous a initialement été inspiré par l'Espace de médiation des HUG, précurseur dans le domaine. Sur la base de travaux de chercheurs de la London School of Economics et de ma thèse, nous avons par la suite développé un système de classification des plaintes qui permet de comprendre précisément quelle est la nature du problème rencontré, le moment de la prise en charge où il s'est passé, etc.

## **«LA PLUPART DES GENS VEULENT SIMPLEMENT QU'ON LES ÉCOUTE.»**

### **De quoi se plaignent les patient-es qui viennent vous voir?**

L'étude que nous avons menée sur les 250 premiers récits d'expérience collectés au sein de l'espace de médiation montre que les doléances portant sur le volet relationnel et donc sur l'attitude du personnel soignant sont 4 fois plus nombreuses que les plaintes relatives à des erreurs médicales. Ce que les gens supportent mal, c'est un manque de considération, le sentiment d'une déshumanisation. Ces patients évoquent un vocabulaire qui est celui de la boucherie. Ils ont l'impression d'avoir été traités comme des morceaux de viande. Il faut relever que nous collectons 500 à 600 témoignages par an sur un total de 53 000 hospitalisations et 3900 consultations par jour. C'est donc très peu en regard de l'intensité de l'activité, mais beaucoup si l'on considère

la qualité des informations que ces usagers partagent avec l'hôpital.

### **Qu'attendent-ils en retour de votre part?**

La proportion de personnes qui viennent chez nous pour obtenir une véritable médiation est relativement faible, environ 10 à 12% par année. Elles demandent à revoir la ou les personnes dont elles estiment qu'elles sont à l'origine de leur problème. Notre travail, c'est de remettre les personnes concernées en contact en suivant une procédure, qui passe notamment par des entretiens de préparation, de façon à créer un cadre sécurisé permettant un dialogue apaisé.

### **Qui est visé par ces récriminations?**

Le plus souvent, c'est la figure du médecin qui cristallise la colère. Dans ce genre de situation, nous travaillons à privilégier une approche systémique du problème. Dans les faits, ce sont en effet entre 44 et 75 personnes qui sont impliquées dans les soins prodigués à un patient hospitalisé. C'est une véritable course de relais et il est donc totalement injuste de viser un individu en particulier.

### **Que demandent les patients qui n'ont pas recours à la médiation?**

La plupart des gens veulent simplement qu'on les écoute. Ils viennent chez nous afin de trouver un appui qui leur permettra de reformuler leur insatisfaction de façon à ce qu'elle soit audible pour les équipes soignantes. Ils souhaitent que leur démarche soit constructive afin d'éviter que ce qui leur est arrivé ne se reproduise. L'injonction, qu'elle soit explicite ou implicite, c'est: «Je prends de mon temps pour vous raconter une expérience malheureuse, alors faites-en quelque chose.»

### **Les patients et les proches ne sont d'ailleurs pas les seuls à recourir à vos services...**

En effet. À l'origine, l'espace de médiation était surtout destiné aux patients qui souffrent de l'hôpital. Mais au fil des ans, nous recevons

## BIO EXPRESS

**1967:** Naissance à Nyon.

**1991:** Licence en sciences politiques à l'UNIGE.

**1992-2006:** Journaliste au «Nouveau Quotidien» et à «L'Hebdo».

**2007:** Master en santé publique à Harvard.

**2008:** Directrice du Service de communication du CHUV.

**2012:** Lancement de l'Espace de médiation entre patients, proches et professionnels.

**2017:** Thèse de doctorat en sciences de la vie à l'UNIL.

**2019:** Professeure titulaire à la Faculté de biologie et de médecine de l'UNIL.

**2024:** Création du Centre du vécu des patient-es, des proches et des professionnel-le-s.



de plus en plus de professionnels qui souffrent des patients. Ce type de demande représentait 6% du total en 2012, contre 17% aujourd'hui.

### Comment expliquez-vous cette augmentation?

La part des dépenses qu'un ménage moyen consacre à la santé a pratiquement doublé entre 1996 et 2023. Les gens qui viennent à l'hôpital en veulent donc pour leur argent, ce qui constitue une source de tension considérable. Une autre partie du problème est liée à l'identité même de la profession de médecin. C'est un métier qui demande beaucoup d'endurance et qui est soumis à une pression croissante, notamment en termes de réduction des coûts de la santé. Signe qui ne trompe pas: 34% des futurs praticiens songent à quitter la profession après avoir été au contact du patient. C'est un énorme gâchis sur le plan financier, mais cela démontre aussi qu'il y a un problème d'adaptation entre ce qu'on enseigne dans les facultés et ce qui se passe sur le terrain. Enfin, la violence à l'égard du personnel de santé a explosé ces dernières années.

### Dans quelle mesure?

En France, 84% des assistantes en soins disent craindre une agression dans le cadre

de leur travail. Au sein des HUG, 300 agressions graves contre le personnel soignant ont été recensées au cours de l'année 2023. Ces formes d'incivilité croissantes ne sont hélas pas propres à l'hôpital.

### Votre objectif est de transformer les doléances que vous recevez en démarche d'amélioration. Comment procédez-vous?

Nous transmettons nos résultats 4 fois par an à la direction médicale et soignante, en mettant en avant des thématiques prégnantes. Nous allons aussi dans les différents services de l'hôpital avec ces données, soit parce qu'ils nous en font la demande, soit parce qu'on a repéré des problématiques. À partir de là, on peut commencer à bâtir des démarches visant à améliorer le fonctionnement de l'institution.

### Avez-vous des exemples?

Nous avons partagé des témoignages qui montrent que leurs proches n'ont pas un accès aisé au dossier d'un patient décédé. C'est un sujet qui peut générer des conflits, surtout pour les familles qui viennent de l'étranger et qui aimeraient comprendre ce qui s'est passé sur la base du dossier médical de la personne disparue. Or, la procédure pour accéder à ces informations est assez complexe. Nous avons

rapporté une vingtaine de doléances portant sur ce sujet à la direction générale qui a décidé de développer des projets pour améliorer la communication dans ce domaine. Au niveau des services, des professionnels ont travaillé sur la base d'une doléance de patients qui vivaient difficilement le fait de s'entendre dire après un examen sanguin par exemple: «Pas de nouvelles, bonnes nouvelles.» Pour y répondre, cette équipe du service d'oncologie médicale a élaboré une stratégie qu'elle souhaite mettre en place pour les patients qui désirent avoir un accès direct à leurs résultats. Une autre équipe a fait un important travail pour mieux prendre en compte les contraintes de temps des patients, notamment en termes de planification de leurs rendez-vous afin d'éviter de les convoquer le jour où ils ont agendé d'autres activités récurrentes ou de regrouper les moments où ils se rendent à l'hôpital.

Propos recueillis par Vincent Monnet

«Réinventer les soins grâce à celles et ceux qui s'en plaignent», par Béatrice Schaad, Ed. Kraft, Le Temps, Heidi news.



# À VERNIER, LE CANNABIS LÉGAL SOUFFLE SA PREMIÈRE BOUGIE

LA CANNABINOTHÈQUE

**COMPTE UN MILLIER DE CLIENTS RÉGULIERS.**

CETTE EXPÉRIENCE PILOTE S'INSCRIT DANS UN PROJET DE REFONTE DE LA LOI SUR LES STUPÉFIANTS ET EST SUIVIE PAR DES SCIENTIFIQUES DE L'UNIGE.

**E**lle ressemble à un commerce comme un autre. C'est en tout cas son objectif. Petite boutique accueillante, propre et lumineuse, la Cannabinothèque de Vernier a ouvert ses portes il y a une année exactement. Elle se niche entre un salon de coiffure et un bureau de poste dont elle a hérité des locaux ainsi que des barreaux protégeant sa vitrine. Petite différence avec ses voisins, ici, il faut sonner pour entrer. Précaution évidente eu égard à la nature des produits mis en vente, à savoir, comme son nom l'indique, du cannabis sous toutes ses formes: feuilles et fleurs séchées, pollen, résine et huile. Des échantillons sont présentés sur le comptoir, mentionnant pour chacun le taux de THC ( $\Delta$ -9-tétrahydrocannabinol) et de CBD (cannabidiol), les deux principes actifs du chanvre. Pas question toutefois de pousser à la consommation ni de faire du profit. Ici, on parle autant de qualité et d'effets psychotropes que d'addiction et de prévention des risques. Gérée par l'association ChanGE, la Cannabinothèque fait en effet partie d'un projet pilote visant à tester la vente régulée de

cannabis dans le canton, dans la perspective d'une éventuelle légalisation nationale de cette substance. Elle constitue également un laboratoire grandeur nature dont le suivi scientifique est mené conjointement par Sandro Cattacin, professeur au Département de sociologie (Faculté des sciences de la société), et Daniele Zullino, professeur au Département de psychiatrie (Faculté de médecine) et médecin-chef du Service d'addictologie des Hôpitaux universitaires de Genève. Petite visite.

*«La cannabinothèque est très bien acceptée dans le quartier, il n'y a aucun incident à déplorer, constate d'emblée Sandro Cattacin. Il y a bien eu des inquiétudes au début de l'expérience. Certains habitants craignaient que soit attirée toute une faune de gens indésirables. Mais comme cela n'a pas eu lieu, les peurs ont disparu.»*

**Cadre soigné** À l'intérieur, le cadre soigné et décontracté inspire lui aussi l'apaisement. Un grand écran occupe un pan de mur et diffuse de la musique et des documentaires afin de faire patienter le chaland. Ce vendredi du début du mois d'octobre est jour d'affluence car





KEYSTONE/CHRISTIAN BEUTLER

la boutique ferme le week-end. En moyenne, plusieurs dizaines de clients sont servis quotidiennement. Une fois inscrit, on peut venir librement. Mais chaque nouveau client doit d'abord passer un entretien mené par une infirmière. Il doit aussi accepter de répondre 2 fois par an à un questionnaire scientifique et de signer une charte interdisant, entre autres, la revente ou le partage du cannabis. Cette dernière règle n'est toutefois que rarement respectée, vu le caractère très social de la consommation de ce produit. Tout le monde ne peut pas non plus faire partie de la clientèle. Les mineurs et femmes enceintes sont exclus du programme, tout comme les individus ayant des comportements problématiques ou manifestant des troubles d'ordre psychiatrique. Certains sont redirigés par l'équipe vers le Service d'addictologie des HUG. Il arrive aussi que des visiteurs viennent non pas pour acheter mais pour demander conseil en vue d'arrêter leur consommation.

**Consommation raisonnable** «Notre objectif n'est pas l'arrêt de la consommation – ce serait une erreur de tenir un tel discours –, mais la réduction des risques, tient à préciser Sandro Cattacin. On sait que lorsqu'un consommateur prend vraiment conscience des risques, son usage de la substance devient plus raisonnable. Il choisit mieux les produits en fonction de ce qu'il recherche, il baisse les doses, il vaporise (la boutique vend des appareils pour cela) au lieu de brûler l'herbe mélangée au tabac, etc. Par ailleurs, de telles boutiques, où par la force des choses vendeurs et clients se connaissent bien, opèrent une sorte de contrôle social. Ce que nous aimerions démontrer, c'est qu'il est possible avec des structures comme la Cannabinothèque

*d'influer favorablement sur la consommation de cannabis d'une population tout en évitant les effets collatéraux très graves liés à la prohibition.*»

**Objectif: 1200 inscriptions** Au cours de la première phase du projet, environ 900 personnes se sont inscrites. L'objectif est désormais d'atteindre les 1200 inscriptions. Le problème, c'est que l'endroit est assez petit et se remplit vite. «On aimerait ouvrir un deuxième espace, admet Sandro Cattacin. Si possible un peu moins décentré que celui-ci, qui attire beaucoup plus de gens de Vernier que d'ailleurs.»

C'est alors que la sonnerie de la porte d'entrée annonce l'arrivée d'un nouveau client. C'est Régis\*, un habitant du quartier, justement, et un client de la première heure. Âgé de 29 ans, il travaille comme enseignant remplaçant pour des classes du cycle et du collège. Il vient se fournir pour le week-end. «J'ai toujours été en faveur de la légalisation du cannabis, avoue-t-il. Dès que cette boutique s'est ouverte, je me suis inscrit pour pouvoir me procurer de l'herbe en étant sûr de sa qualité et en sachant que je ne financerais pas le terrorisme en la payant. Je suis aussi ravi de pouvoir choisir le taux de THC (je préfère des petits pourcentages), sans craindre de mauvaise surprise. Je suis satisfait de cette nouvelle solution et j'en parle à tous mes amis fumeurs.»

Résultat: Régis ne recourt plus au marché noir, ce qui n'est cependant pas toujours le cas. De nombreux clients ont en effet développé des relations plus ou moins amicales avec leur dealer habituel auquel ils se sentent souvent tenus par une certaine loyauté.

Bien qu'il soit encore trop tôt pour dessiner les profils types des clients de la Cannabinothèque, Sandro Cattacin observe

Culture «indoor» de cannabis sous de la lumière ultraviolette, à Bassersdorf. La Cannabinothèque de Vernier se fournit chez des producteurs romands, gardés secrets, qui font pousser leur chanvre «outdoor».



## La Cannabinothèque

Ouverte en décembre 2023 dans la commune de Vernier, cette boutique vend du cannabis à usage récréatif à des centaines de clients, sur inscription.

**Adresse:** Vernier

**Gestion:**  
Association ChanGE

**Contact:** 076 559 98 30  
changeeneve.ch

que les premiers inscrits sont en général des gens bien insérés dans la société, ayant bénéficié d'une bonne formation. Ils ont un intérêt à organiser leur vie et à ne plus dépendre du marché noir. Parmi ces pionniers, on compte aussi des personnes ayant souffert de se retrouver dans l'illégalité, avec son lot d'amendes et d'angoisses. Certaines ont vécu l'ouverture du magasin avec un intense soulagement, presque les larmes aux yeux. La deuxième vague, qui s'est inscrite dès mars ou avril 2024, est formée d'amateurs d'herbe qui ont préféré observer la situation avant de se lancer.

**Les femmes se cachent pour fumer** De plus, 80% des inscrits sont pour l'instant des hommes. Cette dernière statistique s'explique, pour le chercheur genevois, par la nature patriarcale de la société. Les hommes osent davantage s'afficher comme consommateurs de cannabis – ou d'autres drogues d'ailleurs – avec tous les risques d'ébriété ou d'arrestations que cela suppose. On attend des femmes qu'elles soient plus raisonnables, se donnent moins en spectacle, s'occupent des enfants... Elles préfèrent dès lors des drogues plus discrètes, comme les médicaments, et se cachent pour fumer.

Au total, environ un tiers des clients a moins de 30 ans, la moitié entre 30 et 50 ans et les 20% restants plus de 50 ans. Les jeunes sont clairement sous-représentés alors qu'ils forment le public cible le plus intéressant en matière de prévention des comportements à risques. Le problème, c'est qu'ils sont souvent rebutés par les prix pratiqués à la boutique.

*«Nous sommes coincés sur ce point, estime Sandro Cattacin. Il faut bien payer correctement les producteurs et les vendeurs. La qualité a un prix. Si nous baissions nos tarifs, nous serions accusés d'inciter à la consommation. Et s'ils étaient trop élevés, nous risquerions de ne plus servir à rien.»*

Du point de vue de la demande, les responsables de la Cannabinothèque ont été surpris par l'engouement inattendu, à l'image de Régis, pour des produits ayant une faible



FABIAN SCOTTI

teneur en THC (4%, c'est le minimum proposé). Ils ont ainsi dû rectifier leur offre. À l'autre extrémité de la gamme, de nombreux usagers se plaignent de ne pas trouver de taux dépassant les 18% (la limite imposée à l'association est de 20%). Il s'agit d'une concentration relativement sérieuse, mais qui se situe très loin des records californiens flirtant avec les 40%.

Le taux de 18%, c'est celui du produit phare de la boutique, l'herbe n° 1 «Salem Spirit», qui promet des arômes boisés, de pin et d'agrumes et un effet relaxant. Son prix est de 12 francs le gramme (un des plus chers du catalogue). C'est supérieur au tarif du marché noir qui oscille

entre 6 et 10 francs le gramme, un montant qui a d'ailleurs curieusement baissé dans le quartier ces derniers mois. Coïncidence?

**Vendeurs et dealers** *«Il y a des dealers tout près d'ici, confirme Sandro Cattacin. Au début, ils se pointaient devant la boutique juste après la fermeture pour attraper les retardataires. Mais on a réussi à mettre fin à cette pratique. Cela dit, c'est une population qui nous intéresse. Nous allons mener une étude systématique sur eux. Nous leur avons déjà parlé (j'ai un doctorant et une assistante qui travaillent sur ce thème) et ils nous ont confié qu'ils ne nous considèrent pas comme un*

Sandro Cattacin,  
professeur au Département  
de sociologie (Faculté  
des sciences de la  
société), au comptoir de  
la Cannabinothèque de  
Vernier.

*concurrent. Leurs produits sont meilleurs, estimant-ils. L'objectif affiché de la vente régulée est toutefois de s'attaquer au deal de rue et donc à l'activité de ces individus qui sont essentiellement des jeunes du quartier, ici à Vernier, tandis qu'en ville, il s'agit de sans-papiers. C'est une question encore taboue, mais je me dis qu'il ne serait pas sot d'impliquer quelques-unes de ces personnes dans le projet de la Cannabinothèque afin de leur donner une chance au lieu de simplement les priver de leur source de revenus.»*

**Profil de terpènes** En attendant, la boutique verniolane est tenue par des professionnels de la vente et du cannabis. Derrière le comptoir, casquette vissée à l'envers sur la tête, Lucas est un ancien de Kahna Queen, une entreprise qui vend du CBD (c'est-à-dire du cannabis légal ne contenant pas de THC, la substance psychoactive) à Genève depuis 2017. Et le personnage aime bien aller dans le détail de ses produits. «Ici, on ne parle pas seulement de pourcentage de CBD et de THC mais aussi et surtout de profil de terpènes, explique-t-il. Ce sont des composés produits par la plante et qui lui confèrent des arômes et des effets récréatifs ou médicinaux. L'information est immédiatement accessible en scannant un code QR imprimé sur les sachets que nous vendons. Au-delà de l'effet psychoactif, cela permet au client d'acheter le produit qui lui convient le mieux: excitant, relaxant musculaire, réduisant l'appétit, soulageant la douleur ou ayant des propriétés sédatives...»

Le modèle de la Cannabinothèque genevoise est unique dans le paysage suisse et même international. L'association ChanGE est en effet une association à but non lucratif qui se concentre sur la prévention des risques. L'esprit est de favoriser au maximum l'échange avec les consommateurs (la Cannabis Community), considérés comme des partenaires à part entière. Deux de leurs représentants sont d'ailleurs devenus membres de l'association ChanGE, et l'un des deux fait même partie du comité, présidé par Ruth Dreifuss, ancienne conseillère fédérale toujours très

impliquée dans le débat autour des drogues. Ces mêmes consommateurs se rencontrent aussi de leur côté dans des réunions auxquelles Sandro Cattacin a été invité. Le chercheur est vu comme l'évaluateur de l'expérience et non comme un membre de l'association ChanGE ou un représentant des autorités. Les membres de la Cannabis Community osent davantage lui parler librement sans craindre d'éventuelles – et très hypothétiques – répercussions.

Le projet pilote qui a été monté à Lausanne, Can-L, est similaire. La seule différence notable, c'est qu'à Genève, les vendeurs sont des spécialistes du cannabis, ce qui n'est pas le cas à Lausanne. Quant aux quelques autres essais qui ont démarré en même temps ailleurs en Suisse alémanique, ils sont de nature très différente. Certains d'entre eux ont organisé la vente de cannabis dans des pharmacies, où les échanges entre vendeur et client sont réduits à leur portion congrue. La coloration médicale de l'ensemble, qui fait penser que le cannabis serait un médicament, a peu de chances d'assurer le succès du modèle. Il existe également un projet franchement commercial à Zurich. «Une telle configuration comporte un risque évident d'incitation à la consommation, estime Sandro Cattacin. Le but de la structure est de vendre son produit, pas de faire de la prévention.»

**Une beuh certifiée bio** De plus, les projets romands ont la particularité de se fournir auprès de producteurs locaux, deux dans le canton de Vaud et un à Genève. Leur emplacement est tenu secret, pour d'évidentes raisons de sécurité, et les cultures, en pleine terre et sous serres, sont étroitement surveillées par des caméras vidéo. Les ouvriers sont également tenus à la plus grande réserve sur leurs activités, même auprès de leurs proches. Les plants, certifiés bio, poussent dans des sols qui n'ont pas vu de pesticides depuis trente ans et sont labellisés bio. Les taux de THC et de CBD sont contrôlés avec précision, ce qui permet de vendre des produits exempts d'additifs chimiques (problème récurrent du marché

noir) et parfaitement calibrés, avec un contenu correspondant exactement à ce qui est indiqué sur le contenant. «La plupart des consommateurs n'ont jamais consommé de cannabis de cette qualité», se vante Sandro Cattacin.

**Nouveauté législative** L'histoire de la Cannabinothèque commence en 2014 avec la publication du rapport d'un groupe de réflexion interpartis (animé par Sandro Cattacin) intitulé «Un modèle efficace de réglementation du cannabis: les associations de consommateurs de cannabis (ACC)». Après plusieurs péripéties politiques, le processus aboutit finalement en 2020 à la modification de la loi fédérale sur les stupéfiants (LStup) prévoyant la possibilité d'autoriser exceptionnellement, dans un cadre d'expérimentations scientifiques, «la culture, l'importation, la fabrication et la mise dans le commerce de cannabis». Cette nouveauté législative est suivie en 2021 d'une Ordonnance qui fixe les exigences auxquelles les essais pilotes doivent se soumettre.

C'est dans ce sillage que l'association ChanGE est créée pour superviser et réaliser l'essai pilote. En plus des deux représentants des consommateurs, elle est constituée de membres des autorités sanitaires genevoises et de spécialistes du domaine des addictions, de la santé, de la prévention, du travail social, de la communication et de la sécurité. Le projet doit durer trois ans, plus un an d'analyses des données. Rien n'est encore formellement prévu pour la période d'après, mais il est peu probable que la Cannabinothèque ferme aussi rapidement ses portes. «Une première mouture d'une nouvelle loi sur les stupéfiants doit être présentée prochainement, explique Sandro Cattacin. Elle intégrera la possibilité de réguler la vente de cannabis bien que l'on ne sache pas encore selon quel modèle. Cela dit, on n'en est qu'au début des discussions. En Suisse, une telle procédure prend en général une dizaine d'années.»

Anton Vos

\*Prénom fictif



# EVELINA TRUTNEVYTE, L'ORACLE ÉNERGÉTIQUE

LA SUISSE AMBITIONNE DE DISPOSER D'UN **APPROVISIONNEMENT EN ÉNERGIE À «ZÉRO ÉMISSION NETTE»** D'ICI À 2050. UN OBJECTIF QUI EST LOIN D'ÊTRE HORS DE PORTÉE SELON EVELINA TRUTNEVYTE, SPÉCIALISTE DES MODÉLISATIONS ÉNERGÉTIQUES.

**P**our prédire l'avenir, les Grecs anciens se fiaient aux oracles. De nos jours, ce rôle incombe davantage aux modélisations scientifiques. Et dans ce domaine, Evelina Trutnevte est aujourd'hui devenue une experte incontournable. Professeure associée à l'Institut des sciences de l'environnement et au Département F.-A. Forel des sciences de l'environnement et de l'eau, elle compte en effet parmi les 15 membres de la Commission fédérale pour la recherche énergétique et elle est à la tête de nombreux projets de recherche autant à l'échelle nationale qu'européenne. Son principal objectif: développer des modélisations permettant d'évaluer la faisabilité des mesures prises par les pouvoirs publics en matière de transition énergétique et d'atténuation du changement climatique tout en identifiant les moyens nécessaires à leur réalisation. Portrait.

Evelina Trutnevte voit le jour dans la coquette cité balnéaire lituanienne de Palanga, située sur la rive ouest de la mer Baltique, non loin de la frontière avec la Lettonie. Son père, ingénieur dans le domaine de l'énergie, et sa mère, sage-femme de son état, ont eu trois enfants (deux filles et un garçon) qui sont déjà presque adultes lorsque la petite dernière vient au monde. Âgée de 5 ans lorsque chute le mur de Berlin, elle ne garde que peu de souvenirs de l'événement qui ne bouleverse pas outre mesure son existence.

«Comme les autres pays baltes, la Lituanie était un endroit un peu à part sous l'ère soviétique, replace la chercheuse. Nous avons toujours perçu les Russes comme des envahisseurs et conservé

*une culture politique plus progressiste et plus libertaire que dans la plupart des anciens États du bloc de l'Est. Et les conditions économiques étaient aussi bien meilleures. La seule chose liée à cette période que je me rappelle vraiment, c'est que mes parents étaient scotchés devant le poste de télévision pour suivre les informations lorsque les Russes ont tenté de reprendre le pays en main au début de l'année 1991.»*

**«MES PARENTS ÉTAIENT SCOTCHÉS DEVANT LE POSTE DE TÉLÉVISION LORSQUE LES RUSSES ONT TENTÉ DE REPRENDRE LE PAYS EN MAIN AU DÉBUT DE L'ANNÉE 1991.»**

Menée de concert par les forces armées soviétiques et le KGB, l'opération vise à prendre le Parlement national et la tour de la télévision, tous deux situés à Vilnius. Face à la résistance de la population, elle tourne cependant rapidement court, laissant tout de même une quinzaine de victimes et des centaines de blessés sur le carreau.

Première des anciennes républiques soviétiques à avoir proclamé son indépendance, la Lituanie rejoint logiquement l'Union européenne ainsi que l'OTAN en 2004. Pour Evelina Trutnevte, c'est la perspective de pouvoir un jour étudier à l'étranger. Et c'est avec cette idée dans un coin de la tête qu'elle passe un concours lui permettant d'intégrer un cursus international très sélectif pour les deux

dernières années du gymnase.

Loin de se douter qu'elle finira par suivre les traces de son père, elle opte alors pour une filière générale avec un accent particulier sur les mathématiques et la physique.

«En Lituanie, on doit penser très tôt à son orientation professionnelle afin de choisir les matières permettant d'intégrer le programme universitaire souhaité, explique-t-elle. Je me suis tournée vers le génie de l'environnement parce qu'à ce moment-là, j'étais très intéressée par tout ce qui touche à la pollution de l'air. Comme la plupart de mes compatriotes, j'ai un rapport très étroit à la nature. Les Litoniens ont l'habitude de prendre soin de leur environnement.

Ils sont très attachés aux paysages, qui sont restés très naturels, et on passe beaucoup de temps au bord des lacs et dans les forêts.»

En fin de bachelier, un cours d'introduction à l'énergie la décide pourtant à changer de voie et à s'engager dans une formation de Master en génie de l'énergie.

Comme beaucoup de jeunes Litoniens, elle trouve un travail parallèlement à ses études et

## Bio express

**1984:** Naissance à Palanga (Lituanie).

**2006:** Bachelor en génie de l'énergie à la Vilnius Gediminas Technical University.

**2008:** Master en génie de l'énergie à Vilnius.

**2012:** Thèse de doctorat à l'EPFZ.

**2018:** Professeure assistante à l'Institut des sciences de l'environnement et au Département F.-A. Forel de l'UNIGE (Faculté des sciences).

**2021:** Professeure associée à la Faculté des sciences.

**2023:** Membre de la Commission fédérale de recherche sur l'énergie.





KEystone / OLIVIER MAIRE

En combinant les ressources hydroélectriques existantes avec un mix d'installations solaires, d'éoliennes et d'énergie issue de la biomasse, la Suisse pourrait disposer d'un approvisionnement en énergie à «zéro émission nette» d'ici à 2050.

œuvre quelque temps en tant que consultante dans le secteur privé. Une activité qui est loin de lui déplaire mais qui la convainc malgré tout d'opter pour une carrière de chercheuse. Après un séjour à l'Université d'Aalborg, au Danemark et un détour par Oslo, elle met le cap sur Zurich, où elle rejoint le Laboratoire des systèmes d'énergie électrique de l'École polytechnique fédérale (EPFZ) dans le cadre d'un séjour de recherche initialement censé durer trois mois.

*«Au départ, je ne pensais pas rester très longtemps en Suisse parce que cela faisait déjà un bon moment que j'étais à l'étranger et que j'avais envie de rentrer chez moi, explique la chercheuse. Mais les opportunités de connaissances et de réseautage qu'offrait l'EPFZ étaient sans commune mesure avec celles qui prévalaient à l'université où j'étudiais en Lituanie, qui est pourtant la plus grande université technique du pays.»*

C'est donc sur les rives de la Limmat qu'Evelina Trutnevyte réalise sa thèse de doctorat avant de s'envoler pour Londres où elle se perfectionne dans le domaine des modélisations énergétiques. Un art qu'elle maîtrise bientôt suffisamment pour revenir à l'EPFZ avec le soutien d'une prestigieuse bourse Ambizione Energy du Fonds national suisse

de la recherche scientifique (FNS) et y constituer un petit groupe de recherche. Deux ans plus tard, elle rejoint l'Institut des sciences de l'environnement et le Département F.-A. Forel de l'UNIGE, où elle décroche, en 2021, un autre subsidie très compétitif, en l'occurrence une bourse Eccellenza pour les professeur-es avec pré-titularisation conditionnelle couvrant la période 2021-2025.

*«Ce qui fait la spécificité de notre approche, explique la principale intéressée, c'est que nous combinons l'analyse des données avec des calculs très détaillés liés aux différentes sources d'énergie (solaire, éolien, hydraulique, combustibles fossiles, nucléaire, biomasse), ce qui est tout à fait classique, avec des paramètres issus des sciences sociales, comme les questions relatives à l'acceptation, à l'équité ou à la faisabilité de la mise en œuvre, par exemple, ce qui l'est beaucoup moins. Il est en effet relativement simple de déterminer ce qui est bien ou pas d'un point de vue techno-économique et environnemental. Mais il est beaucoup plus complexe de parvenir à anticiper les conséquences sur le fonctionnement de la société dans son ensemble.»*

En quelques années, la «méthode Trutnevyte» a en tout cas largement fait ses preuves. Au point qu'elle est devenue une personnalité



de premier plan dans le domaine. Désormais membre de la Commission fédérale pour la recherche énergétique (CORE) et de la Commission élargie de l'énergie des Académies suisses des sciences, elle fait aujourd'hui également partie de nombreux projets suisses et européens portant sur la politique énergétique et climatique aussi bien que sur la science fondamentale. Rédactrice en chef adjointe des revues *Renewable and Sustainable Energy Transition* et *Climatic Change*, elle est en outre membre du comité de rédaction de *Environmental Modelling & Software* et officie en tant qu'examinatrice au sein de plusieurs titres de très haut niveau (*Science*, *PNAS*, *Nature Climate Change* ...).

En tant que chercheuse principale, elle a par ailleurs dirigé des projets pour plus de 7,8 millions de francs suisses provenant de diverses sources, notamment le FNS, l'Office fédéral de l'énergie, le programme européen Horizon ou le financement industriel.

*Last but not least*, Evelina Trutnevyte est très fortement impliquée dans le programme Swiss Energy Research for the Energy Transition (Sweet). Financé par l'Office fédéral de l'énergie sur une période qui court de 2021 à 2032, ce gigantesque chantier vise à encadrer l'implémentation de la transition énergétique en Suisse via des modèles innovants. Il est partagé en plusieurs consortiums dont les activités sont coordonnées, dans leur ensemble ou partiellement, par les équipes de l'UNIGE.

Evelina Trutnevyte partage ainsi avec Michael Lehning, chercheur à l'EPFL, le pilotage du consortium Sweet-EDGE (Enabling Decentralized Renewable Génération in the Swiss Cities, Midlands and the Alps). Visant à accélérer la croissance des énergies renouvelables décentralisées d'origine locale en Suisse et à s'assurer que d'ici à 2050, le système énergétique suisse sera conçu et exploité de manière optimale et sûre, Sweet-EDGE est doté d'un budget global de 22,3 millions de francs et implique 16 partenaires de recherche, 20 partenaires de mise en œuvre et

plus de 40 autres partenaires de soutien issus de l'industrie et des autorités publiques.

La chercheuse genevoise participe également au volet Sweet-PATHFINDER (Pathways to an Efficient Future Energy System through Flexibility and Sector Coupling), dirigé par l'EPFZ, qui a, quant à lui, pour objectif de relever le défi de l'intégration d'une part plus importante de sources d'énergies renouvelables dans le système énergétique suisse. Dans ce cadre, le groupe d'Evelina Trutnevyte contribue à la modélisation spatiale des systèmes énergétiques.

## **«QUELLE QUE SOIT L'OPTION CHOISIE, L'OBJECTIF FIXÉ EST TOUT À FAIT RÉALISABLE SANS ROGNER SUR LE NIVEAU DE CONFORT DE LA POPULATION.»**

Courant sur dix ans et dirigé par l'Université de Bâle, SWEET-CoSi (Co-Evolution and Coordinated Simulation of the Swiss Energy System and Swiss Society) se concentre sur les interactions entre la société et le système énergétique. Le projet vise à lier différents domaines de recherche (économie, sciences sociales et humaines) à la modélisation énergétique, tout en établissant un échange direct avec les parties prenantes concernées. En tant que coresponsable du projet, Evelina Trutnevyte est notamment chargée de fournir des méthodes permettant de faire dialoguer modélisation énergétique et sciences sociales.

Enfin, en marge de la nouvelle loi fédérale sur l'approvisionnement énergétique, qui a été acceptée en votation populaire le 9 juin dernier et qui ambitionne d'augmenter considérablement la production d'électricité renouvelable d'ici à 2050, Evelina Trutnevyte et ses collaborateurs-trices ont publié un rapport dessinant différents scénarios permettant de réaliser ces objectifs.

Afin de compléter le potentiel hydroélectrique existant, le premier combine les nouvelles technologies: un mix d'installations solaires discrètes sur les toits et les façades, des éoliennes sur les montagnes jurassiennes et de l'énergie issue de la biomasse.

Le deuxième mise sur le photovoltaïque individuel. Chaque habitation serait ainsi dotée de panneaux solaires et de batteries individuelles. Cette production électrique serait complétée par la construction de quelques parcs solaires alpins.

Le troisième scénario met l'accent sur la productivité. Il prévoit de concentrer les infrastructures sur les sites les plus productifs, comme les parcs solaires dans les cantons alpins et les éoliennes dans l'Arc jurassien.

*«Quelle que soit l'option choisie, conclut Evelina Trutnevyte, l'objectif fixé est tout à fait réalisable. Il faudra certes accélérer considérablement le rythme actuel auquel s'opère la transition, mais il existe une grande variété de solutions pour mettre en œuvre le but visé par la loi. Cela offre la possibilité de faire des choix au cas par cas, selon que l'on souhaite privilégier la réduction des coûts, la protection de la nature ou l'acceptation sociale. Le tout sans recourir à des combustibles fossiles ni à l'énergie nucléaire et sans rogner le niveau de confort de la population.»*

Vincent Monnet

# À LIRE

## L'ART CONTEMPORAIN EN GRAPHIQUES



Rendre visibles sous la forme d'une infographie les enjeux majeurs de l'art contemporain d'un point de vue esthétique, politique et économique, c'est le pari relevé par Béatrice Joyeux-Prunel, professeure d'humanités numériques à la Faculté des lettres de l'UNIGE, et Guillemette Crozet, data designer et cartographe, dans cet ouvrage proposant une nouvelle écriture graphique. Grâce à la *data visualisation*, il offre une immersion inédite dans l'univers de l'art contemporain, au travers de son histoire, de ses acteurs et actrices, de ses œuvres, de leur matérialité et de leur circulation.

On y apprend entre autres choses que Richard Orlinski est l'artiste français vivant le plus vendu au monde, que moins de 5% des œuvres des grands musées occidentaux sont africaines, que sans pétrole, il n'y aurait probablement pas

d'art contemporain, que *Sans titre* est désormais la manière la plus fréquente d'intituler une œuvre d'art et qu'il existe en France une trentaine d'artothèques où l'on peut emprunter des œuvres quelques mois sans les acheter.

*L'Art contemporain: une infographie* s'intéresse également à la place réservée aux artistes femmes et à l'évolution des matériaux utilisés dans les œuvres d'art, tout en explorant les stratégies d'exposition des artistes sur les réseaux sociaux et la percée des pays non occidentaux sur la scène internationale. Ce faisant, l'ouvrage propose un parcours original, mondial et transversal à travers l'histoire de l'art du second XX<sup>e</sup> siècle et des créations les plus récentes.

«*L'Art contemporain: une infographie*», par Béatrice Joyeux-Prunel et Guillemette Crozet, CNRS Éditions, 110 p.

## LES MATHS, C'EST PAS UN PROBLÈME

En mathématiques, la résolution de problèmes est un exercice riche d'enseignement pour les élèves. Elle permet en effet de donner du sens aux notions mathématiques, tout en développant les mécanismes de réflexion. Codirigé par le professeur Jean-Luc Dorier et Sylvie Coppé, maîtresse d'enseignement et de recherche, deux membres de l'équipe de didactique des mathématiques (Section des sciences de l'éducation), cet ouvrage, fruit de plus de quatre années de recherches menées par un groupe de 14 personnes, a pour objectif d'interroger et d'évaluer les effets de la pratique de la résolution de problèmes en classe sur les apprentissages des élèves. Il offre une approche complète de ce type d'exercice, à la fois comme objet et comme outil d'enseignement.

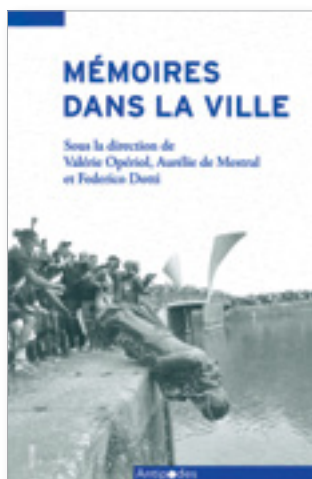
De multiples aspects sont traités à différents niveaux scolaires, du début du primaire jusqu'à la fin du secondaire, que ce soient les effets des interactions avec l'enseignant-e ou entre les élèves, le rôle de l'évaluation ou encore la place de la résolution de problèmes dans les programmes de mathématiques. Le tout en fait un outil unique pour comprendre les ressorts didactiques à l'œuvre dans cet exercice et pour favoriser la progression des élèves. AC

«*La Résolution de problèmes en mathématiques*», par Jean-Luc Dorier et Sylvie Coppé (dir.), UGA Éditions, 392 p.



## PENSER L'HISTOIRE À L'ÉCOLE

En 2015, la campagne Rhodes must fall obtient le déboulonnage de la statue de Cecil Rhodes – figure de l'impérialisme britannique – à l'Université du Cap en Afrique du Sud. En 2020, catalysée par le meurtre de George Floyd, une vague de contestations se répand sur plusieurs continents et questionne des monuments



ayant un lien avec le colonialisme et l'esclavagisme. Parallèlement, des initiatives féministes s'efforcent de rendre aux femmes leur place dans les villes. Statues, bustes et noms des rues font aujourd'hui l'objet de contestations, de revendications et d'actions militantes. Ce questionnement traduit une évolution sociétale orientée vers une forme de reconnaissance des mémoires blessées et invisibles en accord avec les valeurs actuelles. Tout cela se retrouve dans cet ouvrage issu d'un projet collectif mené au sein de l'Équipe de didactique de l'histoire et de la citoyenneté (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation) et qui examine la manière dont ces débats s'invitent à l'école. Les chapitres rendent compte des expériences menées en classe et analysent les réactions des élèves. Les thématiques embrassées reflètent une certaine vision de l'histoire enseignée à l'école: une discipline de sciences sociales qui traite de controverses, de questions sensibles et qui cherche à faire acquérir les moyens d'exercer une pensée historienne, afin que les élèves soient à même de réfléchir aux enjeux mémoriels, aux différents rapports de domination ainsi qu'aux mécanismes d'inclusion et d'exclusion sociales. **AC**

«*Mémoires dans la ville*», par Valérie Opériol, Aurélie de Mestral et Federico Dotti (dir.), Éd. Antipodes, 216 p.



### POLITIQUEMENT SUISSE

Profitant d'une mise à jour portant sur le système de partis, cette 2<sup>e</sup> édition, disponible gratuitement en ligne, dresse l'état des lieux des connaissances sur le système politique suisse en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle et les transformations qu'il a connues au cours des dernières décennies.

«*Politique suisse. Institutions, acteurs, processus*, 2<sup>e</sup> édition», par Pascal Sciarini, Éd. Épistémé, 636 p.



### L'HISTOIRE DE ROME AU FÉMININ

De la louve mythique à la déesse Rumina, en passant par la nourrice Acca Larentia, cette enquête anthropologique, historique et philologique innovante revisite les origines de Rome à partir des figures féminines qui accompagnent l'histoire de Romulus et Remus.

«*Lupae. Présences féminines autour de Romulus et Rémus*», par Francesca Prescendi, Éd. Brepols 155 p.



### DROIT ET SCIENCES SOCIALES

Répression de l'usage de stupéfiants, délinquance juvénile, victimisation, sentiment d'insécurité: dans le troisième volet de son triptyque, Christian-Nils Robert passe en revue quelques thématiques dont la montée en puissance a transformé le fonctionnement de la justice pénale et des sciences criminelles.

«*Pour une sociologie de la criminalité*», par Christian-Nils Robert, Éd. Georg, 113 p.



### COMMENT DIRE LA MORT

Enrichie d'une préface inédite, d'une biographie de Bernard Crettaz (disparu en 2024) ainsi que d'une bibliographie actualisée, cette réédition revient sur l'expérience des *Cafés mortels* qui, depuis 2004, a permis à des milliers de personnes de se confronter au tabou que constitue encore trop souvent la fin de vie.

«*Cafés mortels*», par Bernard Crettaz, Éd. Labor et Fides, 160 p.



# IMMERSUM

Plonger dans le passé  
Βουτιά στο παρελθόν  
Diving into the past

## EXPOSITION

---

### Horaires

Lundi–vendredi: 7h30 à 19h  
Dimanche: 14h–17h

---

**9 décembre 2024 – 16 février 2025**

Salle d'exposition de l'UNIGE  
66 bd Carl-Vogt



#unigexpo  
[unige.ch/-/immersum](https://unige.ch/-/immersum)



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE