

“N’as-tu pas  
peur de partir?”

“Non, non, plus  
maintenant.”

**La mort en question ..... 10**

**Le populisme profite  
d’Internet ..... 23**

**Des médicaments sûrs  
pour tous ..... 38**

**Là où disparaît  
le CO<sub>2</sub> ..... 44**

## Réussir sa mort, oui mais pas tout seul

Tristesse ou soulagement, paralysie ou nouveau départ: pour les proches, l'achèvement d'une vie peut prendre de nombreux visages. Collectivement, la société oscille entre une tabouisation qui a fait disparaître les corps des foyers et une personnalisation croissante de la manière dont nous désirons dire adieu à la vie. Ce nouveau champ de l'individualisme moderne génère une pression inédite: il s'agit de «réussir sa mort», comme on réussit sa carrière, son équilibre personnel, voire son accouchement ... Nous devons désormais craindre l'échec ultime, écrit Daniel Di Falco (p. 12): celui de rater son départ.

La mort est un absolu, une sentence inéluctable, un passage définitif. Mais lorsqu'on la regarde en face, cette vision si nette s'estompe rapidement. La biologie peine à définir le décès: il s'agit d'un processus qui s'étale sur des semaines (p. 15). Ce continuum a des conséquences importantes, notamment pour les décisions liées à la transplantation.

Il s'agit bien d'un domaine dans lequel la science ne saurait apporter de réponses définitives. Au contraire, chaque recherche est susceptible de soulever de nouvelles questions, que ce soit sur le plan médical, sociétal, juridique ou philosophique. A chaque société d'y trouver la réponse qui convient. La mort a beau être universelle, notre manière de la gérer est profondément locale, ancrée dans notre culture, notre religion, notre conception de l'individu et du groupe.

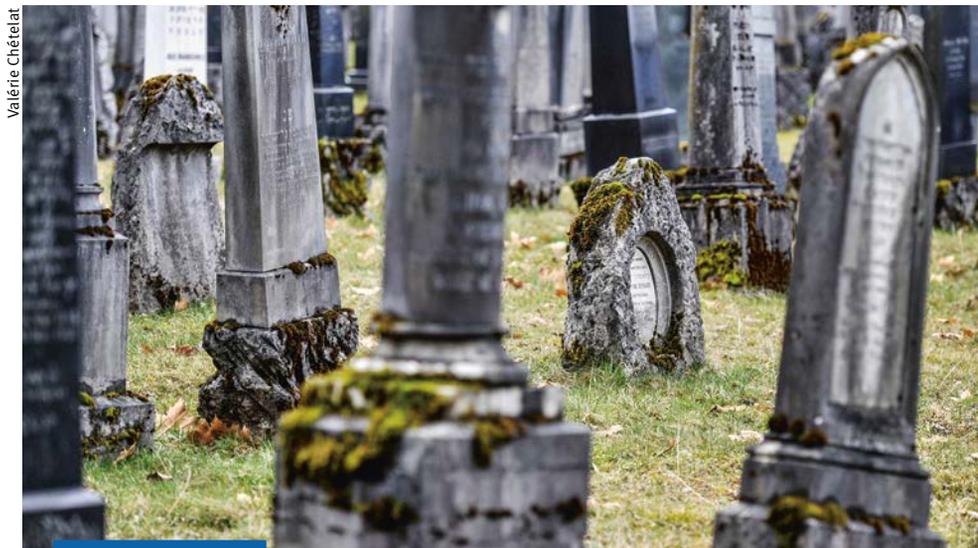
Les pays riches seront toujours davantage confrontés à la manière de gérer la fin de la vie. La médecine ne peut qu'hésiter entre son devoir de guérir et la volonté d'autonomiser le patient, de lui donner la possibilité de décider lui-même quand débrancher les machines, quand refuser la thérapie, quand accepter l'inéluctable (p. 21). Ce choix, si intime, peut nous dépasser. La société se doit de nous accompagner dans cette épreuve. C'est une décision individuelle à prendre de manière autonome, oui. Mais si possible pas tout seul.

Daniel Saraga, rédacteur en chef

Pascale Hofmeier, rédaction

# horizons





Valérie Chételat



2. stock süd

Point fort Fin de vie

Science et politique

## 10

### Voyages au bout de la vie

Pour la science, la mort pose de nombreuses questions. Un nouveau regard sur notre finitude.

#### 12 **Le retour inattendu de la mort**

Notre départ pour l'au-delà reprend sa place dans la société. Aux yeux de certains, il se transforme en projet personnel.

#### 15 **Après le dernier souffle**

La médecine, la biologie et le droit tentent de définir le décès. Une tâche plus difficile qu'il n'y paraît.

#### 18 **Entre cercueils, champignons et poètes**

La mort inspire des recherches étonnantes. Morceaux choisis.

#### 21 **Partir ou rester**

Abandonner la vie représente la décision la plus difficile qui soit. Comment la prendre en toute connaissance de cause?

#### 24 **Drones sous surveillance**

Benoît Curdy standardise le contrôle aérien des drones.

#### 25 **Lorsque la science s'exile**

Des scientifiques fuient leur pays et tentent une seconde vie en Europe.

#### 29 **«Je dois livrer des analyses claires»**

L'attention qu'attirent ses travaux ne le gêne pas, dit le spécialiste de l'immigration Dominik Hangartner.

◀ Couverture: Une patiente de 65 ans souffrant de sclérose latérale amyotrophique évoque un dialogue avec sa mère démente. La citation est issue d'entretiens menés dans le cadre du projet de recherche décrit en page 11.

◀ Couverture intérieure: La chambre est vide. Ce qui reste: des traces sur les murs, et les souvenirs.

Photo: Valérie Chételat

# 32

Manu Friederich



Culture et société

**32 Un lien direct avec le «peuple»**  
Les médias sociaux sont un rêve pour les populistes, et peut-être un cauchemar pour la démocratie.

**34 Parler avec les mains**  
La langue des signes intéresse autant les linguistes que les programmeurs.

**35 Un SMS contre la biture**  
**Les effets secondaires de l'initiative Weber**  
**L'art d'écrire à la plume d'oie**

**36 Un faible pour les questions difficiles**  
Protection des données, équité, liberté de choix: la bioéthicienne Effy Vayena réfléchit aux nouveaux défis de la médecine.

### En image

**6**  
Le matériau du silence

### Débat

**8**  
Faut-il définir l'Anthropocène?

# 38

khlungcenter/Shutterstock



Biologie et médecine

**38 Les oubliés des essais cliniques**  
Comment rendre les médicaments sûrs pour les enfants et les femmes enceintes.

**40 Unis contre les moustiques**  
La recherche invente de nouvelles armes contre la dengue, la malaria et le Zika.

**42 L'évolution de la punition**  
Des modèles mathématiques étudient les meilleures stratégies pour assurer la cohésion d'un groupe.

**43 Des biscuits au fer**  
**Dangereux mélange de médicaments**  
**Des fragements de cellule artificiels**

### Lieu de recherche

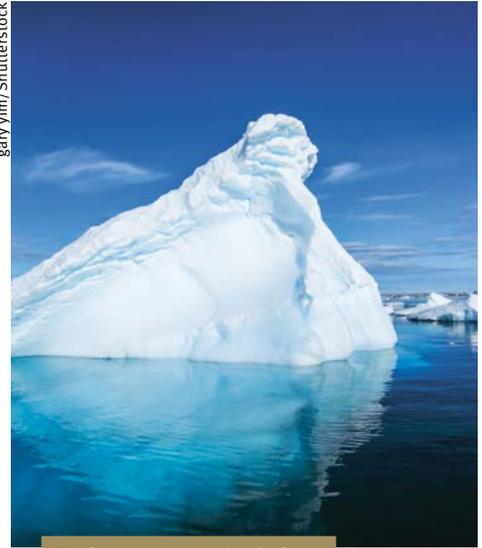
**30**  
Passer sa retraite en vacances

### Comment ça marche?

**49**  
Stimuler électriquement les membres paralysés

# 44

gary yim/Shutterstock



Environnement et technique

**44 Incertitudes sur les puits de carbone**  
Les forêts et les océans absorbent quantité de gaz carbonique, mais le réchauffement modifie la donne.

**46 Le low cost à la conquête de l'espace**  
La Suisse construit des nanosatellites aussi bon marché que précieux.

**47 Les carences d'un oligo-élément vital**  
La concentration mondiale du sélénium est cartographiée pour la première fois.

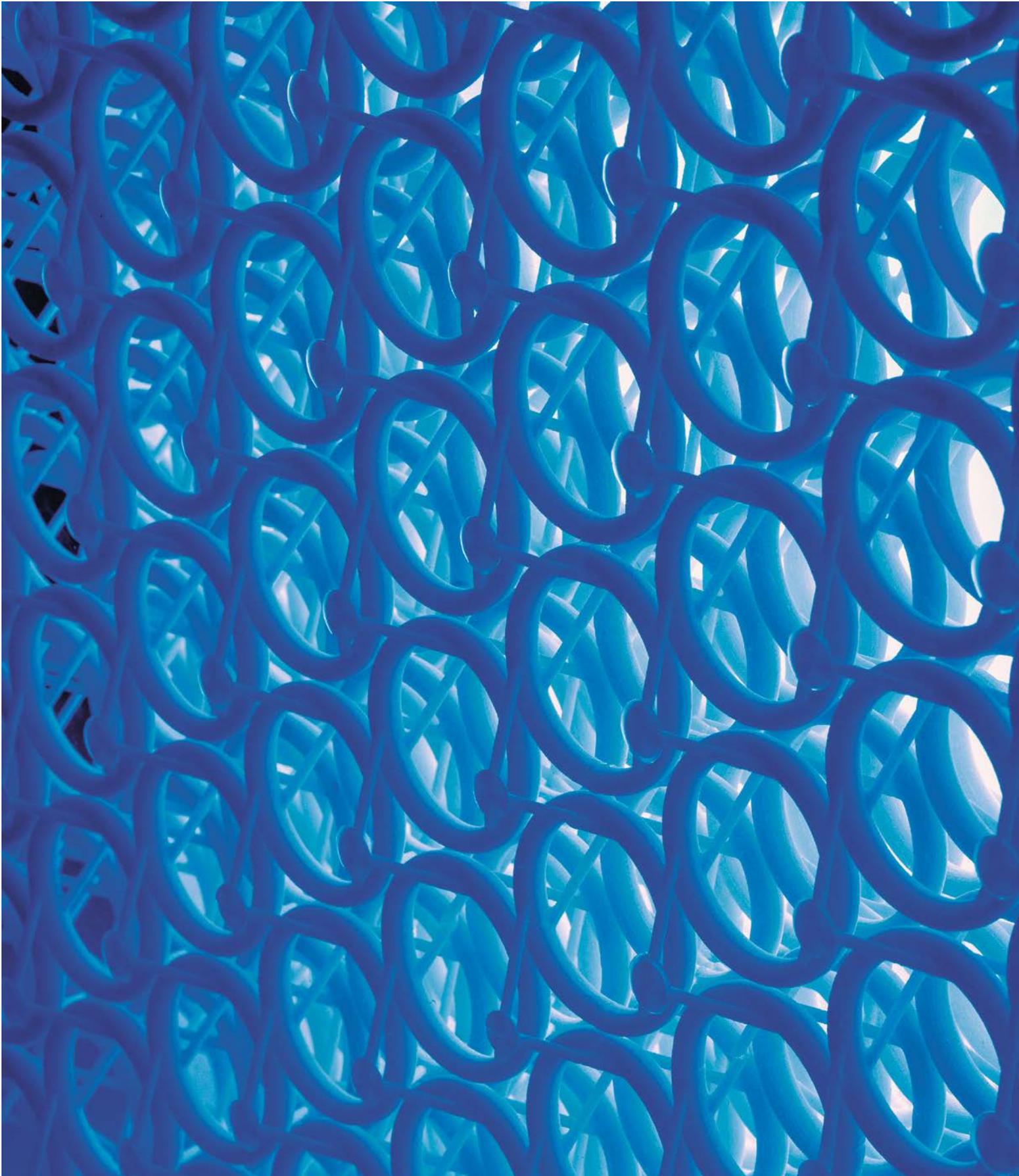
**48 Des algorithmes déchiffrent le maya**  
**Naissance d'un trou noir**  
**La guerre en Syrie affecte les réserves d'eau**

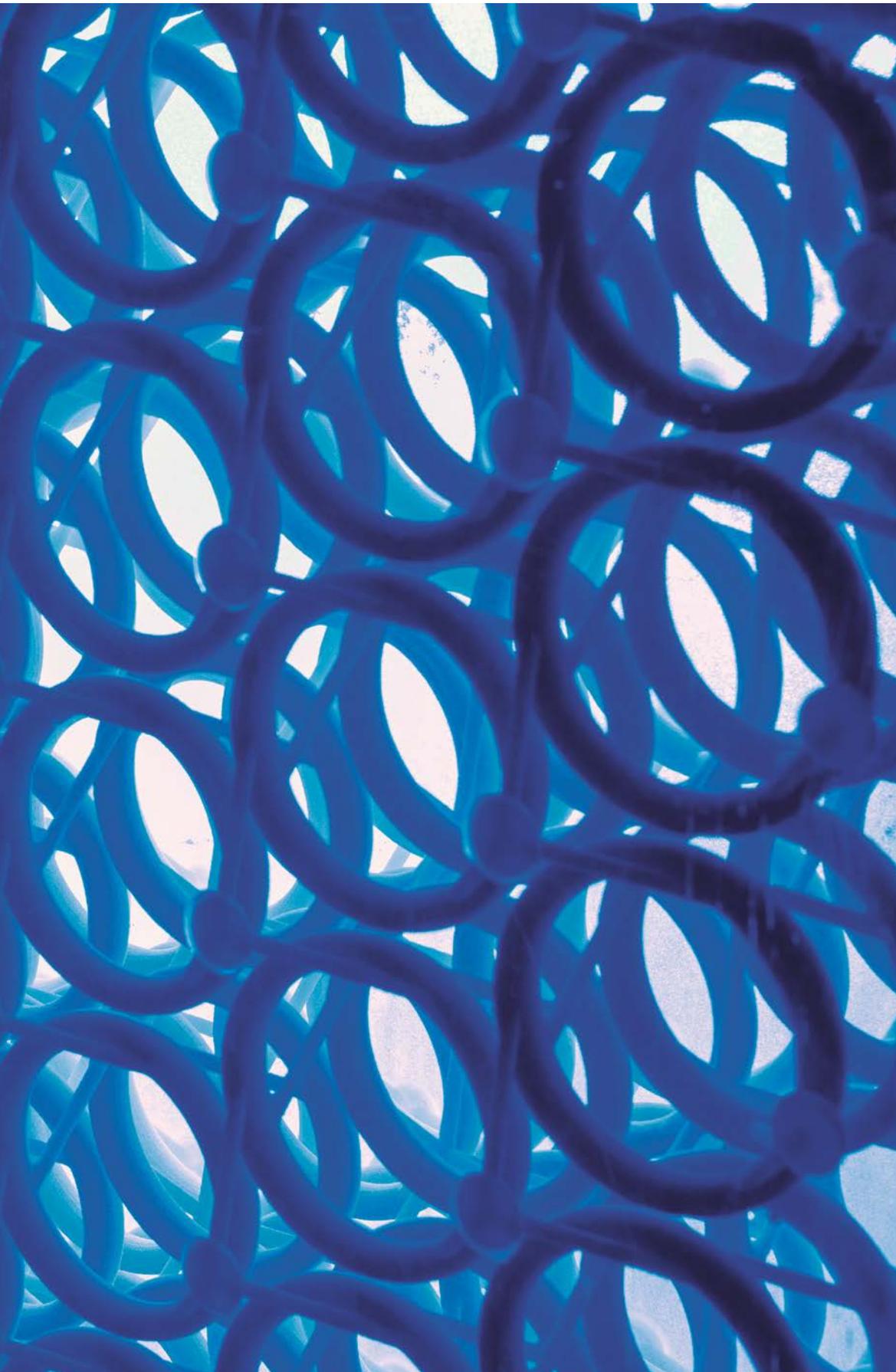
### Verbatim

**50**  
L'ADN de l'innovation

### En direct du FNS et des Académies

**51**  
Un nouveau président pour l'ASSM





## Fabriquer du silence

Cet arrangement étrange de petites structures ressemblant à des ressorts a un objectif bien précis: la réduction du bruit. De 50 centimètres de côté, il pourrait un jour se retrouver dans les bâtiments, les voitures ou les avions, indique son créateur, Andrea Bergamini, de l'EMPA à Dübendorf. Il s'agit d'un remarquable exemple de cristaux phoniques, des structures organisées selon une périodicité précise pour absorber ou renvoyer les ondes sonores. «Ce champ de recherche est plutôt nouveau», dit Andrea Bergamini. «Son nom fait référence aux phonons, des vibrations qui se propagent dans les solides. Il a été inspiré par ses frères aînés, les cristaux photoniques, capables de bloquer ou de rediriger la lumière.»

La structure est produite en impression 3D par le procédé de frittage sélectif par laser (ou SLS en anglais): une poudre polymère est déposée couche après couche et solidifiée par fusion laser. «Nous avons créé des formes semblables à des ressorts afin de changer la réponse de la structure aux ondes sonores. Les anneaux d'un diamètre de quatre centimètres se comportent non seulement comme de petites balles de matière se déplaçant dans différentes directions, mais peuvent également se tordre autour de leurs axes de symétrie.» Ce mouvement supplémentaire permet aux chercheurs d'explorer diverses configurations avant la production. «Notre objectif était de créer un matériau raisonnablement petit et assez ferme pour supporter des charges, tout en étant suffisamment léger pour être utilisé dans l'automobile ou l'aérospatiale. Un équilibre difficile à trouver, mais nous avons réussi! Notre structure réduit 99% des ondes de 800 Hz, la fréquence typique des voyelles dans le langage humain.»

L'équipe de l'EMPA veut placer ce matériau en sandwich entre deux couches de polymère et le tester comme paroi d'intérieur. La structure étant presque vide, elle laisse passer une grande partie de la lumière. Bien que trop épaisse pour servir de vitre, elle pourrait séparer les pièces sans bloquer l'éclairage naturel. *dsa*

Image: EMPA/Beat Geyer

# Faut-il introduire l'époque de l'Anthropocène?

L'espèce humaine laisse une empreinte considérable sur la planète. L'Union internationale des sciences géologiques recommande de proclamer le début d'une nouvelle époque géologique: l'Anthropocène. Une bonne idée?

Manu Friederich (photomontage)



Oui, affirme Flavio Anselmetti de l'Université de Berne.

La fin de la dernière glaciation a marqué il y a 11700 ans le début de l'ère de l'Holocène qui a vu la population mondiale augmenter fortement. Depuis quelques décennies - une période très brève sur le plan géologique - l'espèce humaine a déclenché des modifications si radicales du système Terre qu'elle atteindra bientôt les limites de son espace vital.

C'est pourquoi il y a de bonnes raisons de définir avec l'Anthropocène le début d'une nouvelle ère. Comme beaucoup d'autres unités géochronologiques, elle débute par une extinction massive, dans ce cas déclenchée par les activités humaines. Les expériences nucléaires ont libéré des radionucléides qui n'avaient jamais existé au cours des 4,6 milliards d'années d'histoire de la planète. L'utilisation de combustibles fossiles vieux de plusieurs millions d'années a dégagé une quantité considérable de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ce phénomène s'est déjà produit dans l'histoire de la planète, mais jamais à une telle vitesse et jamais à cause d'une seule espèce. Dans certaines régions, l'érosion des sols provoquée par l'agriculture a entraîné des déplacements massifs de la couche superficielle, bien différents d'une sédimentation

«naturelle». L'impact de l'argile maya sur les forêts tropicales d'Amérique centrale témoigne de l'influence que peut avoir une civilisation.

Il faut que la Commission internationale de stratigraphie définisse précisément cette époque de manière à ce que tous les scientifiques parlent le même langage. Compte tenu des différents processus à l'origine des sédiments récents, il n'est pas étonnant qu'elle ait le choix entre plusieurs dépôts géologiques pour fixer le début de l'Anthropocène. La couche et le moment choisis sont toutefois plutôt secondaires.

«Les fossiles humains permettront aux espèces futures d'identifier l'Anthropocène.»

Flavio Anselmetti

Inscrire le début de cette ère dans les strates géologiques n'aura pas seulement une portée symbolique. Cette époque incarnera les nouvelles conditions du système Terre qui expliquent déjà les varia-

tions significatives de nombreuses séries chronologiques de mesures. Les changements marquants des dépôts géologiques montrent clairement qu'il ne s'agit pas d'un phénomène passager et, en durée, l'Anthropocène ne le cédera en rien à l'Holocène. L'homme y aura joué un rôle déterminant. Ses fossiles caractéristiques de cette époque permettront aux espèces futures de l'identifier dans l'échelle stratigraphique.

Flavio Anselmetti est professeur de géologie du quaternaire et de paléoclimatologie à l'Université de Berne. Auparavant, il a dirigé la sédimentologie à l'institut de recherche de l'eau Eawag à Dübendorf.



# Non,

déclare Jed O. Kaplan  
de l'Université de  
Lausanne.

L'anthropocène constitue un concept politique pertinent qui n'a pas besoin d'une définition formelle ou d'être gravé en lettres d'or dans les strates géologiques. Écrit avec une minuscule, il souligne l'influence de l'humanité sur l'évolution du système terrestre, aussi importante que l'orbite de notre planète autour du Soleil ou les plaques tectoniques. Il faut reconnaître que les activités humaines affectent globalement la planète et entraînent des modifications des écosystèmes, du paysage et du climat qui sont irréversibles dans une perspective géologique. En revanche, définir l'Anthropocène avec un grand A comme nouvelle ère de l'échelle des temps géologiques s'avère, faute de recul, non seulement problématique, mais aussi parfaitement inutile.

L'échelle des temps géologiques représente une grande conquête pour la science du XIXe siècle. La datation absolue par radiochronologie l'a cependant largement supplantée, tant sur le plan scientifique que pédagogique. N'ayant pas de méthode pour dater de manière absolue les événements de l'histoire de la Terre, les premiers géologues ont postulé que les couches rocheuses contenant des fossiles semblables

remontaient à peu près à la même période. Par conséquent, les premières apparitions de certains d'entre eux en différents endroits éloignés ont servi à définir les transitions entre les ères géologiques. L'échelle des temps géologiques originale présentant les divisions que nous utilisons encore aujourd'hui a été développée autour de 1850. En certains lieux, une plaque gravée ou un autre marqueur désigne les strates concernées. Une bonne partie des discussions et des débats récents sur la définition de l'Anthropocène se concentrent par conséquent autour de la question de savoir où placer le marqueur définissant le début de notre ère.

«Faute de recul, définir l'Anthropocène s'avère parfaitement inutile.»

Jed O. Kaplan

La plupart des textes scientifiques modernes et même de vulgarisation ne se réfèrent plus aux époques stratigraphiques pour définir un événement, excepté peut-être dans une phrase d'introduction.

Outre les étudiants en géologie, peu de personnes connaissent par cœur l'ordre et la durée des périodes géologiques. En revanche, n'importe quel lecteur sait que l'extinction des dinosaures il y a quelque 65 millions d'années a précédé de beaucoup l'évolution de l'homme moderne voilà environ 200 000 ans.

Au-delà des problèmes posés par le manque de perspective, comment pouvons-nous définir une ère dans laquelle nous vivons et dont nous ne connaissons pas la fin? Le concept de l'époque de l'Anthropocène s'avère parfaitement superflu en science moderne. Même sans lui, nous pouvons dater précisément les influences successives exercées par l'humanité sur le système terrestre, depuis les débuts de notre espèce jusqu'à aujourd'hui.

Jed O. Kaplan est professeur à l'Institut des dynamiques de la surface terrestre de l'Université de Lausanne. Il étudie l'histoire de l'environnement et les interactions entre les activités humaines, la surface terrestre et le climat.

J'aimerais bien que je m'endorme et passe de l'autre côté. Il n'y pas de barrière, ou bien?!

Patient atteint d'un carcinome de la vésicule biliaire, 84 ans, deux jours avant son décès

# L'ultime adieu

La mort est aussi incontournable et individuelle que la vie. Pour la biologie et la médecine, l'instant précis du décès est difficile à cerner. Pour les juristes et les sociologues, notre finitude soulève une question des plus délicates: celle du libre arbitre.

Les citations apparaissant dans ce dossier donnent un aperçu de souhaits et de craintes exprimés par des personnes malades en phase terminale. Ces déclarations sont extraites d'entretiens conduits par l'équipe de médecine palliative de Heike Gudat dans un établissement médico-social de la région bâloise auprès de 62

patients, de leurs proches ainsi que du personnel médical. Cette étude qualitative a été menée dans le cadre du projet de recherche «Désirs de mort chez les personnes gravement malades» du Programme national de recherche «Fin de vie». Une de ses conclusions: on ne saurait attendre de toute personne qu'elle accepte sa mort.

# La mort comme projet

Devenue taboue au XXe siècle, la mort a retrouvé sa visibilité dans la société. Son individualisation croissante crée une nouvelle pression: celle de «réussir» son départ. *Par Daniel Di Falco*

**A**pprendre à mourir», «Guide du bien mourir» et, bien sûr, «Death for Beginners». A en croire les titres de livres trouvés en librairie, passer de vie à trépas ne va pas de soi. Des ouvrages traitent de directives anticipées ou de liquidation d'appartement, de ces questions dont il faut s'occuper «sans tarder» au moyen d'une «check-list pour prendre congé». Mais ils abordent aussi le décès sous un angle plus personnel, examinant la possibilité d'avoir une «bonne mort» et comment surmonter les blocages qui «empêchent de lâcher prise».

L'affaire est claire: la mort doit désormais être planifiée. Choisir comment l'on souhaite quitter ce monde est même devenu un moyen de réalisation personnelle. Il s'agit d'une «transformation fondamentale», selon le sociologue allemand Werner Schneider, qui évoque une «mise en discours croissante de la fin de vie».

## Un comeback inattendu

Pourtant, rien ne laissait présager un tel changement. Jusque récemment, refouler la mort constituait l'un des signes distinctifs de l'homme moderne occidental. Au cours du XXe siècle, la mort a subi une «relégation», écrit l'historien français Philippe Ariès dans ses «Essais sur l'histoire de la mort en Occident». Déplacée du cocon privé des appartements aux hôpitaux, on laisse aux médecins le soin de s'en occuper. Elle perd sa dimension religieuse, mais aussi sa valeur publique pour devenir un événement invisible et secret.

L'ethnologue et sociologue valaisan Bernard Crettaz, qui a consacré une grande partie de sa carrière à ce sujet, parle de «marginalisation». Un phénomène qui s'installe durant la période qui suit la Deuxième

Guerre mondiale, ère de miracle économique qui voit l'avènement de la société de consommation. Mis à l'écart le plus rapidement possible, c'est avant tout le corps sans vie qui disparaît, écrit-il.

«Une nouvelle norme exige de planifier et de maîtriser son décès.»

Werner Schneider

Philippe Ariès constate à la fin du XXe siècle que notre rapport à la mort est en train de changer: les psychologues, par exemple, critiquent le fait que le deuil soit banni de la vie publique. Aujourd'hui, le sociologue berlinois Hubert Knoblauch observe des «changements radicaux» et une «popularité croissante de la mort». Elle n'est pas uniquement présente dans les débats sur l'aide au suicide, la médecine palliative ou la mort cérébrale. Elle s'affiche ouvertement au cœur de la vie quotidienne: dans les habitudes de commémoration des défunts, dans de nouvelles formes d'obsèques, mais aussi dans des séries diffusées tous les soirs à la télévision, comme «Bones», «Six Feet Under» ou encore la production helvétique «Le croque-mort».

## Objet de divertissement

L'ère de la «relégation» semble donc appartenir au passé. Le philosophe de la culture Thomas Macho évoque une «nouvelle visibilité de la mort», le sociologue Klaus Feldmann parle de son «retour»: externalisée du quotidien de la plupart des gens, elle y revient par les médias.

Comme à travers le décès de la Britannique Jade Goody, qui a d'abord connu la célébrité à travers l'émission de télé-réalité Big Brother, puis en médiatisant sa fin de vie. A 27 ans, l'assistante dentaire apprenait devant des millions de téléspectateurs qu'elle souffrait d'un cancer du col de l'utérus. Dans les mois qui suivirent, elle montra comment elle perdait ses cheveux et comment ses forces l'abandonnaient peu à peu. Le masque à oxygène, les baisers de son mari, sa peur de la fin qui approche et ses implorations pour recevoir une «pilule de la mort»: ces images ont envahi les télévisions et les premières pages des journaux. Seules celles de son dernier souffle au petit matin du 22 septembre 2009, qu'elle avait pourtant vendues à la chaîne payante «Living TV», demeurèrent finalement privées.

A l'inverse, la mort peut propulser un inconnu vers la célébrité. C'est le cas de Norma Bauerschmidt, une Américaine qui avait 90 ans lorsqu'elle a appris qu'elle avait un cancer. Elle décida de ne pas entamer de traitement mais de faire un grand voyage en camping-car à travers les Etats-Unis avec son fils et sa belle-fille. Elle publia le journal documentant son quotidien de mourante sur Facebook et devint de plus en plus connue au fil de son périple relayé par la presse et la télévision. Après un an - 21 000 kilomètres au compteur et 450 000 fans sur Facebook - son état ne lui permit plus de poursuivre. Elle mourut à l'automne 2016 dans un établissement de soins palliatifs sur la côte pacifique.

## Enterrements en ligne

Jade Goody et Norma Bauerschmidt sont des phénomènes médiatiques qui touchent un public médiophile. Cela vaut aussi pour

## L'échec est possible, jusqu'à la fin.

les «enterrements en ligne», ces retransmissions de cérémonies par livestream que des entreprises de pompes funèbres proposent à leurs clients aux Etats-Unis.

La nouvelle visibilité de la mort se manifeste également à un autre niveau. Les proches et les familles des défunts récupèrent des tâches auparavant accomplies par des professionnels du domaine médical ou social, observe Bernard Crettaz. «La mort échappe à l'emprise technocratique, elle s'approche de l'expérience de tout un chacun.» Le repas d'enterrement, lors duquel famille, amis et connaissances se réunissent pour trouver du réconfort dans le deuil, gagne en importance. Un décès représente un «moment exceptionnel de lien social».

Les pompes funèbres confirment la tendance. Les proches de défunts souhaitent par exemple décorer eux-mêmes le cercueil ou l'urne, écrire le discours de l'enterrement ou se charger des formalités administratives. Ces démarches ne sont pas uniquement motivées par des questions de coût: la dimension personnelle fait son retour. «Les membres de l'entourage veulent s'impliquer. Ils affichent clairement leurs exigences pour l'enterrement», écrit Bernard Crettaz. De nombreuses entreprises de la branche leur permettent de participer à certains rituels comme laver, coiffer et habiller la personne décédée.» La conscience que le corps - que l'on n'osait plus toucher - constitue «une part importante du spectacle de la mort» est à nouveau plus marquée.

### La pression du «bien mourir»

La mort déléguée aux instances publiques redevient donc une démarche personnelle. La tendance actuelle à l'individualisation englobe la fin de vie, non sans conséquences ambivalentes. Le fait de pouvoir façonner les choses à sa guise entraîne un devoir de s'exprimer, aussi pour les mourants.

Le sociologue Werner Schneider s'est penché sur le débat actuel concernant les directives anticipées et le don d'organes.

Il voit l'émergence d'une nouvelle norme qui implique de «planifier soigneusement, d'organiser et de maîtriser sa propre mort». La mort devient ainsi un projet à mener à bien de son vivant. La littérature spécialisée relaie cette injonction qui fait du décès une étape que l'on peut rater ou réussir. «Quand et comment vais-je mourir? Comment puis-je soulager le chagrin de mes proches? Que faire des trésors de la vie? A-t-on le droit d'en rire?» Voilà les questions auxquelles on cherche des réponses, selon l'ouvrage d'un psychologue qui préside une association d'établissements de soins palliatifs. Celui qui souhaite aborder sa fin de vie sereinement et sans crainte doit avoir «un concept clair et une attitude consciente» face à la mort.

«La mort représente un moment exceptionnel de lien social.»

Bernard Crettaz

Werner Schneider décèle une nouvelle pression qui pousse les gens à «se soucier des derniers détails d'une manière qui soit socialement acceptable». Il s'interroge: «Chacun doit-il vraiment décider si, en cas de mort cérébrale, il sera assez mort pour donner ses organes? Est-ce que tout le monde doit chercher à soulager ses proches de ces décisions? Ou vouloir épargner ces désagréments aux médecins et à la société?» Peut-on encore se sentir libre de ne pas tout planifier?

Ces interrogations se font plus pressantes lorsque la fin approche. «Auparavant, la mort était l'incarnation du destin», écrit l'éthicien et théologien zurichois Heinz Rügger. Aujourd'hui, avec l'allongement de l'espérance de vie et les progrès de la médecine, elle peut découler d'une décision (voir «Le choix le plus intime», p. 21).

Selon Heinz Rügger, la possibilité d'organiser sa fin de vie au plus proche de ses attentes fait sans aucun doute partie de la

«dignité de chaque être humain». Il émet toutefois des réserves similaires à celles du sociologue Werner Schneider. Une mort rapide et sans douleur, l'esprit clair, en totale maîtrise de soi, sans dépendre de soins extérieurs: de telles exigences risquent d'aboutir à une «pression sociale» pour qu'une mort «digne» relève de la responsabilité individuelle. Ainsi, «ce qui était conçu comme une libération devient une nouvelle contrainte qui peut submerger l'individu et lui faire perdre sa dignité s'il ne parvient pas à réaliser une 'bonne' mort». L'homme contemporain prolonge encore plus loin l'exigence de faire preuve d'une existence épanouie. L'échec est possible, jusqu'à la fin.

Daniel Di Falco est historien et journaliste pour le quotidien bernois «Der Bund».

J'attends la mort  
depuis longtemps  
déjà. Je voudrais  
mourir en dormant.

Elle le sait, mais  
pour elle, c'est  
impensable. Si  
son amour n'était  
pas aussi grand,  
je n'aurais pas fait  
de chimio.

Patient atteint d'un cancer des poumons, 77 ans, onze jours avant son décès

# Une fin incertaine

L'instant précis du passage de vie à trépas n'est pas aisé à définir. La société doit toutefois pouvoir disposer de critères précis, notamment pour le don d'organes.

Par Yvonne Vahlensieck

**Q**ue l'on perde la vie accidentellement dans la fleur de l'âge ou que l'on connaisse une longévité biblique, le cœur de tout un chacun s'arrête un jour de battre. La respiration cesse. Le cerveau ne fonctionne plus. Mais quand la mort intervient-elle précisément?

Stephan Marsch, médecin chef de l'unité de soins intensifs de l'Hôpital universitaire de Bâle, ne donne pas de réponse définitive. «La mort de toutes les cellules corporelles peut prendre jusqu'à une semaine. D'un point de vue biologique, mourir, c'est un processus.» Il est possible de greffer la cornée de l'œil avec succès trois jours après le décès et de prélever et cultiver certaines cellules du corps, comme le cartilage, une semaine après.

## Retour à la vie exclu

Pourtant, les exigences légales et sociétales réclament une frontière claire. «Nous ne saurions dire qu'une personne est un peu morte, ou qu'elle vit encore un peu», souligne Stephan Marsch. Faute de pouvoir s'appuyer sur un processus biologique, les professionnels se basent sur le critère de l'irréversibilité. «Lorsqu'une personne ne peut plus revenir ou être ramenée à la vie, on la considère comme morte.»

Cette notion a fortement évolué dans l'histoire de la médecine. Jusqu'au XIXe siècle, on se fiait à de simples observations. En cas de doute, on attendait quelques heures que la rigidité cadavérique s'installe. La médecine n'a reconnu le lien entre les battements du cœur et la vie qu'après l'invention du stéthoscope. Mais cette avancée n'a pas tout de suite apporté de

certitude totale. Les historiens font état de méthodes souvent violentes utilisées par les médecins pour s'assurer que leurs patients étaient vraiment décédés: aiguilles enfilées sous les ongles des pieds, gouttes de cire chaude sur le front. Avec l'amélioration du stéthoscope, l'arrêt du cœur s'est par la suite imposé comme critère fiable.

## Le cerveau remplace le cœur

Dans les années 1960, les évolutions rapides dans le domaine de la réanimation ont remis en question la validité de la mort par arrêt cardiaque: les nouvelles techniques de respiration artificielle ont soudainement permis de maintenir en vie des patients dont le cœur avait cessé de battre suite à un arrêt respiratoire. Mais que penser alors de ceux d'entre eux qui présentaient une fonction cérébrale complètement éteinte? Étaient-ils vivants ou morts?

À la même époque, les premières transplantations d'organes furent accomplies avec succès, et les patients sous respirateur artificiel sont devenus des donneurs idéaux dans la mesure où le cœur, les reins et les poumons fonctionnaient encore pleinement. Cela mit encore davantage de pression pour trouver un nouveau critère de décès fiable dans de tels cas. En 1968, un comité de la Harvard Medical School proposa pour la première fois celui de mort cérébrale.

En Suisse, la mort cérébrale est définie comme un arrêt irréversible des fonctions du cerveau, y compris du tronc cérébral. Ce dernier constitue sa partie la plus résistante et fait office de siège du centre respiratoire. Si l'activité du tronc cérébral cesse,

la respiration s'arrête et le cœur ne reçoit plus d'oxygène. Sans respiration artificielle, un arrêt cardiaque survient inévitablement. À l'inverse, un arrêt cardiaque conduit rapidement à la mort cérébrale: si le cerveau n'est plus alimenté en oxygène par la circulation sanguine, l'activité cérébrale s'interrompt après une dizaine de minutes.

En Suisse, la mort cérébrale constitue l'unique critère de décès depuis l'entrée en vigueur de la loi fédérale sur la transplantation d'organes en 2007. L'ordonnance d'application renvoie aux directives de l'Académie suisse des sciences médicales (ASSM). Ces dernières définissent les signes cliniques de la mort cérébrale: absence de certains réflexes, pupilles fixes ou encore fin de la respiration après le retrait du respirateur.

«D'un point de vue biologique, la mort est un processus.»

Stephan Marsch

Jürg Steiger de l'Hôpital universitaire de Bâle approuve la définition et le diagnostic de la mort cérébrale sous leur forme actuelle. En tant que président du comité d'éthique de l'ASSM et directeur de la sous-commission pour la révision des directives, il suit attentivement le sujet depuis de nombreuses années. «Les critères n'ont pas évolué depuis vingt ou trente ans. Il n'existe aucune indication que l'on doive y apporter des changements.» Pour

autant, le spécialiste en immunologie de la transplantation reconnaît que le concept est difficile à appréhender: un patient en état de mort cérébrale sous ventilation artificielle continue de respirer, et il est chaud.

### Digestion dans l'au-delà

Les doutes sur cette définition ne reposent pas que sur ces manifestations externes. De nombreux processus métaboliques continuent de se dérouler de manière spontanée chez les personnes en état de mort cérébrale: elles digèrent, régulent leur taux d'hormones et combattent les infections. Les critiques soulignent que même lorsque le tronc cérébral a cessé de fonctionner, il est parfois possible de déceler des activités résiduelles dans le cortex. La question de savoir si un donneur d'organes peut ressentir de la douleur fait aussi débat. L'ASSM prescrit certes l'usage d'un anesthésiant durant le prélèvement des organes, mais cela n'est pas lié à cette interrogation: la narcose vise à juguler les réflexes provenant de la moelle épinière encore intacte.

Pour Jürg Steiger, le cerveau reste l'organe déterminant, une conclusion qu'il tire aussi de son expérience personnelle avec les mourants. «Le cœur n'est qu'une pompe qui peut au besoin être remplacée par une machine. Pour moi, la vie - la douleur, l'amour ou la haine - se joue dans la tête.» Des personnes amputées d'une jambe peuvent encore avoir mal à un orteil, un fait qui illustre bien que la douleur est ressentie dans le cerveau. Et lorsque celui-ci ne fonctionne plus, «une part centrale de la personnalité disparaît», note Jürg Steiger.

### La mort variable

L'introduction de la loi suisse sur la transplantation n'a soulevé que peu de discussions autour de la question de la personnalité et de savoir si celle-ci dis-

paraît avec la mort cérébrale. Les débats éthiques ont surtout porté sur le consentement au prélèvement et la répartition équitable des organes. Dans le cadre de son doctorat à l'Université de Bâle, le juriste Pascal Lachenmeier s'est penché sur l'adoption des critères de décès dans la loi. «L'introduction du concept de mort cérébrale n'a pas fait beaucoup de vagues dans la population. Les gens n'envisagent pas volontiers leur propre mort. Dans ce cas, ils font simplement confiance à la science.» Il regrette que ce point, considéré comme un pur aspect technique, ait été délégué à une institution telle l'ASSM sans s'accompagner d'un débat de société plus important.

«En ce qui concerne la mort, les gens font confiance à la science.»

Pascal Lachenmeier

Le concept de mort cérébrale s'est imposé dans la plupart des pays, ce qui ne signifie pas pour autant qu'il est intangible. Aux Etats-Unis, par exemple, certains ont proposé que la perte des capacités cognitives soit déjà suffisante pour considérer une personne comme décédée. Pascal Lachenmeier, en revanche, suggère une approche complètement différente et se demande si une société peut et doit vraiment donner une définition de la mort valable pour tous. A ses yeux, tout un chacun devrait être en mesure de décider pour lui-même où se situe la limite entre vie et trépas. Pour autant que l'irréversibilité soit établie, et qu'aucun retour à la vie ne soit possible.

Yvonne Vahlensieck est une journaliste scientifique indépendante établie près de Bâle.

### L'heure du crime

Dans l'élucidation d'un crime, l'heure de la mort représente une information importante. Si les faits remontent à un ou deux jours, les médecins légistes peuvent déterminer le moment du décès à quelques heures près. Ils examinent les taches et la température du corps, mais aussi le degré de raideur cadavérique. Ils stimulent également les muscles situés autour des yeux et de la bouche par de légers chocs électriques et observent à quel point ils se contractent.

«Si le décès est survenu plus longtemps auparavant, nous ne pouvons fournir qu'une estimation grossière», explique Silke Grabherr, directrice du Centre universitaire romand de médecine légale basé à Lausanne et Genève. L'avancée de la décomposition, qui se répand dans le corps à partir de la flore intestinale et à travers les vaisseaux sanguins, constitue le point de repère le plus important. Dans certains cas, la structure d'une substance cérumineuse qui se forme à l'abri de l'air à partir de la graisse corporelle constitue une autre indication.

Silke Grabherr estime en revanche que l'analyse des mouches et des asticots qui s'installent dans le corps n'est pas fiable. «On n'est jamais sûr qu'il s'agisse bien de la première génération d'insectes.» Des méthodes pour déterminer l'heure de la mort sur la base de la concentration de métabolites dans les fluides corporels sont actuellement en phase de développement.

J'étais déjà à moitié  
là-haut. Et quand je  
suis revenu, quelqu'un  
me tenait la main.

J'ai dit alors:  
«Vous êtes prêtre?»  
Non, il était étudiant.

Ouh, j'ai commencé à  
pleurer. Vous savez  
pourquoi? Parce que je  
peux encore rester ici.  
Il ne me voulait pas  
encore.

Patient souffrant de la maladie de Crohn, de spondylite ankylosante et de bronchopneumopathie chronique obstructive, 58 ans, cinq mois avant de décéder

# Les chercheurs et la mort

Philosophie et biologie, sociologie et science des matériaux:  
la mort n'intéresse pas que les médecins.

Par Roland Fischer (rf) et Luzia Budmiger (lb); Illustrations: Christoph Frei



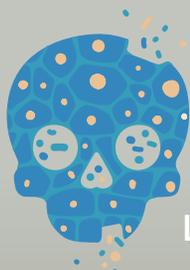
## Questions de vie et de mort

Le décès de nos proches nous attriste pour de bonnes raisons et peut même nous désespérer. Mais notre propre finitude? Il n'est pas irrationnel de la regretter, estime le philosophe Federico Lauria de l'Université de Genève, qui tente de justifier cette thèse au travers de sa recherche sur les valeurs accordées à la mort. Il s'inspire notamment de l'Immortality Project mené à l'Université de Californie à Riverside. Pour lui, la mort nous prive de la possibilité de profiter des biens de la vie, ce qui nous donne de bonnes raisons de la considérer comme un mal. Son travail veut rendre justice à la tristesse que nous ressentons face à notre décès à venir. Il aborde également le revers de la médaille et pose une question fondamentale: l'immortalité est-elle vraiment désirable? *lb*



## Décomposition accélérée

Mourir ne signifie pas la fin du voyage, mais marque le début de la décomposition du corps. Francis Schwarze, du laboratoire de recherche sur les matériaux Empa, veut accélérer le processus. Ce spécialiste de la pathologie des arbres a consacré le début de sa carrière à évaluer la santé des arbres dans les villes et à étudier leurs maladies fongiques. Son expérience bénéficie désormais à une start-up pour laquelle il a élaboré un cocktail particulier de champignons. Les cercueils et les corps qu'ils contiennent se dégradent ainsi plus rapidement. *rf*



## Le suicide des cellules

Notre corps élimine chaque jour des milliards de cellules. Celles-ci sont dotées d'un mécanisme de «suicide programmé» contrôlé par des signaux autant internes qu'externes. Ce processus nommé apoptose a lieu dans les organismes simples et complexes. Son fonctionnement au niveau de la biologie moléculaire est étonnamment similaire, souligne Michael Hengartner de l'Université de Zurich. Pour mieux comprendre ce qui se passe chez l'humain, son groupe étudie l'apoptose chez le vers *C. elegans*. Comment une cellule «sait-elle» qu'elle est irrécupérable, par exemple lorsque son ADN est endommagé? Et quels signaux conduisent à sa mort puis à son élimination par les cellules voisines? Les médecins s'intéressent aussi à ce qui se passe précisément dans ces organismes modèles. Leur espoir: pouvoir un jour freiner l'apoptose en cas d'accident vasculaire cérébral ou, au contraire, la favoriser en cas de cancer. *rf*



## Inégaux jusque dans la tombe

Comme la plupart des décès surviennent aujourd'hui durant la vieillesse, nous avons l'impression d'être tous égaux face à l'inéluctable. Cette image homogène est illusoire, note la sociologue Marthe Nicolet du Centre interfacultaire de gérontologie de l'Université de Genève, dont les recherches trouvent actuellement un nouvel élan à l'Institut national d'études démographiques de Paris. Sur la base d'annonces mortuaires publiées en Suisse, elle étudie les circonstances familiales, économiques et médicales de la fin de la vie. Les messages de remerciement des survivants mettent en évidence de fortes inégalités. Son travail de thèse «Annoncer la mort» ne nous aide pas seulement à comprendre comment nous mourons, mais aussi comment nous vieillissons, et montre dans quelle société nous vivons. *lb*



## Les urnes gagnent du terrain

La modernité ne recule pas devant la mort. Il y a trente ans encore, les Taïwanais pratiquaient peu l'incinération, mais aujourd'hui, le pays enregistre un taux de crémation parmi les plus élevés au monde. Moins de 10% des morts seulement y sont enterrés. L'Etat encourage cette mutation pour des raisons liées à l'aménagement du territoire et à l'économie. Taïwan suit ainsi une tendance mondiale. Les particularités régionales exercent aussi une influence, relève Urs Weber. Le spécialiste en sciences des religions a mené une large enquête sur place, où il a rencontré les autorités, des responsables des rites funéraires et des entreprises de pompes funèbres. Les facteurs séculiers n'expliquent pas tout. Il y a aussi des raisons religieuses: les bouddhistes privilégient l'incinération, et leur nombre à Taïwan a été multiplié par cinq depuis les années 1980. *rf*



## La seconde vie des poètes disparus

La lecture peut être considérée comme un dialogue muet avec l'auteur. Et comme les bibliothèques rassemblent au même endroit les voix d'écrivains venus d'époques différentes, il est possible de les imaginer comme un lieu où se retrouvent poètes et penseurs disparus. L'histoire de la littérature est remplie de mises en scène analogues, relève la philologue Rebecca Lämmle. Que ce soit aux enfers ou dans le royaume des morts, les génies d'un passé lointain retrouvent la parole, discutent entre eux ou s'entretiennent avec un visiteur qui arrive du monde des vivants. Ces conversations imaginaires offrent aux yeux de Rebecca Lämmle une manière alternative d'écrire l'histoire de la littérature. Lorsque les poètes et les penseurs reprennent vie, les traditions et les révolutions sont remises en question dans un dialogue qui traverse les époques. *rf*



## Les microbes qui font parler les corps

Lorsqu'un cadavre se décompose en pleine nature, il devient une oasis pour microbes des années durant. La mort est une source de vie, c'est une évidence pour la biologie. Mais la diversité de ce nouveau milieu a surpris Edward Mitchell, biologiste du sol à l'Université de Neuchâtel. «Nous y rencontrons une population très particulière de micro-organismes où figurent des espèces très rares ou même inconnues.» Cet écosystème caractéristique intéresse également la médecine légale. L'étude des micro-organismes pourrait compléter l'analyse forensique basée sur les insectes retrouvés sur le corps. L'équipe d'Edward Mitchell y travaille. «Ce n'est plus qu'une question de temps avant que les tribunaux la reconnaissent», estime-t-il. *rf*



## Mourir? Non merci!

Petite et anodine, l'hydre d'eau douce possède des qualités étonnantes. Certains chercheurs la considèrent même comme immortelle. Brigitte Galliot de l'Université de Genève se montre plus prudente. Pour elle, ce polype ressemblant à un tube ne donne pratiquement aucun signe de vieillissement dans des conditions idéales. On ne sait pas encore vraiment pourquoi. La chercheuse examine en particulier le rôle des cellules souches qui permettent de régénérer toutes les parties du corps. En situation de stress, les hydres passent à une reproduction sexuée, ce qui prive les cellules souches d'une part de leur pouvoir magique. Est-ce là la clé du vieillissement? L'équipe de Brigitte Galliot espère mieux comprendre ce processus, chez les humains aussi. *rf*

Roland Fischer est journaliste scientifique.  
Luzia Budmiger est rédactrice des Académies suisses des sciences.

J'en peux plus. Si seulement je pouvais mourir! Quelqu'un est de nouveau décédé dans notre service. Alors je pense: nom de Dieu, ça aurait été mieux que ce soit moi! J'ai des images, que je pourrais moi-même faire quelque chose. Ou me jeter en bas quelque part. Mais tu dois d'abord réussir à monter quelque part, hein, avec la chaise roulante. Mais oui, vous pouvez rigoler.

Patient souffrant de sclérose en plaques depuis sa jeunesse, 67 ans, quatre mois avant de décéder

# Le choix le plus intime

Quand et comment nous mourrons n'est plus forcément une fatalité; c'est parfois la conséquence d'un choix. Mais ce genre de décisions ne sont encore que trop rarement prises en toute conscience. *Par Susanne Wenger*

**P**endant quinze ans, Terri Schiavo est restée dans un état de coma éveillé. Elle est décédée en 2005, à l'âge de 41 ans, treize jours après que les médecins eurent retiré la sonde qui la nourrissait. Ce geste mit un point final à un affrontement farouche: le mari de Terri Schiavo voulait la laisser mourir, ses parents la maintenir en vie. Les deux parties disaient respecter ainsi la volonté de la jeune femme. Le cas Schiavo a non seulement occupé la justice et la politique américaines, il a aussi trouvé un écho bien au-delà des frontières. Un exemple tragique qui illustre la complexité de ce type de situations, notamment lorsque la personne concernée n'est plus en mesure de donner son avis.

Même si nous profitons tous des succès de la médecine moderne, de nombreuses personnes refusent l'idée de rester en vie uniquement grâce au fait d'être relié à des machines par des tuyaux. Les décisions médicales qui accélèrent potentiellement ou probablement la survenance de la mort ont augmenté en Suisse et sont désormais fréquentes, selon une étude des universités de Zurich et Genève. Elles ont concerné en 2013 quatre décès sur cinq en Suisse alémanique qui ne se sont pas produits de manière totalement inattendue. Dans une grande majorité de cas et de propos délibéré, le traitement a été interrompu, n'a pas débuté, ou la dose des médicaments administrés a été augmentée pour soulager les douleurs et autres symptômes. Dans une minorité de cas, les personnes ont fait ap-

pel à un organisme d'assistance au suicide pour mettre fin à leurs jours. Ces données découlent d'un sondage effectué auprès de médecins.

## Fin du paternalisme

Au cours des dernières décennies, l'autonomie du patient est devenue un principe central du droit et de l'éthique de la médecine. Il a désormais la même valeur que l'obligation d'assistance du médecin. L'attitude paternaliste du praticien envers le malade a fait place au «consentement éclairé», qui veut établir une relation d'égal à égal: suite aux explications du spécialiste, le patient accepte - ou non - la poursuite d'un traitement.

«Il est important de refaire le point régulièrement. Les gens changent.»

Tanja Krones

Le nouveau droit de la protection de l'adulte, en vigueur depuis 2013, renforce encore l'autonomie individuelle. Pour la première fois, les directives anticipées sont ancrées dans la loi au niveau national. Une personne peut ainsi définir à l'avance quels actes médicaux elle accepte ou refuse dans l'hypothèse où elle ne devrait plus être en mesure de s'exprimer. Le médecin a l'obligation de suivre ces indications. Et même si aucune n'est disponible, il n'est pas au-

torisé à agir de lui-même. Les proches sont bien plus impliqués que par le passé, mais leur décision doit être guidée par la volonté présumée du patient, et non leur propre point de vue sur la question.

Cette nouvelle approche pose toutefois des problèmes dans la pratique quotidienne des médecins, comme le soulignent des études des universités de Lucerne et Zurich. Regina Aebi-Müller, professeur de droit privé à l'Université de Lucerne, ne mâche pas ses mots: «Les directives anticipées énoncées dans le nouveau droit de la protection de l'adulte par souci de sécurité juridique sont, dans leur forme actuelle, pratiquement inutiles en pratique.» En interrogeant des médecins et des soignants, les chercheurs ont mis en lumière comment intervient le choix d'arrêter ou de renoncer à un traitement. Il en ressort que seul un petit nombre de personnes disposent de directives anticipées. Par ailleurs, dans les situations d'urgence, ces dernières se révèlent souvent indisponibles ou dépassées. Résultat: il est difficile de déterminer si un patient conduit aux soins intensifs dans un état critique souhaite être réanimé ou non, ou si une résidente d'un EMS souffrant de démence sévère désire être hospitalisée une énième fois et recevoir un traitement antibiotique en cas d'infection pulmonaire.

## Des interprétations trop difficiles

Les médecins sont également confrontés à des indications contradictoires ou inapplicables. La situation n'étonne pas Regina Aebi-Müller, qui étudie les aspects

légaux de l'autodétermination du patient dans le cadre du Programme national de recherche «Fin de vie»: «Il existe plusieurs documents pour faire part de ses directives anticipées. On peut les télécharger sur Internet, puis il suffit de cocher tranquillement les options souhaitées dans son coin.» Mais ils doivent ensuite être interprétés. Et à cet exercice, les qualifications du personnel médical ne valent pas celles des juristes. Regina Aebi-Müller évoque l'exemple d'une patiente atteinte d'un cancer au stade terminal qui avait stipulé «pas de tuyaux» dans ses directives anticipées. Déjà inconsciente, la femme ne parvenait plus à vider sa vessie, ce qui la faisait visiblement souffrir. Se référant au document, l'infirmière-chef avait renoncé à faire usage d'un cathéter. Le médecin-chef, en revanche, doutait que la patiente ait pensé à ce «tuyau-là». Après le changement d'équipe, il décida de poser lui-même le cathéter. La femme est morte paisiblement dans la nuit.

«Les situations médicales en fin de vie ne se règlent pas comme se l'imagine le législateur.»

Regina Aebi-Müller

Lorsque les proches se retrouvent en première ligne, ils sont souvent dépassés ou en désaccord. Ils ne connaissent pas les volontés du patient, car ils n'en ont jamais parlé en famille. Une telle situation peut causer bien des tourments à un conjoint, une sœur ou un fils. «Une personne sur trois ayant dû représenter un proche et prendre une décision se retrouve traumatisée. Elle ne sait pas si son choix correspondait à ce qu'aurait voulu l'être cher», constate Tanja Krones, médecin responsable de l'éthique clinique à l'Hôpital universitaire de Zurich.

### Manque de concertation

Malgré le principe d'autonomie des patients, les médecins disposent toujours d'un pouvoir de décision. La situation a certes évolué au cours des dix dernières années: les patients ont «tendance à être plus impliqués dans les décisions en fin de vie», indique Milo Puhan, professeur d'épidémiologie et de santé publique à l'Université de Zurich. Mais il arrive encore que des médecins agissent entièrement seuls, sans se concerter avec leurs collègues, les malades ou les proches, et sans s'appuyer sur une volonté exprimée au préalable. Dans l'étude genevoise et zurichoise, une semblable situation s'est présentée pour 8% des

patients incapables de discernement. Dans 12% des cas, le médecin a consulté uniquement ses collègues et le personnel soignant. Même pour les patients capables de discernement, des praticiens ont agi sans se référer à eux ou à leur entourage dans 8% des cas.

Milo Puhan voit une explication possible dans le fait que le déroulement d'une maladie est difficilement prévisible: «Diagnostiquer qu'un patient a atteint le stade terminal représente un défi médical et requiert une grande expérience.» Une étude australienne montre que la plupart des discussions et des décisions interviennent au cours des trois jours qui précèdent le décès. Le bon moment pour agir peut ainsi facilement être manqué.

Regina Aebi-Müller arrive à la conclusion que «les situations médicales en fin de vie ne se règlent pas comme se l'imagine le législateur». Une autonomie «absolutiste» du patient ne fonctionne pas, estime la chercheuse qui juge le concept d'autonomie «relationnelle» plus réaliste. En proie à la peur, aux problèmes respiratoires et à la douleur, les personnes en fin de vie sont particulièrement vulnérables et dépendantes des autres. Regina Aebi-Müller plaide pour redonner plus de poids à la sollicitude et à la responsabilité des médecins, sans retomber dans l'ancien schéma de domination. «Il n'existe pas de décision plus personnelle que celle concernant les mesures médicales en fin de vie.» Un partenariat patient-médecin peut soutenir les personnes concernées dans ce processus.

### Accompagner la décision

L'Hôpital universitaire de Zurich fait un pas dans cette direction. Il teste actuellement le concept de planification «Advance Care Planning» qui implique des discussions structurées avec les patients et leurs proches. Des équipes de médecins, soignants, représentants religieux et travailleurs sociaux spécialement formés doivent comprendre comment les patients envisagent leur fin de vie ainsi que leurs souhaits en matière de traitements: quels sont les points les plus importants s'ils ne peuvent plus décider eux-mêmes? que craignent-ils?

Contrairement aux directives anticipées disponibles sur Internet, il s'agit de mener une discussion approfondie. Les personnes concernées «reçoivent une aide pour prendre des décisions sur la base d'éléments concrets», explique Tanja Krones. Elles apprennent par exemple que sur 100 personnes subissant un arrêt cardiaque à l'hôpital, seules 17 survivent malgré une prise en charge immédiate. Parmi celles-ci, entre cinq et sept devront bénéficier plus tard de soins importants.

Cette approche offre de meilleures garanties que les souhaits des patients soient connus et applicables, estime Tanja Krones. Elle soulage par ailleurs les proches. Des directives anticipées peuvent en découler, mais ce n'est pas une obligation. La spécialiste plébiscite un système modulaire qui englobe un plan d'urgence signé par le médecin et des directives en cas d'incapacité de discernement chronique, notamment de démence ou après une attaque. «Il est important de refaire le point régulièrement, car les gens changent.» Une personne qui souffre de démence peut vouloir renoncer à des mesures de maintien en vie à partir du moment où elle ne reconnaît plus son entourage. Mais que se passe-t-il si ses proches constatent alors qu'elle a l'air heureuse, rit et se réjouit d'un rien malgré la maladie? «Il faut pouvoir aborder ce type de questions», souligne Tanja Krones.

L'Advance Care Planning n'est pas encore très répandu en Suisse. La recherche de Tanja Krones confirme que la démarche permet de mieux respecter la volonté des patients et de réduire l'effet traumatisant du processus pour les proches, selon des résultats déjà obtenus à l'étranger. Ce type de planification réduit par ailleurs le nombre d'hospitalisations et de traitements invasifs. La baisse des coûts ne fait pas partie des objectifs du concept, mais semble figurer parmi ses répercussions. Et cela sans accélérer la survenance du décès des personnes concernées.

La société cherche à développer une maîtrise professionnelle de la mort, mais une part de mystère demeurera toujours. Comme le dit le spécialiste des soins palliatifs allemand Ralf Jox, «la planification ne changera rien à l'incertitude fondamentale qui caractérise notre existence». Ce qu'elle peut en revanche apporter: davantage de confiance.

Susanne Wenger est une journaliste libre installée à Berne.

Toutes les études citées font partie du Programme national de recherche «Fin de vie» (PNR 67). [www.nfp67.ch/fr/](http://www.nfp67.ch/fr/)

C'est naïf de penser qu'il doit rester quelque chose. Il ne reste rien! Tout disparaît. Rien n'est censé rester, c'est là le charme de la vie, le charme de la Création, que justement tout redevient neuf. Vivre et disparaître, cela a du sens.

Patient atteint de multimorbidité et de fragilité dans le grand âge, 97 ans

## INTERVIEW

## «Nous sommes les seuls à travailler dans cette niche»

Global UTM Association



Une association internationale fondée à Lausanne en été 2016 veut standardiser le contrôle aérien des drones: la Global Unmanned Traffic Management Association. Son secrétaire général, le Vaudois Benoît Curdy, explique les enjeux.

**Quel est votre objectif?**

Nous voulons définir les standards techniques qui permettront la gestion du trafic des véhicules aériens, avec ou sans pilote. Il s'agit de trajets de dizaines de kilomètres, potentiellement sur deux pays, effectués dans un but professionnel ou commercial.

**Sur quoi travaillez-vous concrètement?**

Il s'agit d'un domaine très complexe avec de nombreux acteurs hétérogènes. Nous publierons d'abord une architecture décrivant cet écosystème et les défis à relever. Nous travaillerons ensuite par exemple sur l'identification des drones: quel format doit avoir leur numéro? Comment est-il enregistré et communiqué? L'objectif est d'assurer, d'une part, la sécurité dans le ciel et, d'autre part, l'interopérabilité technique.

**Comment vous distinguez-vous de l'association américaine géante AUVSI?**

AUVSI est issue de l'utilisation militaire des drones et elle fait avant tout du lobbying. Nous sommes au contraire une association industrielle: notre but est de favoriser la croissance du marché en apportant des solutions techniques propres à satisfaire les législations, mais pas en

influençant ces dernières. Il s'agit d'une niche, et nous sommes les seuls à y travailler. Sinon nous ne nous serions pas lancés!

**Avez-vous la masse critique pour définir les standards?**

Nous sommes sur la bonne voie: nous sommes passés de 15 à 40 membres en six mois. Nous rassemblons les principaux fabricants de drones et de systèmes de communication, les fournisseurs de données nécessaires à la navigation telles que la météo et les cartes, ainsi que des contrôleurs aériens et des représentants de différents gouvernements. Nous travaillons de manière très décentralisée: les régulateurs déposent des demandes, les fabricants discutent de solutions techniques possibles, et nous cherchons un consensus sur ce qui est faisable.

**Pourquoi vous êtes-vous installés à Lausanne et pas à Zurich?**

A cause de la présence de plusieurs start-up liées aux drones ainsi que du Pôle de recherche national «Robotics», coordonné par l'EPFL. Pour nos membres étrangers, la Suisse est très petite. Ils visitent aussi bien Lausanne que Zurich.

## NEWS

**60 universités allemandes boycottent Elsevier**

Le consortium DEAL regroupant plus de 60 institutions de recherche allemandes n'a pas renouvelé son contrat avec l'éditeur Elsevier pour 2017. La proposition de ce dernier n'est «pas compatible avec les principes de l'open science et d'un prix équitable», selon DEAL. La situation est la même à Taiwan, où trois quarts des universités boycottent Elsevier depuis 2017. Au contraire, le consortium britannique JISC, qui poursuivait les mêmes efforts, a accepté une offre d'Elsevier. doi.org/bwrb, bit.ly/2j6ZhLj

**Le nombre de citations peu corrélé avec l'impact d'un article**

L'impact subjectif d'un article n'est que faiblement corrélé avec son nombre de citations, selon une étude qui a demandé à 1 119 chercheurs d'indiquer lequel de deux articles présentés avait eu – selon eux – davantage d'impact dans leur domaine. Leur évaluation s'alignait avec le nombre de citations dans 51% des cas (50% indiqueraient une absence de corrélation). Les chercheurs ont également montré un très fort biais positif envers leurs propres articles. arxiv.org/abs/1612.03962

**L'Université de Zurich publie un registre des conflits d'intérêts**

Les professeurs de l'Université de Zurich doivent publier leurs liens d'intérêts depuis janvier 2017 tels que participation à des conseils d'administration, engagement politique ou activités de conseil scientifique. bit.ly/2hQuVAz

**Springer Nature s'engage pour l'open data**

Plus de 600 revues scientifiques du groupe Springer Nature se sont engagées à suivre l'une des quatre règles sur le partage de données issues de la recherche. Celles-ci vont de l'encouragement à l'obligation. bit.ly/2hsRMPn

**La recherche suisse réintègre l'Europe**

Les institutions suisses sont à nouveau membres à part entière d'Horizon 2020, le programme de recherche de l'UE pour la période 2014-2020. La Suisse en avait été partiellement exclue suite au vote du 9 février 2014 sur l'immigration. Raisons de cette évolution: la loi d'application adoptée par le parlement le 16 décembre 2016 ainsi que la ratification du protocole d'extension de la libre circulation des personnes à la Croatie. bit.ly/2hPCp1N

**Un fonds de capital-risque européen**

La Commission européenne et le Fonds européen d'investissement lancent un nouveau fonds pour soutenir les start-up. Le secteur privé devra apporter au moins le triple du montant de l'UE, plafonné à 400 millions d'euros. L'initiative «Start-up and Scale-up» veut aussi réduire les risques de banqueroute des jeunes entreprises et simplifier leur imposition. bit.ly/2j7gRz1

**PubPeer reste anonyme**

Un tribunal du Michigan a rejeté la demande d'un scientifique de lever l'anonymat de personnes ayant critiqué ses recherches sur le forum en ligne PubPeer. Ces commentaires avaient conduit à la rétraction de dizaines de ses articles et à l'annulation d'une offre d'emploi. bit.ly/2hTwX80

**La seconde vie des articles refusés**

Un article refusé par une revue scientifique sera souvent publié autre part, confirme une étude britannique. Plus de la moitié des 917 articles refusés par le journal *Clinical Otolaryngology* entre 2011 et 2013 sont parus dans une autre revue. L'étude, elle, a été acceptée par le journal en question. doi.org/bwrbj

# La science en exil

Les universités européennes veulent aider les réfugiés académiques - et profiter de leur savoir.

*Par Julia Richter*

Ils sont mathématiciens, philosophes ou biologistes. Ils ont travaillé dans les laboratoires d'Alep, dans les centres de recherche de Kaboul. Qu'arrive-t-il aux universitaires contraints par la guerre et les persécutions à quitter leur pays pour aller chercher refuge en Europe?

Les universités de certains pays redoublent d'efforts pour offrir une nouvelle chance aux scientifiques en exil. L'Allemagne, notamment, a mis en place de nombreux programmes pour faciliter l'accès des réfugiés aux institutions de recherche. La Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) a par exemple adopté en 2015 un paquet de mesures pour leur apporter un soutien financier. La fondation Humboldt a créé la Philipp Schwartz-Initiative dans le même but.

## **Perte de connaissances**

D'autres initiatives visent à favoriser les échanges et ainsi l'intégration des chercheurs dont la carrière a été brisée. La plateforme Chance for Science de Leipzig veut leur permettre d'établir des contacts avec des chercheurs allemands parce que les échanges sont très importants, explique Carmen Bachmann, une professeure d'économie à l'origine du projet: «Une longue période d'inactivité représente une catastrophe relationnelle pour

ces scientifiques en exil. Le dommage va croissant avec sa durée, car un savoir dont on ne fait rien se perd.» Partant d'un constat analogue, des étudiants de l'Université Goethe de Francfort ont lancé l'initiative Academic Experience Worldwide afin de leur ouvrir la porte des milieux académiques. Les réfugiés peuvent ainsi présenter leurs recherches dans le cadre des conférences publiques «Opening Academia».

Comparée à l'Allemagne, l'aide apportée aux universitaires exilés en Suisse reste modeste. Martina Weiss, secrétaire générale de la conférence des recteurs des hautes écoles suisses Swissuniversities, se demande si cela ne découle pas simplement du fait qu'il y a moins de réfugiés dans le pays. Ces questions préoccupent bien davantage l'opinion publique allemande, souligne Walter Leimgruber, président de la Commission fédérale des migrations (CFM) et professeur d'anthropologie culturelle à l'Université de Bâle.

Des mesures sont prises ici aussi pour faciliter l'intégration dans le monde académique. Onze universités helvétiques ont rejoint le réseau international Scholars at Risk, fondé en 1999 à Chicago afin de protéger les scientifiques en danger et de défendre la liberté académique et les droits de l'homme. Il comprend plus de 400 universités plus ou moins

(suite page 28)

## Les chercheurs-réfugiés

Ils ont fui leur pays pour rejoindre l'Europe. Trois universitaires racontent leur histoire.

### Hors de l'enfer, mais sans sa famille

MOHAMED ALI MOHAMED, 41 ANS, GÉOGRAPHE

Les images d'Alep sont effroyables. Il est difficile de s'imaginer qu'il n'y a pas si longtemps, on y dispensait un enseignement supérieur. Mohamed Ali Mohamed peut en témoigner: il a enseigné la cartographie à l'Institut de géographie de l'Université d'Alep jusqu'en septembre 2015. Il a vécu avec sa femme et ses trois enfants dans la deuxième ville de Syrie jusqu'au jour où une bombe a ravagé leur appartement. Il aurait voulu poursuivre son travail à l'université, mais la

BERLIN

ALEP, SYRIE

LAUSANNE

### Des recherches qui dérangent

GUILAIN MATHE, 34 ANS, POLITOLOGUE

Guilain Mathe a passé une bonne partie de sa carrière académique en exil. Ses recherches sur les massacres survenus pendant les guerres civiles dans la République démocratique du Congo ainsi que son engagement pour les droits de l'homme lui ont valu d'être *persona non grata* aux yeux du gouvernement. En 2008, il quitte son pays: «Je recevais constamment des menaces de mort.»

Après des séjours au Sénégal et en Côte d'Ivoire, le réseau Scholars at Risk lui permet de trouver une place à l'Université de Lausanne en 2011. Elle est d'abord financée par une bourse de l'établissement allemand Gerda Henkel ne prenne le relais. En 2014, Guilain Mathe essaie de retourner au Congo, mais «ce fut un cauchemar», dit-il. La sécurité nationale l'arrête au Kivu et il subit intimidations et menaces, notamment pour ses



recherches menées sur les rébellions du Congrès national pour la défense du peuple ainsi que du mouvement qui lui a succédé, le M23. Il s'enfuit en traversant la frontière ougandaise et revient en Suisse où il dépose en mai 2014 une demande d'asile. Elle sera acceptée en 2015. Entretemps, il commence à l'Université de Lausanne un doctorat qu'il espère achever cette année. Sa recherche porte sur le rôle des acteurs non gouvernementaux dans les processus de consolidation de la paix.

Même s'il se sent très bien en Suisse, son pays et sa famille lui manquent. «Le Congo pourrait être le paradis sur Terre.» Malheureusement, des dirigeants corrompus et les pillages des multinationales l'ont transformé en enfer. «C'est dommage», soupire Guilain Mathe.

BUKAVU, RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

guerre civile lui a fait perdre son emploi. Il craignait en outre de se voir enrôler de force dans les troupes du régime.

A la fin de 2015, il réussit à entrer illégalement en Turquie. Ayant vécu de 2004 à 2010 à Berlin – il est diplômé de l'Université Humboldt –, il obtient début 2016 un contrat d'une année comme chercheur invité ainsi qu'un visa de l'ambassade d'Allemagne à Ankara. Quatre semaines après son départ de Syrie, il se retrouve à Berlin. Depuis juillet 2016, il bénéficie d'une bourse de la Philipp Schwartz-Initiative et peut poursuivre ses recherches sur les systèmes d'infor-



mation géographique. Sa famille, elle, reste bloquée dans un camp de réfugiés en Syrie en raison de la fermeture de la frontière avec la Turquie.

Pour le moment, il peine à se concentrer sur son travail: «J'ai toujours peur pour ma famille», confie-t-il. Le géographe espère que la guerre prendra bientôt fin et qu'il pourra retourner enfin dans son pays et participer à sa reconstruction.

LAUSANNE

## En fuite après une simple signature

AYSE DAYI, 45 ANS,  
SOCIOLOGUE

«A Istanbul, chaque jour est une aventure», raconte Ayse Dayi. Sa ville natale, où elle occupait un poste de professeure assistante au Département de psychologie de l'Université Mays, lui manque. Mais elle a été forcée de la quitter.

En janvier 2016, la spécialiste des études de genre et de santé des femmes signe une pétition du groupe turc Academics for Peace qui proteste contre les opérations militaires et les violations des droits de l'homme commises par les forces armées. De nombreux chercheurs sont interrogés ou arrêtés. Ayse Dayi perd son emploi et se retrouve sur une liste noire qui équivaut à une interdiction de travailler.

Une connaissance l'aide à venir à l'Université de Lausanne en 2016, qui



ISTANBUL, TURQUIE

lui arrange un contrat de travail de deux ans dans le cadre du programme Scholars at risk. Ayse Dayi se dit très reconnaissante de pouvoir vivre en Suisse. A Lausanne, elle étudie l'influence des structures néolibérales du secteur de la santé sur les droits des femmes en matière de reproduction, une recherche conduite dans le cadre d'un projet international. La scientifique ne sait pas si elle retournera un jour à Istanbul. En Turquie, l'université n'est plus un lieu de réflexion critique, dit-elle. «L'oppression et la violence sont si fortes dans mon pays qu'une question aussi simple que «How are you?» est devenue absurde.»

## «Un savoir dont on ne fait rien se perd.»

Carmen Bachmann

impliquées: certaines leur offrent des emplois, d'autres sensibilisent l'opinion publique avec des conférences et des manifestations. Les universités de Lausanne et de Lucerne ont engagé des scientifiques; Berne et Zurich se sont pour l'instant contentées d'un travail d'information.

### Les portes sont plus ouvertes pour les étudiants.

Malgré ces initiatives, la perspective de trouver un travail dans une université suisse reste plutôt limitée pour les exilés. «Les postes académiques sont rares et la compétition est forte; cela ne simplifie pas les choses», explique Christin Achermann, professeure en migration, droit et société à l'Université de Neuchâtel et directrice du Pôle de recherche national «On the move». Le porte-parole du Secrétariat d'Etat aux migrations Martin Reichlin avance aussi des raisons pragmatiques: certains réfugiés ont perdu dans leur fuite les documents qui témoignent de leur parcours universitaire.

En plus des obstacles linguistiques, le président de la CFM Walter Leimgruber relève que les formations acquises dans les pays de provenance des réfugiés accusent de grandes différences de contenu et de qualité. «Pour que leur intégration fonctionne, il faut leur donner les moyens de se perfectionner. Ils doivent pouvoir suivre des cours de langue et acquérir des qualifications additionnelles.» Cela ne dépend toutefois pas des universités, mais des cantons. «Et pour eux, quelques scientifiques ne comptent pas», dénonce

Walter Leimgruber. Il propose par conséquent d'adapter en ce sens les prestations d'intégration.

Les portes du monde académique sont un peu plus ouvertes pour les étudiants réfugiés en Suisse. L'Union des étudiants de Suisse (UNES) a mis sur pied le projet «Perspectives - études» pour leur faciliter l'accès à l'enseignement supérieur. «La forte demande et les retours positifs montrent que nous sommes sur la bonne voie», se réjouit la responsable, Martina von Arx. Dans plusieurs universités, ils peuvent participer aux cours en tant qu'auditeurs, notamment à Genève et à Bâle. Mais le nombre d'étudiants reste limité, et ce statut ne leur permet pas d'obtenir un quelconque diplôme.

Il faudra encore franchir plusieurs obstacles afin de réussir l'intégration des chercheurs réfugiés en Suisse. Pourtant, l'histoire montre combien une aide spécifique dans le domaine académique est importante, par exemple au travers des destinées des scientifiques qui ont fui l'Allemagne nazie. Leur exil leur a sauvé la vie, mais a également apporté leur savoir et leur créativité aux pays qui les ont accueillis. Et parfois aussi la gloire: sur les 21 prix Nobel en sciences naturelles que compte la Suisse, dix sont nés à l'étranger.

Julia Richter est journaliste à Berne.

### De nombreux programmes, surtout en Allemagne

- La **Philipp-Schwartz-Initiative** de la fondation Humboldt prend la défense des scientifiques en danger.
- **Chance for Science** facilite les contacts avec les chercheurs des universités allemandes.
- Le **Council for Assisting Refugee Academics** (Cara) soutient les scientifiques déplacés. Cara a été fondé en 1933 en réaction aux discriminations dans l'Allemagne nazie.
- **Scholars at risk** s'engage pour la liberté de recherche et les droits de l'homme.
- **Science4refugees**, une initiative de la Commission européenne, facilite l'intégration universitaire des réfugiés.
- **Academic Experience Worldwide** s'engage pour l'intégration académique des réfugiés.
- **Scholars Rescue Fund** soutient financièrement les chercheurs en danger.
- L'**Initiative der Deutschen Forschungsgemeinschaft** permet aux projets de la DFG de solliciter des fonds pour engager des scientifiques en exil.

# «Je pense que j'ai la peau dure»

Naturalisations par les assemblées communales, intégration des requérants d'asile: les recherches de Dominik Hangartner attirent l'attention des médias et font réagir les lecteurs. Le chercheur prend ces réactions avec sérénité.  
Par Pascale Hofmeier



Manu Friederich

Pour Dominik Hangartner, parler de ses résultats fait partie intégrante de la recherche.

## **Vos recherches abordent des sujets politiques sensibles. Comment vivez-vous cette visibilité médiatique?**

Je suis conscient que nos travaux portent sur des thèmes qui font l'objet de vifs débats, par exemple le nombre d'années souhaitable avant de pouvoir demander la naturalisation. D'autres questions s'avèrent étonnamment moins controversées, notamment les effets positifs des procédures d'asile accélérées. Dans une démocratie, il est important de montrer de manière indépendante quels sont les avantages et les inconvénients de telle ou telle politique. Nous tentons de proposer des instruments et des analyses qui permettent de se forger une opinion basée sur les faits, même sur des questions très émotionnelles.

## **Comment réagissez-vous lorsque vos résultats sont récupérés par les politiciens?**

Mon devoir de chercheur consiste à livrer des analyses claires, à déterminer quelles sont les causes et les effets d'un phénomène. Par exemple, si une procédure d'asile est raccourcie de deux mois, les réfugiés commencent à travailler plus tôt, ce qui favorise leur intégration et permet à l'Etat d'économiser de l'argent. Ma seconde mission est de veiller à ce que les résultats soient compris correctement autant par les experts que par le public qui finance nos recherches au travers des impôts, et de réduire ainsi le plus possible le risque d'interprétation erronée. Nous pouvons faire des propositions pour améliorer la politique d'intégration. Mais la manière dont elle sera mise en œuvre dépend des politiciens, de l'administration et du peuple.

## **Avez-vous déjà imaginé renoncer à la publication de vos travaux ou de la différer par crainte de les voir mal compris?**

Pour les chercheurs, c'est une question taboue. Il y a rarement un moment idéal pour

publier des conclusions désagréables. Personnellement, je ne me suis jamais retrouvé dans une telle situation. Mais je pense que j'ai la peau dure.

## **Où vous situez-vous politiquement?**

Mon intérêt pour les sujets liés à la migration découle certainement de mon parcours. Mais cela nsadad sur la manière dont je mène mes recherches et sur les résultats auxquels j'aboutis. Je veux comprendre ce qui fonctionne ou non. L'analyse en tant que telle est un processus neutre, et rien ne m'incite à enjoliver les choses.

## **Devriez-vous vous impliquer davantage dans le débat public?**

Je mène des recherches au cœur de la société. Cela suppose de communiquer les résultats aux acteurs concernés, en l'occurrence ceux du domaine de la migration. Nous cherchons aussi à établir des échanges de manière ciblée. Nous avons présenté nos analyses sur l'intégration dans le marché de l'emploi au Parlement européen et montré aux différents pays comment ils peuvent mettre leurs données à disposition pour de prochaines études.

## **Vos projets ont une forte dimension internationale. Cela vous aide-t-il à garder une certaine indépendance dans l'analyse de la Suisse?**

Cela aide certainement. Dans tous les cas, ce qui est pertinent pour notre pays rencontre également un certain intérêt à l'étranger. De nombreux Etats européens ont examiné nos résultats sur l'accélération des procédures d'asile. On nous a par exemple demandé de les contextualiser pour le cas de la Finlande. Nos apparitions médiatiques entraînent de nombreuses demandes dans d'autres pays. Nous pou-

vons parfois aider les chercheurs à mettre la pression pour obtenir des données officielles jusqu'ici verrouillées.

Pascale Hofmeier est rédactrice scientifique au FNS.

## **Quelques résultats récents**

- Les Européens préfèrent les réfugiés jeunes, chrétiens, bien formés et de sexe féminin alors que les musulmans sont plutôt mal vus, montre une enquête menée auprès de 18 000 personnes dans 15 pays européens. *Science* (2016)
- Une procédure d'asile de longue durée péjore l'entrée des réfugiés sur le marché du travail suisse même s'ils sont déjà autorisés à travailler durant cette période. *Science Advances* (2016)
- A long terme, les migrantes et les migrants s'intègrent mieux lorsqu'ils sont naturalisés. *PNAS* (2015)

## **L'expert en migration**

Le politologue Dominik Hangartner est professeur associé de méthodologie et de science politique à la London School of Economics. Il quittera ce poste pour celui de professeur associé d'analyse politique à l'ETH Zurich en août 2017. Dominik Hangartner est par ailleurs codirecteur de l'Immigration Policy Lab des universités Stanford et de Zurich et directeur du projet Asylum Policy and Refugee Integration du Pôle de recherche national «On the Move».

## Dans la colonie des retraités

De nombreux Européens à la retraite ont émigré sur la Costa Blanca dans la province d'Alicante, en Espagne. La sociologue lausannoise Marion Repetti étudie sur place les effets de l'éloignement géographique sur la solidarité familiale.



Je suis arrivée à Javea en août 2016. Il s'agit d'une petite ville balnéaire située dans la région d'Alicante où vivent énormément de retraités du nord et du centre de l'Europe, notamment du Royaume-Uni. Il y a un quartier en particulier dont les habitants parlent uniquement anglais et où les enseignes sont toutes dans cette langue. Il s'agit d'une sorte de colonie.

Une blague circule sur Javea: lors d'une négociation sur l'enclave britannique de Gibraltar, l'ancienne Première ministre du Royaume-Uni Margaret Thatcher aurait déclaré: «Je vous rends Gibraltar mais laissez-nous Javea!»

### Générationnaires solidaires

En Europe, le modèle sociétal dominant veut que la solidarité entre les individus soit d'abord assurée par la famille, avant l'Etat. Il est attendu des retraités qu'ils

agissent comme soutiens familiaux, le plus souvent en s'occupant des petits-enfants. Une fois très vieux, ils sont censés pouvoir compter sur leurs enfants pour prendre soin d'eux. Dans cette conception, les membres de la famille vivent à proximité. Je me suis donc demandé comment la distance affecte la solidarité familiale.

Je poursuis un post-doctorat à l'Université de Manchester et au Virginia Tech, aux Etats-Unis. Un concours de circonstances m'a amenée à Javea. J'étudie depuis longtemps les problématiques liées à la vieillesse et je savais grâce à la littérature qu'Alicante compte beaucoup de retraités. Comme je ne connaissais personne parti s'installer à long terme en Espagne, j'ai pris contact avec plusieurs organisations et centres pour retraités, dont une association de retraités suisses de la région d'Alicante. Et les premières personnes avec qui j'ai été mise en contact se trouvaient à Javea. Elles



Deux fois par jour, la chorale de Benidorm invite la population locale à venir sur la plage du Levant y chanter des airs internationaux. La chercheuse Marion Repetti étudie comment les retraités installés sur la Costa Blanca gèrent les relations avec leurs familles restées en Europe du Nord.

Photo: Keystone/DPA/Manuel Meyer

m'ont fait connaître d'autres retraités, puis j'ai été ajoutée à des groupes Facebook qui m'ont permis d'étendre mon réseau à la ville voisine de Denia.

Je suis d'abord restée sur place un mois et demi, avant d'y retourner en janvier 2017. Mon mari et mes deux enfants m'ont accompagnée. Le temps passé sur le terrain m'a permis de parler avec de nombreux retraités qui vivent à Javea ou qui y passent une partie de l'année. Je les ai rencontrés dans des lieux publics mais également chez eux. Au travers d'interviews approfondies, j'ai pu analyser la nature des liens familiaux qu'ils entretiennent à distance.

### Ne pas couper les liens

Chez les personnes que j'ai interrogées, le facteur financier représente un élément important dans la décision de partir. Elles considèrent qu'elles seront en mesure d'améliorer grâce à la migration

leurs conditions de vie à la retraite. Elles se trouvent parfois dans une situation matérielle qui ne leur laisse pas beaucoup d'autres choix.

En raison des différences de pouvoir d'achat, certains retraités sont parvenus à s'offrir une grande maison, parfois avec piscine. Ils peuvent sortir, aller au restaurant, ce qui n'était pas forcément le cas dans le pays qu'ils ont quitté. Ils sont aussi conscients que leur présence est favorable à l'économie de la région, ce qui favorise leur impression d'y détenir une place légitime. Ils échangent volontiers sur leur situation et se montrent fiers de leur projet. Ils n'ont plus le sentiment d'être des «bouches inutiles».

Dans la littérature sur le sujet, les retraités sont généralement considérés comme des individus qui partent pour profiter de leur liberté, notamment vis-à-vis des obligations familiales. J'ai constaté l'inverse.

D'abord, ils ont choisi d'aller en Espagne plutôt qu'en Thaïlande ou en Afrique du Nord afin de ne pas s'éloigner trop de leur famille. Ils s'accordent sur le fait qu'il faut être disponible en cas d'urgence et être en mesure de recevoir leur famille. Ils ont l'impression de pouvoir offrir à leurs enfants et petits-enfants un cadre agréable pour les vacances, ce qui est valorisant. Dans certains cas, ce départ a créé des conflits avec les enfants qui attendaient de leur part un soutien quotidien. Dans d'autres, il s'agit d'une décision soutenue par la famille. »

Propos recueillis par Benjamin Keller.

# L'envol du populisme sur Internet

Depuis la dernière élection présidentielle américaine, les médias s'intéressent au populisme numérique. La recherche aussi.

Par Martin Zimmermann

**E**n Europe, 2017 sera une grande année électorale, notamment en France et en Allemagne. Mais tout sera un peu différent. Depuis la victoire de Donald Trump, le spectre du populisme numérique plane sur les démocraties occidentales. Une question alimente la controverse: existe-t-il un lien entre le succès des populistes et leurs campagnes dans les médias sociaux?

Dans ce débat, les chercheurs se montrent prudents. Thomas Häussler, de l'Institut des sciences de la communication et des médias de l'Université de Berne, met en garde: il ne faut pas tenir Facebook et consorts pour responsables des dernières surprises électorales. «Naturellement, les populistes - en Suisse principalement l'UDC - savent parfaitement se servir des réseaux sociaux, explique le spécialiste de la communication politique et de la mobilisation en ligne. Mais il s'agit à leurs yeux simplement d'un canal de communication supplémentaire.»

Les médias classiques continuent d'influencer davantage la formation de l'opinion publique, poursuit Thomas Häussler. En Suisse, il est surtout question des journaux, dans d'autres pays, de la télévision. Si Facebook devait s'arrêter soudainement, le paysage politique ne changerait pas de manière fondamentale, et la polarisation actuelle ne disparaîtrait pas du jour au lendemain, explique le chercheur.

## Le pouls du peuple

Les plateformes en ligne et le populisme forment bel et bien une combinaison idéale. «Les populistes recherchent un contact direct avec le peuple», note Sven Engesser de l'Université de Zurich. Dans le cadre du Pôle national de recherche Démocratie, il étudie le populisme et les médias de masse. «Facebook et Twitter leur permettent de prendre le pouls de la population et de lui

transmettre des messages sans détour par les médias classiques.»

Etonnamment, le rôle des réseaux sociaux dans la montée des mouvements populistes n'a été que peu étudié jusqu'ici, note Sven Engesser. Il n'existe pas de définition généralement reconnue du populisme, ce qui complique les recherches sur le sujet. Par ailleurs, les partis et mouvements qualifiés de populistes sont très hétérogènes.

«Cette manière de penser menace la démocratie.»

Thomas Häussler

Sven Engesser et ses collègues se sont penchés sur les messages diffusés sur Internet par ces mouvements en Suisse, en Autriche, en Italie et en Grande-Bretagne. Pour le chercheur, ils ont un point commun: ils se considèrent comme les «vrais» représentants d'un peuple idéalisé qui se trouve dans un conflit durable avec les élites. Les contenus numériques reflètent en grande partie ceux propagés hors d'Internet: les populistes de gauche s'en prennent aux dirigeants économiques, notamment des banques et des grandes entreprises, ceux de droite aux leaders politiques et aux migrants. C'est surtout la droite qui s'attaque aux médias traditionnels.

## Perte de confiance

Pour Thomas Häussler, ce rejet des médias de masse constitue une caractéristique importante du populisme numérique. Il se montre particulièrement prononcé en Allemagne avec le débat sur la «Lügenpresse» («presse à mensonges»). «Historiquement, la réputation des journalistes n'a jamais été très bonne. Mais ces dernières années, elle s'est encore détériorée.»

En Europe, les médias traditionnels sont aujourd'hui critiqués de manière plus violente et fondamentale que jamais. Et les populistes utilisent cette perte de confiance. «Ils reprochent aux journalistes de faire partie des élites qui conspirent contre le peuple pour le manipuler», souligne Thomas Häussler. Cette accusation se situe à l'opposé des valeurs portées par la branche des médias, telles que l'indépendance et la responsabilité envers le grand public. Ce n'est pas un hasard si de nombreux partis populistes - notamment l'UDC en Suisse - exigent de réduire ou même de supprimer l'audiovisuel public, considéré comme l'organe des élites.

Cette attitude de méfiance conduit à une détérioration des standards journalistiques sur Internet. Certains médias douteux et ouverts aux théories du complot tels que la plateforme suisse alémanique «Alles Schall und Rauch» («Tout cela n'est que du vent») reçoivent ainsi le même crédit que des journaux réputés. L'intuition et le fameux bon sens comptent plus que l'expertise et les faits. Il est ainsi facile de propager des informations erronées. Sven Engesser et Thomas Häussler soupçonnent que les «fake news», dont la forme et le style s'inspirent des médias traditionnels, découlent d'une stratégie politique consciente. Les personnes qui ne se sentent pas en sécurité cherchent à s'appuyer sur des leaders au fort charisme et une vision du monde simpliste. Exactement ce que proposent les populistes.

## La vérité relative

A long terme, l'érosion des standards journalistiques risque d'avoir des répercussions négatives sur les processus politiques. Les médias, en tant que quatrième pouvoir, ne peuvent plus remplir leur fonction de critique et de contrôle: lorsque tout devient relatif, il est de plus en plus diffi-



**Amplifiés par Internet, les affirmations arbitraires et le relativisme à outrance menacent la démocratie. De quoi laisser bien songeuse Helvetia, assise face au Rhin à Bâle.** Photo: Keystone/Branko de Lang

cile de se former une opinion basée sur des faits et de débattre de questions politiques concrètes. «On en reste à une méta-discussion - savoir si les données présentées par les experts et les médias sont vraies ou non, note Thomas Häussler. Au final, cette manière de penser menace la démocratie.»

## Les populistes et les médias de masse profitent les uns aux autres.

La relativisation des faits est exacerbée par la tendance, sur Internet, à échanger avec des personnes de même opinion, décrite par les concepts de «chambres d'écho» et de «bubble filter». Le phénomène n'est pas nouveau si l'on pense à la presse partisane dominante en Suisse jusque dans les années 1960. «Mais à l'époque, pour savoir qu'il existait des avis divergents, il suffisait de faire un pas en arrière au kiosque pour que les journaux des autres partis apparaissent dans son champ de vision», indique Thomas Häussler.

Un tel recul n'est plus envisageable sur le Web. Des algorithmes basés sur l'activité des internautes leur proposent des contenus correspondant le mieux possible à

leur vision du monde. Cette situation est encore accentuée par les entreprises de marketing spécialisées dans la publicité en ligne individualisée à l'extrême.

### La course aux clics

Cependant, il n'existe jusqu'à présent aucune preuve empirique que ces phénomènes aient contribué aux victoires populistes dans les urnes. Thomas Häussler et Sven Engesser évoquent plutôt un effet de «spill over»: dans leur lutte pour toucher le plus grand nombre et conserver leurs revenus publicitaires, les médias classiques relaient eux aussi les contenus des réseaux sociaux.

«Du drame, des émotions, des messages clairs: la recette que les populistes exploitent sur Facebook et Twitter attire également les lecteurs vers les articles des journaux en ligne», explique Sven Engesser. Même si une information ne résiste pas à l'épreuve des faits, il est difficile de la réfuter une fois diffusée. Le scientifique voit un paradoxe: les populistes génèrent des clics, ce qui pousse les médias de masse à diffuser leurs messages. Ils profitent ainsi les uns aux autres.

Le problème est surtout marqué dans les pays très polarisés politiquement où les médias proches du pouvoir ne remplissent pas leur rôle de modérateur. A cet égard, les

Etats-Unis et leur audiovisuel public très faible constituent un bon exemple. Pour Thomas Häussler, les médias de masse ont tout bonnement failli lors de l'élection présidentielle américaine, en exploitant au maximum l'indignation du public. «Dans leur course aux clics et à la publicité, ils ont repris et propagé chaque tweet fantaisiste de Donald Trump. Ainsi, ils ont promu sa politique.»

Martin Zimmermann est journaliste indépendant à Berne.

S. Engesser et al.: Populism and social media: How politicians spread a fragmented ideology. Information, Communication and Society (2016)

# Les gestes qui remplacent les mots

La langue des signes bouscule la linguistique et offre un nouveau champ d'étude pour les théories de l'apprentissage. Elle représente aussi un défi pour la traduction automatique.

Par Astrid Tomczak-Plewka

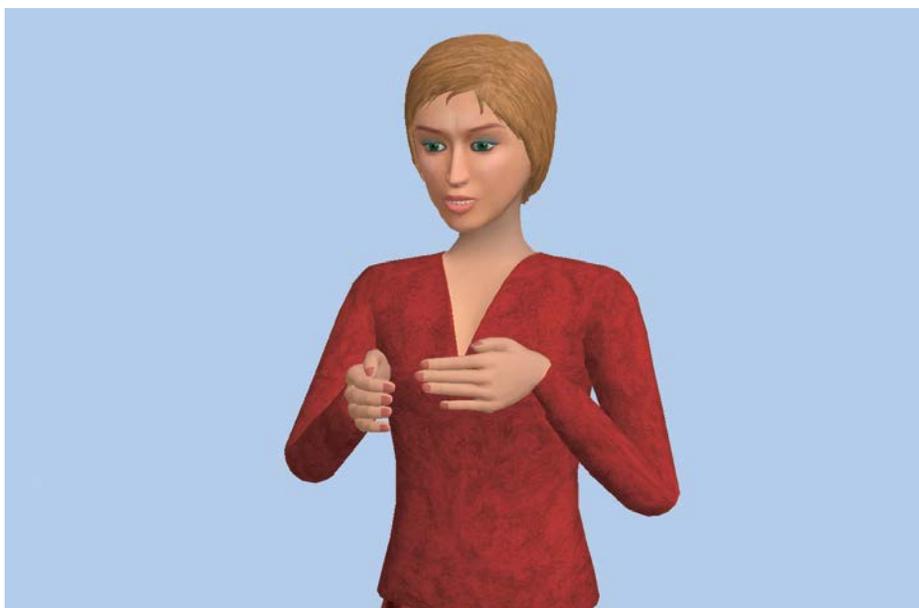
**L**es langues des signes sont des langues naturelles. Elles sont utilisées à l'intérieur d'une communauté et s'y développent exactement comme tout parler. La Suisse des signes est également multilingue avec trois langues gestuelles: le suisse allemand, le français et l'italien.

Les premières recherches sur la langue des signes avec des méthodes linguistiques modernes ont débuté dans les années 1960 aux Etats-Unis et aux Pays-Bas. En Suisse, Penny Boyes Braem a fondé le Centre de recherche sur la langue des signes, une organisation privée à but non lucratif, à Bâle en 1982. «A l'époque, aucune autre institution du pays n'était prête à étudier ce sujet plutôt méprisé, explique la chercheuse. Pourtant, les langues produites et perçues visuellement sont très intéressantes, car elles jettent souvent un éclairage nouveau sur les théories linguistiques traditionnelles.»

Par exemple, l'iconicité visuelle représente une caractéristique unique: les gestes s'appuient sur une ressemblance avec l'objet qu'ils expriment. Cela bouscule le principe linguistique selon lequel le lien entre le signifiant et le signifié est arbitraire dans toutes les langues humaines. Ainsi, les mots pour désigner un arbre sont très différents dans les idiomes oraux non apparentés. En revanche, dans de nombreuses langues des signes à travers le monde, les gestes pour évoquer un arbre en montrent la forme.

## Avancées grâce au numérique

Ce sujet d'étude exige des chercheurs qui maîtrisent très bien ce mode de communication, telle Katja Tissi de la Haute école de pédagogie curative à Zurich. Sourde de naissance, elle a appris la langue des signes avec sa sœur aînée, également malentendante. «Lorsque j'étais enfant, j'avais souvent mauvaise conscience de m'exprimer de cette façon», se souvient-elle. Jusque dans les années 1980, les spécialistes suisses s'évertuaient à prescrire aux personnes concernées des exercices pour améliorer leur audition et



Le projet Trainslate cherche à traduire en langue des signes les annonces de train en gare.

Image: University of East Anglia/Universität Zürich, Institut für Computerlinguistik/trainslate

leur expression orale. La communication se basait surtout sur la lecture des lèvres. Lors d'un séjour aux Etats-Unis, Katja Tissi a découvert que la langue des signes faisait aussi l'objet d'études scientifiques. «Cela m'a ouvert de nouveaux horizons et donné confiance en moi.»

«Les langues des signes jettent un nouvel éclairage sur les théories linguistiques traditionnelles.»

Penny Boyes Braem

D'un point de vue technique, la recherche dans ce domaine profite du développement des technologies numériques. La reconnaissance d'images joue ici un rôle central. «Comme les entendants, les sourds utilisent toujours davantage Internet et les médias sociaux», explique Penny Boyes Braem. Pour communiquer sur le web, ils produisent souvent des clips vidéo en langue des signes, mais ils sont susceptibles d'être identifiés. Afin de garantir leur anonymat, les chercheurs développent des techniques capables de reconnaître automatiquement les gestes sur une vidéo avant de les reproduire par un avatar. Un premier pas dans cette direction a été franchi par Smile, un projet de l'institut de recherche Idiap de Martigny mené avec la Haute école de pédagogie curative et l'Université de Surrey (GB). Il développe un système de reconnaissance

destiné aux personnes qui apprennent la langue des signes suisse allemande. Le programme donne à ces derniers un retour sur leurs progrès.

## Des avatars pour annoncer les trains

La traduction automatique joue également un rôle central dans le travail de doctorat de Sarah Ebling de l'Université de Zurich. Les malentendants ne peuvent pas comprendre les annonces des trains dans les gares. Le projet développe une app pour smartphone où un avatar interprète ces messages automatiquement en langue des signes suisse allemande.

Les processus cognitifs dans l'utilisation de la langue des signes représentent un autre point fort de la recherche, au même titre que les signaux des mains et du visage. «Différentes études ont montré que la coordination d'un geste de la main avec une composante non manuelle constitue un défi de taille pour les adultes entendants qui apprennent la langue des signes. Mais nous en savons encore bien trop peu sur les modalités spécifiques de ce phénomène», explique Tobias Haug, directeur d'études et chercheur à la Haute école de pédagogie curative. Afin de répondre à ces questions, l'institution prévoit la mise en place d'un corpus éducatif sur la langue des signes suisse allemande. «L'objectif est de rassembler des données afin de déterminer quelles sont les difficultés typiques de l'apprentissage d'une langue des signes.»

Astrid Tomczak-Plewka est une journaliste indépendante basée à Berne.

## Des SMS pour prévenir les beuveries

Dans un café, un jeune homme de 17 ans reçoit un SMS. «Ciao Mario. Tu n'es pas un suiveur qui ne boit que pour faire partie d'un groupe. Super! Ça montre de la force et peut impressionner!» Ce message doit aider Mario à ne pas se laisser entraîner à boire. Il a été envoyé dans le cadre d'une recherche menée par le psychologue Severin Haug, de l'Institut suisse de recherche sur la santé publique et les addictions à l'Université de Zurich.

Le programme MobileCoach Alcohol a été testé sur plus de mille apprentis et gymnasiens dans les cantons de Zurich et Berne. Les collaborateurs du projet se sont rendus dans 80 classes et ont demandé aux écoliers de répondre sur des tablettes à un questionnaire relatif à leur consommation d'alcool. Le projet s'est arrêté là pour une moitié des classes, le groupe de contrôle. Pour les autres, l'ordinateur a immédiatement établi un premier message sur la base de leurs réponses. Dans un second temps, le programme a élaboré les messages que le participant recevrait au cours du trimestre suivant. «Plus l'approche est individualisée, plus les informations sont lues», souligne Severin Haug.

Le projet vise avant tout à endiguer les beuveries (ou «binge drinking»), définies par la consommation rapide d'au moins cinq boissons alcoolisées (quatre pour les femmes). Une situation dans laquelle 47% des participants s'étaient retrouvés au moins une fois durant le mois précédant le programme. Ce taux a baissé à 41% pour la période qui a suivi. Au contraire, les membres du groupe de contrôle se sont enivrés plus souvent qu'auparavant.

Cette aide électronique sera encore développée et proposée dans d'autres cantons. Dans la mesure où tout est automatisé, le coût du programme reste faible, même avec un grand nombre de participants. «Il revient à peu près au même pour dix ou 10 000 jeunes», indique Severin Haug. *Jochen Paulus*

S. Haug et al.: Efficacy of a Web- and Text Messaging-Based Intervention to Reduce Problem Drinking in Adolescents: Results of a Cluster-Randomized Controlled Trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* (2016)

Severin Haug



Le programme atteint les adolescents par SMS au moment où ils boivent: en sortie.



Evolution inattendue: le prix des résidences principales a diminué dans les régions touristiques.

## L'initiative Weber a fait baisser les prix de l'immobilier

Le coup d'arrêt à la construction de nouvelles résidences secondaires dans les lieux touristiques suisses a fait chuter de 12% les prix des logements principaux, mais n'a pas influencé le marché dans les autres communes. Cette conséquence surprenante ressort d'une étude menée par les économistes Christian Hilber de la London School of Economics et Olivier Schöni de l'Université de Berne. Ils ont comparé les prix des logements dans toute la Suisse avant et après l'initiative. «L'effet est étonnamment robuste», relève Olivier Schöni. Rien n'indique que les acheteurs potentiels se soient tournés vers des communes voisines.

Les auteurs concluent que les résidences principales et secondaires ne sont pas interchangeables puisque l'initiative n'a pas le même impact sur leur prix. Cela tient probablement non seulement aux différences de construction entre les chalets et les maisons d'habitation traditionnelles, mais aussi à leur situation, un facteur déterminant pour les acheteurs potentiels. Les touristes souhaitent loger près des remontées mécaniques alors que les locaux veulent habiter près des écoles et des magasins.

Aux yeux des auteurs, cette chute n'a rien de positif. «Les loyers baissent uniquement parce que le blocage exerce une influence négative sur le marché du travail et sur les perspectives d'avenir», remarque Christian Hilber. Les débouchés professionnels des habitants se dégradent, ceux-ci se montrent moins disposés à investir dans l'immobilier et le patrimoine perd de sa valeur. Les deux économistes estiment que de nombreux habitants finiront par vendre leurs maisons à des investisseurs. Les «lits froids» pourraient ainsi faire leur retour. *Anne-Careen Stoltze*

C. Hilber & O. Schöni: The Housing Market Impacts of Constraining Second Home Investments. University of Bern & London School of Economics. CRED Research Paper No. 11 (2015)

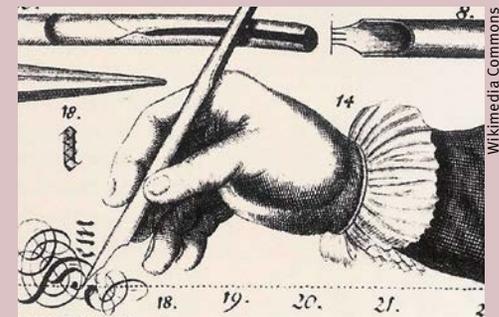
## Histoire de plumes

Le stylo-plume en acier s'est imposé en Europe au XIXe siècle comme instrument d'écriture. Auparavant, les plumes d'oiseaux, en particulier d'oie, ont été utilisées pendant plus de mille ans. Leur maniement était complexe: la taille demandait du savoir-faire, et tout le monde ne trouvait pas la posture ou la position adéquate des doigts. Ainsi, la poétesse allemande Annette von Droste-Hülshoff se plaint dans une lettre: «Heureux celui qui parvient à écrire avec une plume d'oie! Je n'y arrive pas, car je ne sais comment la couper!»

Martina Wernli de l'Université de Neuchâtel se consacre à l'histoire de la plume d'oie du Moyen Age au XIXe siècle. La spécialiste en littérature a recherché sa trace dans diverses sources: sonnets du poète italien de la Renaissance Pétrarque, romans de l'écrivain allemand Jean Paul ou encore poésie baroque de Catharina Regina von Greiffenberg. Mais elle ne l'analyse pas uniquement comme motif littéraire ou comme métaphore: «J'étudie également la plume d'oie en tant qu'objet.» Pour cela, Martina Wernli se base sur les consignes historiques concernant la taille du bec ou la position du corps lors de l'écriture.

Contrairement à l'encre, au parchemin ou au papier, la plume d'oie n'a jusqu'ici pas beaucoup intéressé la science. Souvent utilisée jusqu'au bout ou décomposée, elle constitue un objet archéologique rare. Avec son étude, Martina Wernli ne ramène pas seulement la plume d'oie dans le présent, elle réunit pour la première fois des perceptions différentes de l'écriture en tant que phénomène artistique, culturel ou technique. *Kathrin Zehnder*

Martina Wernli: Feder lesen. Eine Literaturgeschichte des Gänsekiels von den Anfängen bis ins 19. Jahrhundert, projet d'habilitation



Publié en 1784, le manuel de Johann Stäps enseignait l'art d'écrire à la plume.



## L'éthicienne et son laboratoire d'idées

Qui doit avoir le droit de connaître vos informations génétiques ou de les utiliser? La bioéthicienne Effy Vayena aborde les questions les plus épineuses soulevées par l'arrivée de nouveaux types de technologies médicales.

*Par Celia Luterbacher*

**L**a majeure partie de sa vie adulte, Effy Vayena l'a passée loin de l'île grecque de Leucade qui l'a vue grandir. Après un bachelor en histoire à Athènes, sa carrière l'a menée des Etats-Unis à la Grande-Bretagne, en passant par la Mongolie et la Birmanie. Maintenant installée à Zurich, elle peut retourner chaque été sur cette île pour retrouver sa famille et faire du ski nautique avec ses deux filles de 12 et 7 ans. «C'est si beau, et il y a tant de soleil là-bas, raconte-elle. Je pense que si vous grandissez dans un tel endroit, vous êtes naturellement pleine d'optimisme.»

Cette attitude positive semble être bénéfique pour une personne dont le travail est de chercher des réponses à certaines des questions les plus épineuses qui se posent à notre société. En tant que professeure de politique de santé et fondatrice du Health Ethics and Policy Lab à l'Université de Zurich, Effy Vayena étudie les défis légaux générés par les progrès de la santé et des technologies médicales.

La confidentialité, l'équité ou encore la liberté de choix soulèvent des questions auxquelles le cadre légal présent ne saurait tout simplement pas répondre. Le séquençage de l'ADN et la génomique nous permettent aujourd'hui d'en savoir beaucoup plus sur l'avenir d'un patient. Mais quelles sont les informations qu'il convient de partager avec lui ou avec d'autres personnes? Ces données doivent-elles rester privées ou être utilisées pour le bien général, comme pour la recherche médicale?

### Sur le terrain

Effy Vayena n'a pas fait toute sa carrière dans le monde académique. Elle est arrivée en Suisse en 2000 pour travailler à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à Genève. «J'ai commencé par étudier l'histoire et l'évolution des idées, mais j'ai fini par m'intéresser davantage aux controverses liées à l'éthique et à la médecine, en particulier à la procréation assistée et à la génétique.»

Pour l'OMS, elle a étudié la santé reproductive dans les pays en développement, se concentrant sur l'infertilité, un problème qui, en général, n'est pas associé à ces pays, nombre d'entre eux étant touchés par la surpopulation. Il affecte pourtant la santé et le bien-être dans ces régions autant que dans les pays développés, relève la chercheuse. Elle a examiné comment les nouvelles technologies reproductives pourraient y réduire la souffrance, mais aussi si elles y ont leur place alors que les ressources pour la santé sont limitées.

Elle a voyagé pour aider les groupes locaux à mettre en œuvre des recherches et des pratiques éthiques. Elle dit avoir été inspirée par les scientifiques rencontrés sur place. «En Birmanie, j'ai été impressionnée par leur candeur lorsqu'ils parlaient de leurs problèmes, du manque de moyens, des droits de l'homme ou de leurs normes éthiques. J'ai été saisie par leur ténacité, leur détermination à améliorer aussi bien leur vie que leurs recherches et à affronter les obstacles. Ils construisaient leur propre voiture pour se déplacer - j'ai roulé dans l'une d'elles.»

Suite à la naissance de sa première fille, Effy Vayena a décidé en 2008 de retourner dans le monde académique pour passer à l'Université de Zurich une habilitation en bioéthique et en politique de santé.

### Les atouts de la démocratie directe

La chercheuse s'intéresse aussi aux sciences citoyennes. Ce phénomène n'est pas nouveau, mais les téléphones mobiles et l'Internet permettent aux participants d'échanger leurs données plus vite et plus largement que jamais.

A ses yeux, la Suisse représente un endroit idéal pour étudier ce phénomène, qu'il s'agisse d'examiner comment protéger les participants et leurs données ou impliquer le plus de monde possible dans les décisions touchant à la science.

«Si vous grandissez au soleil, vous êtes naturellement optimiste.»

«C'est vraiment intéressant pour moi de mener mes recherches dans ce pays en raison de la démocratie directe, dit-elle. J'essaie de comprendre comment créer de nouvelles normes répondant aux problèmes d'éthique, de santé et de gestion des données. Et au travers de quelles démarches? Idéalement par des processus de réflexion, de participation citoyenne et de discussion.»

Ayant obtenu la citoyenneté suisse l'an dernier, Effy Vayena peut désormais s'engager pleinement dans le débat démocratique. Le hasard fait bien les choses: la première fois qu'elle s'est rendue aux urnes, l'une des votations portait sur le diagnostic préimplantatoire - une procédure controversée de tests génétiques sur les embryons in vitro avant leur implantation dans l'uté-

rus. Elle s'est prononcée en faveur de la révision, comme la majorité de ses nouveaux concitoyens.

Elle voit son laboratoire comme un espace démocratique: «Je préfère un environnement sans trop de hiérarchie; nous travaillons dur et rions beaucoup. Il n'y a pas de pipettes dans mon labo: je le conçois plutôt comme un lieu d'expérimentation d'idées.»

L'an prochain, la bioéthicienne et son équipe s'engageront dans un projet qui combinera le Big Data, l'éthique et la santé. Elle s'engage également dans le Swiss Personalized Health Network, coordonné par l'Académie suisse des sciences médicales. Bénéficiant d'un budget de 70 millions, cette initiative veut accélérer les progrès de la médecine personnalisée, notamment en harmonisant les différents types de données médicales en Suisse.

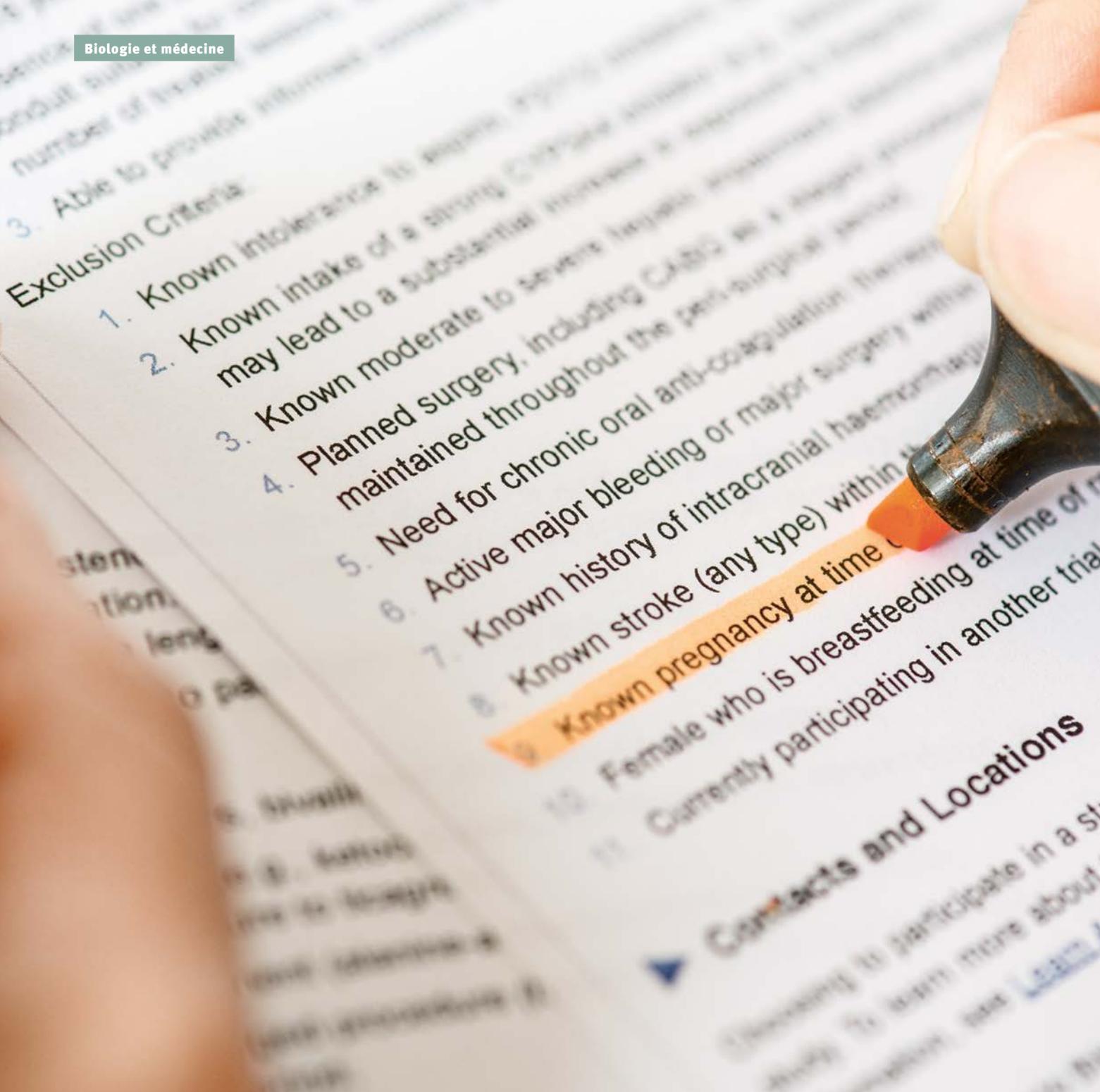
Et s'il lui reste un peu de temps à côté de son travail? A long terme, Effy Vayena aimerait étudier l'influence de l'intelligence artificielle sur la recherche médicale et les soins. Mais pour le moment, elle est surtout heureuse de passer du temps avec ses filles.

«Je leur parle beaucoup. Elles sont trilingues - allemand, grec et anglais - et il me faut répondre à toutes sortes de questions. Nous retournons en Grèce tous les étés. Elles sont meilleures que moi sur la neige, mais je me défends plutôt bien en ski nautique.»

Celia Luterbacher est journaliste à Swissinfo.

### Deux passeports et quatre diplômes

Née en Grèce, Eftychia Vayena a obtenu un bachelor en histoire à l'Université d'Athènes et un master en histoire des sciences, des technologies et de la médecine à l'Imperial College à Londres, avant de passer son doctorat en histoire sociale de la médecine et en bioéthique à l'Université du Minnesota. Naturalisée suisse, elle a obtenu son habilitation à l'Université de Zurich peu avant d'y rejoindre, en 2015, l'Institut d'épidémiologie, de biostatistique et de prévention en tant que professeure assistante FNS en politique de santé. Elle est âgée de 44 ans.



## Les oubliés des essais cliniques

Difficile de tester des médicaments sur les enfants et les femmes enceintes. Des chercheurs récoltent des données isolées pour s'assurer que les traitements sont efficaces et sans danger pour tous les groupes de patients.

*Par Alexandra Bröhm*

**A** valer un antidouleur ou un cachet contre les nausées pendant la grossesse? Un tabou. En théorie, du moins. Car en réalité 80% des femmes enceintes prennent des médicaments, selon une étude publiée en 2014 dans le *British Medical Journal*. D'où l'importance pour les milieux médicaux de savoir quelles substances risquent de nuire à la santé de l'enfant et quelles autres sont sans danger. Mais les essais cliniques excluent souvent les femmes enceintes de peur de mettre le fœtus en péril.

Malgré les différences incontestables entre les deux sexes, les scientifiques testent aujourd'hui encore les nouvelles thérapies essentiellement sur les hommes. Ils partent simplement du principe qu'elles agiront de la même manière sur les femmes, même si c'est loin d'être toujours le cas.

L'assimilation des médicaments peut varier en fonction du métabolisme. Leur efficacité est notamment influencée par certains enzymes trouvés dans le foie des femmes. La capacité de leurs reins n'atteint que 80% de celle des hommes, ce qui a un impact sur le processus d'élimination des déchets produits par les cellules. Les femmes sont également plus petites et les substances se répartissent autrement dans leur corps, notamment en raison du surplus de tissus adipeux. Ces derniers concentrent les molécules thérapeutiques, ce qui modifie leur efficacité. Sans compter l'influence du cycle menstruel.

### Le scandale du Contergan

La recherche médicale n'accorde également pas assez d'attention aux enfants. Ceux-ci ne devraient pas être traités comme des adultes miniatures - pour lesquels il suffirait de réduire les doses en fonction du poids -, mais les chercheurs ne développent que rarement des médicaments spécifiquement pour eux. La pédiatrie recouvre en outre un large champ: on ne saurait soigner de la même manière les nouveau-nés et les adolescents.

«Il faut absolument rassembler les données.»

Alice Panchaud

En Suisse, plusieurs initiatives veulent remédier à cette situation. Alice Panchaud, pharmacologue au Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) à Lausanne, étudie des méthodes pour identifier des médicaments sans danger pendant la grossesse. Cette question n'a pas intéressé beaucoup du monde jusqu'au scandale

du Contergan dans les années 60 en Allemagne. Cet anti-nauséeux avait alors entraîné la naissance d'enfants souffrant de malformations des bras et des jambes. Depuis, on cherche par tous les moyens à éviter d'exposer les femmes enceintes à quelque médicament que ce soit. «Ce n'est malheureusement pas très réaliste», relève Alice Panchaud, qui effectue actuellement un séjour de recherche de deux ans à la Harvard School of Public Health. Il est nécessaire de traiter certaines maladies pendant la grossesse parce qu'elles représentent un risque plus grand pour l'enfant à naître qu'un médicament.

Même en excluant les femmes enceintes des essais cliniques, deux sources d'information existent: il arrive que des femmes prennent des médicaments sans savoir qu'elles portent un enfant; d'autres ne peuvent pas faire autrement pour des raisons médicales. «Il faut absolument rassembler et analyser les données fournies par ces deux groupes», souligne Alice Panchaud. Elles permettront à long terme de constituer une banque de données sur les substances sans risque. La règle générale: comme les connaissances manquent sur tout nouveau médicament, il faut éviter d'en prescrire aux femmes enceintes

Aux Etats-Unis et en Europe, ces outils s'étoffent rapidement. En Suisse, la quantité plus limitée de cas freine leur développement et les efforts restent insuffisants. La dangerosité d'un médicament est une chose; il s'agit également de déterminer la dose à prescrire. Les femmes prennent du poids pendant la grossesse et leur corps retient davantage d'eau. En général, la posologie augmente mais les médecins ont besoin de plus d'informations pour l'adapter à chaque cas particulier. Le CHUV constitue une banque de données avec les échantillons sanguins des femmes enceintes exposées à des médicaments.

### Différents cancers chez les enfants

Pour les enfants, le réseau de recherche Swiss Pednet s'efforce d'améliorer la situation. Cette initiative des hôpitaux pédiatriques revendique le développement de médicaments et de thérapies spécifiques. Les spécialistes sont confrontés à un dilemme analogue à celui qui se pose pour les femmes enceintes: ils rencontrent souvent des situations où un traitement s'impose, mais personne ne souhaite faire de tests avec des enfants en bonne santé. «Nous ne voulons pas non plus mener des essais sur des enfants malades», relève David Nadal, l'un des initiateurs du réseau et responsable de l'infectiologie à l'Hôpital des enfants de Zurich. La pédiatrie a donc elle aussi besoin d'une structure profes-

sionnelle de recherche qui assure à la fois la collecte des fonds et l'analyse des données.

«Il faut que la société comprenne mieux l'importance des recherches médicales en général et plus particulièrement pour les enfants», insiste David Nadal. Aujourd'hui déjà, plus de 80% des enfants cancéreux traités dans les hôpitaux le sont dans le cadre d'études cliniques. Ils souffrent souvent d'autres types de cancers que les adultes, d'où la nécessité de nouvelles substances qui leur viennent spécifiquement en aide.

### Inégalité des sexes

Au cours des dernières années, plusieurs scientifiques ont montré qu'il existe aussi de fortes différences entre les sexes face aux maladies cardio-vasculaires. «Les femmes meurent deux fois plus souvent d'un infarctus que les hommes», indique la cardiologue Catherine Gebhard de l'Hôpital universitaire de Zurich. Malgré cela, elles constituent seulement 24% des participants aux essais cliniques sur les maladies cardiaques. Et ces tests n'incluent presque pas de femmes âgées, bien que l'on sache maintenant que les cœurs des hommes et des femmes évoluent différemment dans cette phase de la vie.

«Les femmes meurent deux fois plus souvent d'un infarctus que les hommes.»

Catherine Gebhard

«Nous ignorons encore en grande partie pourquoi les femmes décèdent plus souvent des suites d'un infarctus que les hommes», dit Catherine Gebhard. Le problème commence lors des essais sur les animaux: les chercheurs les effectuent principalement sur des mâles, partant de l'hypothèse que les résultats seront aussi valables pour les femelles. La cardiologue dirige actuellement une étude afin de comprendre pourquoi le cœur des femmes ne vieillit pas de la même manière que celui des hommes. A l'avenir, autant les enfants, les femmes enceintes et celles qui souffrent de maladies cardio-vasculaires doivent bénéficier de traitements médicaux qui respectent leurs particularités.

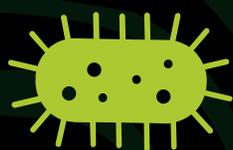
Alexandra Bröhm est journaliste scientifique au *Tages-Anzeiger* et à la *SonntagsZeitung*.

# Petits moustiques, gros problèmes, nouvelles solutions

Le Zika, la dengue et le paludisme se transmettent par la piqûre du moustique mais l'utilisation de pesticides atteint ses limites. Des recherches suisses inventent de nouvelles armes contre ces maladies tropicales.

Texte: Florian Fisch

Infographie: Atelier CANA



## PALUDISME ET DENGUE

### Utiliser les bactéries contre les maladies

Des bactéries vivant en symbiose avec les moustiques peuvent les protéger contre certains parasites – les chercheurs soupçonnent ainsi les *Spiroplasma* de les immuniser contre le protozoaire responsable du paludisme. Un moustique qui n'est pas infecté ne transmettra pas le parasite, ce qui est tout bénéfique pour l'homme. Recueillies en Afrique de l'Est, des souches de bactéries seront testées sur différentes espèces de moustiques. L'objectif: comprendre suffisamment bien cette relation symbiotique pour contaminer les insectes de manière ciblée avec les bactéries adéquates.

Jeremy Herren, Centre of Insect Physiology and Ecology, Nairobi, 151932\*

Des bactéries protègent les moustiques également contre les virus. Les *Wolbachia pipiens* sont déjà utilisées sur les moustiques tigres pour lutter contre la dengue. Ces bactéries influencent, au même titre que la mobilité des populations humaines, la diffusion des différentes souches de virus. Des analyses génétiques de ces microbes, notamment en Asie et en Australie, aideront à comprendre la propagation de la dengue, à évaluer les mesures de lutte actuelles et à en développer de nouvelles.

Francesca Di Giallonardo, Université de Sydney, 151594 \*

## PALUDISME

### Identifier les moustiques infectés

Il faut être efficace pour se débarrasser du parasite du paludisme. Mais les régions endémiques manquent de laboratoires et d'entomologistes bien formés. Des détecteurs infrarouges sont déjà capables de déterminer l'espèce et l'âge d'un moustique en une seconde. Une nouvelle méthode devrait permettre de détecter la présence du plasmodium, le parasite du paludisme. Un seul détecteur pourrait analyser quotidiennement des milliers de moustiques et identifier les nouveaux foyers et les nouvelles voies de diffusion de la maladie suffisamment tôt pour réagir.

Maia Marta Ferreira, Université de Bâle, 164444\*



## ZIKA

### Découvrir les faiblesses du moustique tigre

Les moustiques étaient jusqu'ici considérés comme une population homogène, mais ils ne s'avèrent pas tous être des vecteurs efficaces de maladies tropicales. Des chercheurs en Suisse et au Brésil veulent étudier leur diversité génétique. Ils élèveront en laboratoire une centaine de lignes consanguines du moustique tigre *Aedes aegypti* afin de les comparer sous différents angles – durée de vie, fertilité, aptitude au vol, acuité olfactive, rythme quotidien, sensibilité aux agents pathogènes et résistance aux antibiotiques – et d'identifier les gènes impliqués. Ces résultats pourraient permettre de mieux combattre les moustiques tigres.

Bart Deplancke, EPFL, 164194\*

## PALUDISME

### Retracer les routes de vol

Déterminer l'efficacité des médicaments est relativement aisé. Savoir si les insecticides, moustiquaires et pièges réduisent effectivement la propagation du paludisme l'est moins. Des modèles numériques sont donc nécessaires. Des chercheurs étudient les routes de vol des moustiques afin de pouvoir extrapoler à toute une région les résultats d'études locales. Des moustiques à Bagamoyo (Tanzanie) et sur l'île de Rusinga (Kenya) sont marqués par une couleur au moment de l'éclosion, ce qui permet de déterminer l'endroit où se trouvent leurs victimes et dans quelles flaques d'eau ils pondent leurs œufs. Ces modèles améliorés profitent à la prévention.

Sarah Moore, Swiss TPH (Bâle), 163473\*

## ZIKA

### Synthétiser les connaissances

Le virus du Zika entraîne-t-il la microcéphalie de nouveau-nés? Se transmet-il également par les rapports sexuels? Pour répondre à ce type de questions, l'OMS doit continuellement réévaluer la situation. Des travaux réunissent les preuves scientifiques étayant ou infirmant ces hypothèses afin d'offrir une vue d'ensemble systématique des connaissances actuelles. Une nouvelle plateforme en ligne doit faciliter la consultation et la synthèse de ces documents, automatiser les recherches dans la littérature spécialisée et proposer une vue d'ensemble à jour. Les spécialistes pourront ainsi statuer sur les causes et les risques presque en temps réel.

Nicola Low, Université de Berne, 170069\*

## PALUDISME

### Affiner les diagnostics

Les succès de la lutte contre le paludisme rendent paradoxalement plus difficile son éradication totale. De plus en plus de personnes infectées ne sont porteuses que de peu de parasites et ne présentent presque aucun symptôme. De nouveaux tests moléculaires sont en mesure de déterminer si elles sont susceptibles ou non de transmettre le parasite. Les centres sanitaires ruraux du bassin amazonien sont particulièrement mal équipés pour distinguer les symptômes du paludisme des autres types de fièvres. Les prescriptions inutiles d'antipaludéens ou d'antibiotiques pourraient être réduites grâce à de nouveaux moyens de diagnostic développés pour ces régions.

Ingrid Felger, Swiss TPH (Bâle), 164182 et 159580\*

## DENGUE

### Découvrir les armes de notre corps

Une personne infectée par la dengue produit ses propres anticorps contre le virus. Certains s'avèrent plus efficaces que d'autres contre l'agent pathogène. Les anticorps des malades ayant vaincu la maladie sont de bons candidats pour favoriser le développement de vaccins et de médicaments. Ils aident à mieux comprendre la différence entre les bons et les mauvais anticorps, et à distinguer les types de dengue.

Luca Varani, Institut de recherche en biomédecine (Bellinzzone), 138518\*

Un virus qui n'est pas neutralisé par les anticorps pénètre dans les cellules humaines pour y libérer son patrimoine génétique. Celui-ci est répliqué, emballé dans de nouvelles molécules et relâché pour aller infecter d'autres cellules et finir par les détruire. Des marqueurs moléculaires (des brins d'ARN appelés aptamères) permettent de suivre les premières étapes de cette répllication. La compréhension de ces processus peut servir de base au développement de nouveaux médicaments pour empêcher la propagation du virus.

Dominique Burri, Harvard Medical School, 158788\*

\* La base de données de recherche du FNS (p3.snf.ch) donne des informations supplémentaires sur chaque projet, identifié par son numéro.

# Quand évolution rime avec punition

Des modèles mathématiques simulent le comportement d'êtres vivants pour comprendre leurs réactions face à des individus déloyaux. *Par Stefan Stöcklin*

**L**a théorie de l'évolution explique les comportements égoïstes. Pourtant, la proportion des organismes qui coopèrent est étonnante: les oiseaux élèvent leur progéniture en couple, et les insectes forment de véritables Etats et se partagent les tâches. La genèse du comportement coopératif passionne aussi bien les biologistes et généticiens que les théoriciens du jeu.

Les travaux de Matthias Wubs, doctorant à l'Université de Neuchâtel, ouvrent des perspectives surprenantes. En collaboration avec Laurent Lehmann, de l'Université de Lausanne, et Redouan Bshary, professeur à Neuchâtel, il a examiné les circonstances favorisant un comportement coopératif. Les chercheurs sont partis du célèbre dilemme du prisonnier, où deux suspects incarcérés peuvent soit collaborer (et ne rien dire) soit décider de faire cavalier seul et de dénoncer l'autre. Ils s'en sortent le mieux si tous deux coopèrent. Si l'un d'eux seulement dénonce son complice, il en tire un grand avantage, mais l'autre sera pénalisé dans la même proportion. Et s'ils se dénoncent mutuellement, la peine qui les frappe tous deux est plus lourde que s'ils avaient collaboré.

## Trois stratégies à choix

Partant de ce dilemme, Matthias Wubs a examiné quelle stratégie s'impose dans une population virtuelle pour encourager la coopération. Il a envisagé trois options: un individu peut punir le traître, s'en séparer ou lui rendre la monnaie de sa pièce - œil pour œil, dent pour dent. Les paramètres du modèle mathématique, comme la taille de la population ou le nombre d'interactions, peuvent être modifiés.

«Dans les petits groupes, il vaut mieux punir les membres qui ne coopèrent pas.»

Matthias Wubs

Bien que le modèle simplifie les conditions réelles, il permet de formaliser les règles biologiques de manière réaliste. Dans les grands groupes, il vaut mieux simplement éviter les membres déloyaux. «Le changement de partenaire est la stratégie qui s'impose toujours plus clairement à



Accepter, partir ou se venger? Une cigogne doit, elle aussi, décider comment réagir face à un partenaire qui la trompe. Photo: Marisa Estivill/Shutterstock

mesure que la taille du groupe et le nombre des interactions augmentent», explique Matthias Wubs. Ce résultat se comprend facilement: un individu qui quitte un partenaire non coopératif a de bonnes chances d'en rencontrer un autre plus favorable.

La punition représente une alternative qui demande un investissement continu pour garder le contrôle de son partenaire. Cette stratégie évolue avec la taille de la population et le nombre d'interactions. «Dans les petits groupes, il vaut mieux punir les membres qui ne coopèrent pas», relève Matthias Wubs. Dans la nature, les oiseaux peuvent ainsi arracher une plume au renégat. L'individu qui inflige la punition force l'autre à collaborer, ce qui a un sens puisque le nombre d'individus en mesure de coopérer est limité.

## Une surprise

Matthias Wubs ne s'attendait pas à ce que les simulations informatiques privilégient également la punition dans les populations de taille moyenne, comprenant une cinquantaine d'individus en interaction. Biologiste et spécialiste en modélisation à l'Université Napier d'Edimbourg, Simon Powers relève lui aussi ce résultat: «Les biologistes se demandent depuis longtemps si

la sélection naturelle favorise la punition des individus qui ne coopèrent pas.» Selon lui, les modèles informatiques développés par Matthias Wubs montrent que les sanctions pourraient même supplanter d'autres moyens pour contrôler ses partenaires.

D'élégants modèles mathématiques permettent d'aborder l'évolution sous des angles inédits qui n'ont rien d'évident. Pour le doctorant, ces nouvelles perspectives font tout l'attrait de la biologie théorique: «Nous pouvons développer et tester des hypothèses.» Les empiristes se mettront ensuite à la recherche des populations réelles se comportant comme le modèle le prédit.

Stefan Stöcklin est rédacteur pour la communication de l'Université de Zurich.

M. Wubs et al.: Coevolution between positive reciprocity, punishment, and partner switching in repeated interactions. *Proceedings of the Royal Society of London B* (2016)

## Des biscuits contre l'intoxication au plomb

L'essence ne contient plus de plomb depuis dix-sept ans en Europe, mais cette mesure tarde à être adoptée en Asie et en Afrique. En zone urbaine, de 25 à 75% des enfants en âge préscolaire y présentent des taux trop élevés de plomb dans le sang, selon différentes estimations. Des chiffres alarmants: cette substance a des effets neurotoxiques et affecte le quotient intellectuel.

Les intoxications au plomb apparaissent fréquemment en combinaison avec des carences en fer. De nombreux chercheurs n'y voient pas une simple corrélation mais un lien de cause à effet: lorsqu'il manque de fer, le corps produit davantage de protéines pour le fixer, mais celles-ci peuvent aussi transporter du plomb, les deux métaux ayant des propriétés chimiques analogues.

Si la relation inverse était également avérée, un meilleur apport en fer serait peut-être susceptible d'éviter l'intoxication au plomb. En collaboration avec des spécialistes marocains de la pollution de l'environnement, l'équipe de Michael Zimmermann du Laboratoire de nutrition humaine de l'ETH Zurich a mené une étude clinique sur 457 enfants âgés de 3 à 14 ans. Pendant une année, ils ont mangé des biscuits enrichis en fer ou non.

Et effectivement, les enfants qui ont profité des suppléments de fer présentaient des taux de plomb inférieurs à la fin de l'étude qu'à son début. Mais cet apport n'a pas influencé leur capacité intellectuelle. «Le plomb provoque manifestement des séquelles irréversibles dans le cerveau en développement, estime Michael Zimmermann. Ce résultat renforce la nécessité d'intervenir de manière préventive et d'enrichir en fer les aliments de base tels que la farine. Les femmes enceintes et les enfants en bas âge doivent pouvoir en profiter.» *Ori Schipper*

R. R. Bouhouch et al.: Effects of wheat-flour biscuits fortified with iron and EDTA, alone and in combination, on blood lead concentration, iron status, and cognition in children: a double-blind randomized controlled trial. The American Journal of Clinical Nutrition (2016)



Un aliment sain et apprécié: les biscuits enrichis au fer.



Trop de médecins et de remèdes différents augmentent les risques liés aux effets secondaires.

## Médicaments: gare à l'effet cocktail

Un tiers de la population suisse souffre simultanément de plusieurs maladies chroniques telles que diabète, insuffisance rénale ou affections cardiovasculaires. Cette situation – la multimorbidité – touche surtout les patients d'un certain âge qui prennent en conséquence de nombreux médicaments en même temps. «Il existe des dangers, dit Carole Elodie Aubert de l'Hôpital de l'Ile à Berne. Les interactions entre les substances actives influencent leur efficacité. Combinés, ils risquent même d'entraîner des effets secondaires tels que saignements ou atrophie musculaire.»

Carole Elodie Aubert et ses collègues ont examiné les dossiers médicaux de 1000 patients multimorbides âgés de plus de 50 ans et soignés de manière ambulatoire en médecine générale dans les hôpitaux universitaires suisses. Pour évaluer leurs traitements, les chercheurs se sont basés sur les directives établies pour les personnes âgées et ont considéré l'ensemble des prescriptions. Un tiers des patients prenaient simultanément cinq médicaments ou plus. Dans ce groupe fortement médicalisé, la proportion des prescriptions inadéquates atteint 10% contre 3% pour l'ensemble des patients. L'étude constate que de nombreux médicaments ne sont pas administrés de manière optimale.

La chercheuse relève que ces patients multimorbides consultent souvent plusieurs spécialistes qui ne prennent en considération que leur domaine propre. «Le médecin de famille qui a la vue d'ensemble n'ose pas vraiment les contredire, explique Carole Elodie Aubert. Une meilleure communication entre les médecins traitants pourrait déjà résoudre une bonne partie du problème.» *Stéphane Praz*

C. E. Aubert et al.: Polypharmacy and specific comorbidities in university primary care settings. European Journal of Internal Medicine (2016)

## Régulateurs artificiels pour cellules déficientes

Le corps humain peut être comparé à une machine très complexe qui a besoin de systèmes de régulation pour fonctionner sans problème. Ceux-ci maintiennent par exemple la température du corps autour de 37 degrés Celsius – qu'on reste assis dans une pièce glaciale ou joue au tennis dans une halle surchauffée.

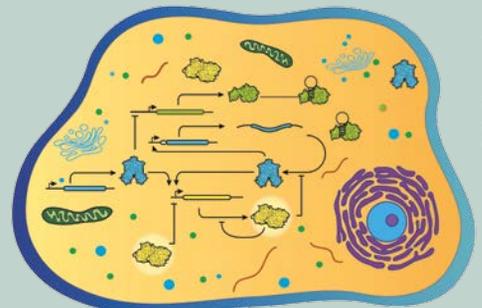
«Le problème est que ces systèmes sont susceptibles de se détraquer», explique Mustafa Khammash qui dirige le Control Theory and Systems Biology Lab de l'ETH Zurich. Cela peut entraîner des maladies, dont des cancers. «Nous avons essayé d'implanter des systèmes de régulation artificiels dans les cellules humaines en espérant remplacer ceux qui ont été détruits.»

L'équipe du chercheur s'est inspirée des régulateurs PID (proportionnel-intégrateur-dérivateur) utilisés dans l'industrie. Ils fonctionnent en boucles fermées et comparent en permanence des valeurs réelles avec celles prescrites pour les corriger automatiquement. «Il y en existe notamment dans les régulateurs de vitesse des voitures», explique Mustafa Khammash.

Pour introduire une telle boucle dans une cellule, celle-ci doit être modifiée génétiquement. Le génome est transformé habilement de manière à ce qu'il produise dans l'ordre désiré une suite de trois nouvelles protéines interagissant en boucle. L'équipe de Mustafa Khammash est parvenue à le faire dans une cellule rénale.

L'étape suivante consistera en l'implantation de cellules programmées dans un organisme modèle. Elles pourraient y surveiller certains taux sanguins et, si nécessaire, élaborer des molécules pour maintenir leur concentration dans les valeurs normales. *Atlant Bieri*

C. Briat et al.: Design of a Synthetic Integral Feedback Circuit: Dynamic Analysis and DNA Implementation. ACS Synthetic Biology (2016)



Vision d'avenir: des régulateurs artificiels compensent des défauts cellulaires.

Dalia Khammash

# Quand la nature absorbe le CO<sub>2</sub>

Les océans, les forêts et les sols capturent le gaz carbonique et freinent ainsi le réchauffement climatique. Mais pourrions-nous encore compter sur ces puits de carbone à l'avenir? *Par Sven Titz*

**L**es océans et les écosystèmes terrestres absorbent près de la moitié du dioxyde de carbone que l'humanité dégage dans l'environnement. Ils récupèrent ainsi une part des gaz à effet de serre accumulés dans l'atmosphère et contribuent à atténuer le réchauffement de la planète. Mais les chercheurs ne savent pas dans quelle mesure ce processus va se poursuivre: les capacités de stockage du CO<sub>2</sub> sont menacées par les modifications des courants océaniques, le stress des forêts et le défrichement.

À la surface de la terre, les plantes et les arbres capturent le CO<sub>2</sub> grâce à la photosynthèse: il est transformé en matière organique et s'accumule en grande quantité dans les sols. Mais la décomposition microbienne le libère à nouveau quand le climat se réchauffe. Les scientifiques, également en Suisse, cherchent à savoir si l'un des processus prendra le dessus.

## Sols sensibles

Quelle quantité de carbone est stockée dans le sol et comment pourrait-elle évoluer? Frank Hagedorn, de l'Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) à Birmensdorf, a mené de nombreuses études sur la question. La couche d'humus joue un rôle important parce que le carbone qu'elle contient se dégrade facilement. Des chercheurs du WSL ont montré que ce processus est déterminant à l'altitude de la limite de la forêt. Dans une zone d'expérimentation au-dessus de Davos, ils ont injecté du dioxyde de carbone marqué avec des isotopes spéciaux permettant de

suivre les modifications de son cycle. Résultat: lorsque les températures augmentent, les écosystèmes alpins dont le sol est riche en carbone en libèrent de grandes quantités. Le réchauffement climatique d'origine humaine a déjà enclenché ce mécanisme.

Des conclusions sur le stockage du CO<sub>2</sub> valides à l'échelle européenne exigent de faire des mesures standardisées, que des modèles informatiques peuvent extrapoler à de larges zones. En Europe, l'harmonisation des instruments et de la gestion de données est réalisée dans le cadre du projet ICOS-Research Infrastructure, lancé en 2015. Nina Buchmann d'ETH Zurich en coordonne le volet suisse (ICOS-CH). Deux stations de mesure sont implantées en Suisse, l'une dans une forêt d'épicéas, également au-dessus de Davos, l'autre à la station de recherche du Jungfrauoch.

## Incertitude sur les forêts

De longues séries de mesures ont déjà confirmé que les forêts emmagasinent beaucoup de CO<sub>2</sub>. Près de Davos, les flux sont évalués depuis 1997, avec d'autres instruments toutefois, relève Nina Buchmann. «Pendant toute cette période, l'écosystème a fonctionné comme puits de carbone.» Ce n'est pas le cas de toutes les forêts de Suisse parce qu'au début les nouvelles plantations en rejettent. Il faut attendre que la forêt se soit stabilisée et que les arbres grandissent pour qu'elle devienne un puits. Quand elle vieillit, il y a moins de carbone dans le sol, mais davantage dans le bois et les feuilles, a montré le Programme national de recherche «Ressource sol» (PNR 68).

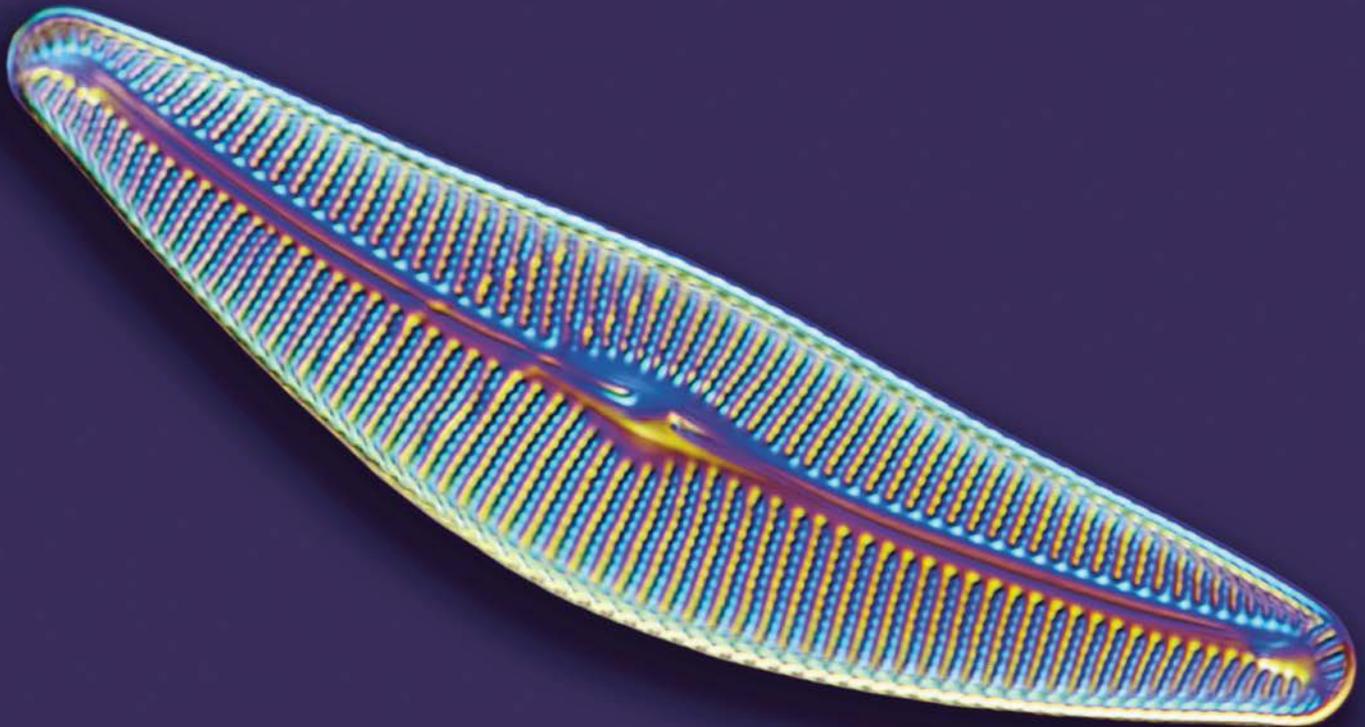
La forêt continuera-t-elle de séquestrer du carbone? Aux yeux de Nina Buchmann, il y a deux facteurs d'incertitude: son exploitation et le changement climatique. La capacité de stockage peut être altérée autant par de fortes sécheresses que par une utilisation différente ou une réduction de sa surface.

Avec le réchauffement, les sols riches en carbone en dégagent davantage.

Les forêts ne constituent toutefois pas le principal facteur d'incertitude. De nombreux chercheurs, par exemple à l'Institut de recherche fédéral Agroscope, s'inquiètent de la diminution de la couche d'humus résultant de l'exploitation agricole. Mais le puits naturel terrestre de carbone le plus menacé se trouve dans le Grand Nord. Le dégel du permafrost libère des quantités de gaz à effet de serre qui dépendent des conditions environnantes: plus de méthane - une molécule très active pour l'effet de serre - dans des conditions humides, sinon davantage de CO<sub>2</sub>.

## Expédition en Antarctique

Les mers absorbent elles aussi d'énormes quantités de dioxyde de carbone. Entourant le continent antarctique, l'océan Austral est aujourd'hui le puits de carbone marin le plus important. En décembre 2016, un brise-glace a largué les amarres pour y



**Les diatomées, des algues unicellulaires, capturent du CO<sub>2</sub> lors leur croissance. Une fois mortes, le poids de leur coque minérale les entraîne au fond des océans.** Photo: Keystone/Science Photo Library/Frank Fox

mener une expédition scientifique internationale: l'Antarctic Circumnavigation Expedition, mise sur pied par le Swiss Polar Institute, coordonné par l'EPFL.

### Les vents influencent la quantité de CO<sub>2</sub> piégé par l'océan Austral.

Un des projets se penche sur les diatomées, des microalgues unicellulaires. Elles jouent un rôle déterminant dans la capture du CO<sub>2</sub> dont elles ont besoin pour leur croissance. Quand elles meurent, une partie du carbone qu'elles ont intégré se voit entraîné avec elles dans les couches profondes de l'océan. Samuel Jaccard, du Centre Oeschger de recherche sur le changement climatique de l'Université de Berne, puisera des échantillons d'eau jusqu'à une profondeur de 1500 mètres afin d'étudier leur composition géochimique en laboratoire. Il veut déterminer comment et à quelle vitesse le carbone est transporté dans les profondeurs.

La quantité de gaz carbonique capturée par l'océan dépend également du vent et de son influence sur les courants marins. L'eau froide l'absorbe bien mais, dans le passé, des conditions de vent particulières ont fait remonter des eaux profondes riches en carbone vers la surface plus tempérée, transformant ainsi l'océan Austral en émetteur de CO<sub>2</sub>. Or, on ne sait presque rien sur les fluctuations naturelles des vents. Une autre équipe de l'expédition souhaite reconstituer leur histoire afin de déterminer les périodes où l'océan a capturé du dioxyde de carbone et celles où il en a relâché. Le directeur du Centre Oeschger, Martin Grosjean, en fait partie.

#### Algues, sel et vent

Tout au long de l'expédition, des partenaires de Martin Grosjean prélèveront par forage des carottes de sédiments de lacs sur les îles entourant l'Antarctique. Elles seront examinées dans différents laboratoires, dont ceux du chercheur bernois. Les algues qui vivaient alors dans les mers et se retrouvent aujourd'hui sous forme de fossiles dans ces sédiments permettent de déduire la force des vents qui soufflaient durant l'Holocène.

Martin Grosjean explique la chaîne de raisonnements: l'intensité du vent influence la teneur en sel des lacs de ces îles parce qu'il soulève l'écume et la pousse jusqu'à eux. Cela a un effet sur les algues qui sont plus ou moins sensibles au sel. La nature des algues retrouvées dans les sédiments permet donc d'en inférer la salinité du lac et ainsi les conditions éoliennes de l'époque.

Les vents se sont renforcés dans l'Antarctique depuis plusieurs décennies, indique le chercheur. On ignore encore pourquoi. Peut-être en raison du trou d'ozone, mais le réchauffement global peut aussi avoir joué un rôle. Il est donc difficile de prédire combien l'océan Austral capturera de CO<sub>2</sub> à l'avenir.

Plusieurs études ont montré qu'il a absorbé un peu plus de dioxyde de carbone pendant ces dernières années, comme les écosystèmes terrestres d'ailleurs. Mais rien ne dit que ça va continuer. Il faut approfondir l'étude des cycles du carbone, sur terre et sur mer, afin de mieux évaluer les risques que le stockage s'arrête.

Sven Titz est journaliste scientifique libre à Berlin.

# L'espace se met au low cost

Les nanosatellites pèsent un kilo, ne coûtent pas plus qu'une voiture et démocratisent l'accès à l'espace. Chercheurs et entreprises suisses sont dans le coup.

Par Roland Fischer

**L**es milieux spatiaux sont en ébullition: la démocratisation de l'espace s'approche rapidement, en tout cas pour l'orbite terrestre basse. De nombreuses hautes écoles développent des satellites très petits et peu chers. La commercialisation de ce type de nanosatellites est attendue dans les prochaines années.

La Suisse joue un rôle central dans ces développements. C'est notamment le cas de la start-up de l'EPFL Astrocast: avec des nanosatellites, elle veut contribuer à mettre en place un réseau couvrant le globe entier pour l'Internet des objets connectés. Cette prestation technique sera abordable en raison de la faible vitesse de transmission envisagée, seulement un kilobyte par jour. Les premiers accords commerciaux ont été signés. L'entreprise cherche désormais un partenaire en mesure d'offrir une mise en orbite bon marché. En fait, la construction de petits satellites est déjà si courante que leur envoi dans l'espace coûte dorénavant davantage que leur production.

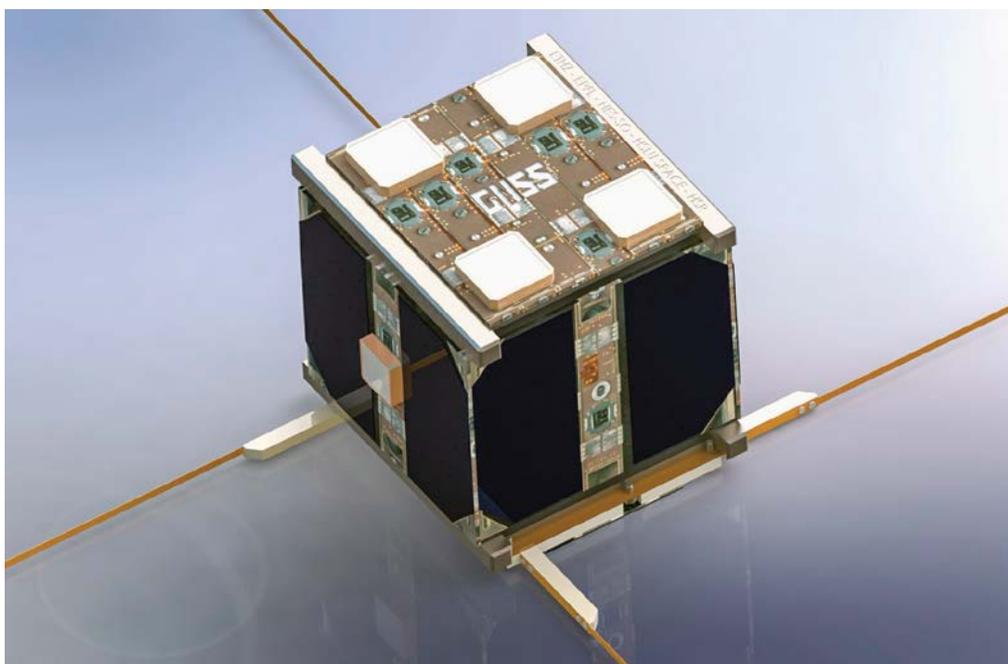
«N'importe quelle université peut aujourd'hui construire ses propres satellites.»

Markus Rothacher

«Low cost», c'est le mot clé de ce nouveau mouvement spatial. «Jusqu'à maintenant, les missions dans l'espace étaient réservées aux grandes agences étatiques, dit Markus Rothacher, professeur de géodésie mathématique et physique à ETH Zurich. Aujourd'hui, n'importe quelle université peut construire ses propres satellites. Il en va de même pour les petites entreprises.»

## GPS indépendant

Astrocast s'appuie sur le savoir-faire du Swisscube qui a été en 2009 le premier (et reste encore aujourd'hui le seul) satellite de petite taille lancé par les hautes écoles suisses. Un deuxième aurait dû suivre ra-



Avec ses 10 cm de côté, le satellite CubETH veut offrir une alternative au GPS américain.

Photo: Reto Wiesendanger, EPFL

pidement, mais le projet CubETH des deux écoles polytechniques fédérales peine à avancer. Il prévoit la construction d'un cube de dix centimètres de côté destiné à tester un système global de navigation par satellite (GNSS) indépendant du GPS américain. Il ne prévoit pas d'emporter un récepteur spécialement développé pour l'espace, mais un produit courant déjà disponible sur le marché. Les chercheurs examinent actuellement si les puces GNSS de l'entreprise U-Blox de Thalwil (ZH) supportent les conditions hostiles de l'espace. Des tests d'irradiation sont menés à l'Institut Paul Scherrer alors que les capteurs ont passé sans dommage l'épreuve des chambres à vide de Ruag Space.

La puce du CubETH est d'un intérêt primordial pour la mission Astrocast et sera testée lors des premiers vols en 2017. La start-up lausannoise envisage d'envoyer dans les prochaines années un total de 64 satellites en orbite basse afin de couvrir intégralement la surface de la planète. «L'objectif principal est de convaincre des utilisateurs commerciaux tels que les entreprises de transport et les fabricants de systèmes de mesure», explique son CEO Fabien Jordan. Il espère aussi que l'infrastructure attirera des scientifiques actifs dans de nombreuses disciplines allant de la météorologie à la biologie, par exemple pour rassembler automatiquement et à grande échelle des données sur les régions polaires

ou les déserts. D'autres types de capteurs permettraient des applications différentes, comme un système d'alerte aux tsunamis.

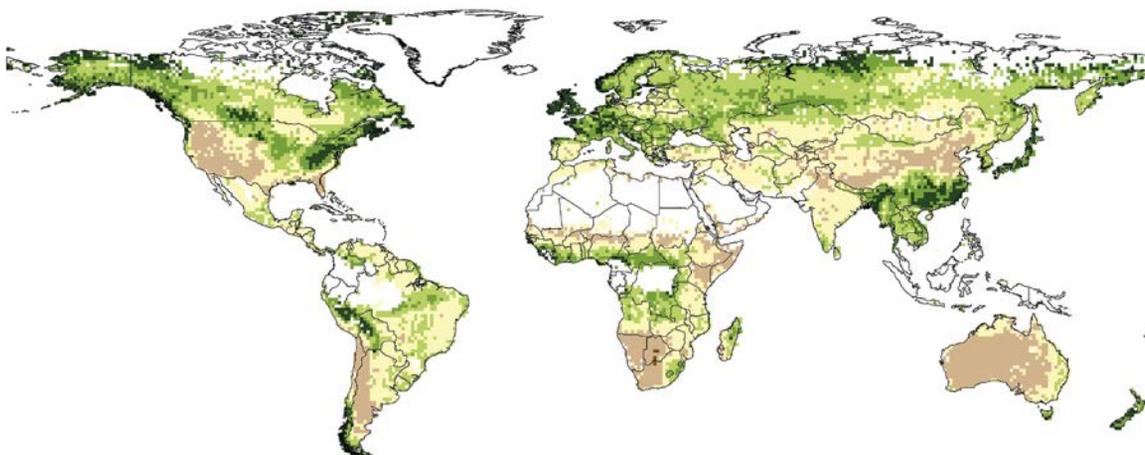
## Internet depuis l'espace

Michael Swartwout, de l'Université de Saint-Louis aux Etats-Unis, documente l'évolution des nanosatellites dans une banque de données en ligne. Il ne constate aucun ralentissement de la croissance depuis leur démarrage sur les chapeaux de roue en 2014. Des milliers de nanosatellites devraient rejoindre l'espace d'ici à 2020, la plupart pour les télécommunications. L'entreprise Oneweb entend déployer jusqu'à une constellation de 648 satellites devant assurer un accès à Internet partout sur la planète, un projet analogue à celui du fondateur de Tesla Elon Musk. Le nom de l'entreprise qui construira les satellites de Oneweb a été annoncé en novembre. Il s'agit de Ruag. Low cost oblige, ce projet prestigieux ne pèse pas des milliards: les satellites seront construits en Suisse pour un total de 20 millions de francs, soit environ 33 000 francs pièce. Le prix d'une voiture de classe moyenne.

Roland Fischer est journaliste scientifique indépendant à Berne.

# Sur la piste du sélénium

Le sélénium est un oligoélément vital pour les êtres vivants. Un projet cartographie sa répartition mondiale pour comprendre les raisons de sa carence dans certaines régions. *Par Alexandra Bröhm*



La concentration de sélénium dans le sol est élevée en Europe (vert foncé) et basse dans les régions sèches (beige).

Image: Winkel/PNAS (2017)

Il n'est présent qu'en infimes quantités mais s'avère indispensable à la vie: le sélénium. Cet élément trace est moins connu que ses grands frères, le fer, l'iode et le zinc, mais humains et animaux souffrent s'ils viennent à en manquer. Une raison suffisante pour Lenny Winkel, biogéochimiste au Département des sciences de l'environnement d'ETH Zurich et à l'institut de recherche sur l'eau Eawag, de lui accorder toute son attention. Au-delà de l'échelle moléculaire, elle s'intéresse aussi au contexte global et examine la distribution du sélénium sur Terre et les facteurs l'influençant.

## Des carences dans le monde entier

«Nous n'en savons pas encore beaucoup sur la répartition des éléments traces», explique la chercheuse. La concentration des sols en sélénium varie fortement selon les régions. L'homme l'absorbe principalement en consommant des produits végétaux, mais la teneur en sélénium des plantes varie elle aussi fortement en fonction du lieu où elles poussent.

De 500 000 à un million de personnes souffrent d'une carence en sélénium au niveau mondial. En Europe, c'est moins la concentration dans les sols qui pose problème que la quantité absorbée par les plantes, précise Lenny Winkel. Cela ne signifie pas que tout le monde en manque en Suisse, car en général on ne s'y nourrit pas seulement de produits locaux.

«Globalement, la concentration du sélénium dans le sol recule également en raison du réchauffement climatique», in-

dique Lenny Winkel. Elle vient de publier avec son équipe une carte mondiale de sa répartition.

## Des œufs au sélénium

Le manque touche aussi d'autres continents. En Mongolie, les autorités ont lancé en 2016 un programme dans lequel les poules sont nourries avec du grain enrichi dans l'espoir que leurs œufs réduisent les carences au sein de la population.

Différents paramètres liés à la composition du sol et au climat influencent la concentration. En règle générale, un terrain sera pauvre en sélénium s'il est sec, mais les précipitations ne sont pas tout: la quantité de carbone organique joue aussi un rôle déterminant parce qu'il retient l'oligo-élément dans le sol en se combinant avec lui.

Des œufs enrichis au sélénium doivent réduire les carences au sein de la population.

«Le projet de recherche de Lenny Winkel est unique et très important», commente Markus Lenz, qui travaille lui également sur le sélénium à la Hochschule für Life Sciences FHNW. Les recherches liées à la répartition globale des éléments traces sont rares. Le sélénium n'est pas facile à étudier parce que sa chimie est très complexe et qu'il se retrouve dans la nature sous différentes formes.

De plus, le rôle du phytoplancton des eaux marines joué dans sa répartition mondiale n'est pas clair, un aspect que l'équipe de Lenny Winkel veut également examiner. En savoir plus sur ses voies de diffusion sera nécessaire pour combattre les carences qui affectent certaines régions et qui se voient renforcées par le changement climatique

Alexandra Bröhm est journaliste scientifique au Tages-Anzeiger et à la Sonntagszeitung.

G.D. Jones et al.: Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change. PNAS (2017)

## Un élément vital

Le sélénium est important pour l'homme parce qu'il entre dans la composition d'un acide aminé et contribue ainsi à prévenir les dommages cellulaires. Il joue aussi un rôle considérable pour le système immunitaire et participe à la production des hormones thyroïdiennes. La dose idéale pour l'homme est située dans un domaine relativement étroit entre 40 et 400 microgrammes par jour. On parle de carence en dessous de 30 alors que les doses supérieures à 900 sont toxiques.

## Un algorithme déchiffre les glyphes mayas

**S**euls trois livres mayas ont survécu à la conquête espagnole et aux effets du temps: des cahiers manuscrits en écorce très dégradés rédigés entre l'an 1000 et 1519. En raison de leur état, les glyphes qu'ils contiennent ne peuvent pas être indexés directement dans une base de données à des fins d'analyse automatique. Cette situation va bientôt changer grâce à un processus d'extraction des glyphes mayas mis au point par des chercheurs de l'institut de recherche Idiap à Martigny (VS).

«L'écorce des codex mayas est souvent tachée, les traits d'encre sont abîmés et de différentes tailles, précise Rui Hu, chercheuse à l'Idiap. C'est pourquoi une binarisation classique ne parvient pas à restituer correctement les glyphes.»

Les chercheurs ont adopté un système de segmentation d'image fondé sur des régions. Ils ont créé un nouvel algorithme qui représente chaque image avec des superpixels de différentes résolutions et parvient à différencier les glyphes du fond de l'image.

En 2015, Rui Hu et l'équipe du projet avaient créé une base de données répertoriant plusieurs centaines de glyphes mayas. «Mais pour l'alimenter, les spécialistes en écriture maya devaient extraire manuellement les glyphes du codex, précise la chercheuse. Il s'agit d'un travail de titan: environ 30 minutes par glyphe, en fonction de sa complexité et de sa préservation.» Le nouvel algorithme d'extraction automatique des glyphes fera gagner du temps aux experts. Combiné à des fonctions de recherche visuelle automatique, il permettra un accès rapide à un grand nombre de glyphes. Cela aidera peut-être les chercheurs à mieux comprendre ces textes anciens et à découvrir la signification des 10% de glyphes qui restent indéchiffrés à ce jour. *Geneviève Ruiz*

R. Hu et al.: Extracting maya glyphs from degraded ancient documents via image segmentation. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage (à paraître).

Mayan hieroglyphs from the Dresden Codex, manually processed by Carlos Pallán Gayol, based on the 1880 facsimile by Ernst Förstemann.



Un algorithme restaure (en bleu) des glyphes mayas du Codex de Dresde (à gauche).



Des trous noirs supermassifs peuvent naître de la rencontre de deux galaxies.

## Les enfants des galaxies

**C**e sont les objets les plus lourds de l'univers, pesant plus qu'un million de soleils: les trous noirs supermassifs. Des centaines de milliers ont déjà été observés, toujours au centre des galaxies. Mais leur formation dans les premiers jours de l'univers, soit environ un million d'années après le Big Bang, est encore mal comprise.

Leur croissance très rapide résulte probablement de la fusion de galaxies, selon une étude menée par une équipe d'astronomes internationale. Elle a observé une fusion galactique pour trois des six trous noirs supermassifs étudiés. «Cela peut sembler ne représenter que peu d'éléments de preuve, mais il s'agit d'une découverte importante», indique son auteur principal, Benny Trakhtenbrot d'ETH Zurich. «La plupart des galaxies ordinaires sont isolées. Trouver des fusions dans 50% des cas montre qu'elles pourraient bien constituer le mécanisme déterminant dans la formation des trous noirs supermassifs.»

«En général, la masse d'une galaxie est bien suffisante pour nourrir un trou noir, explique l'astronome. Mais le gaz qu'il attire doit d'abord perdre son moment angulaire en tournant autour de lui, comme le fait l'eau autour du siphon d'une baignoire. La galaxie voisine modifie la force gravitationnelle qu'il subit, un peu comme la lune engendre les marées sur terre. Elle aide ainsi le gaz à tomber plus vite et directement vers le trou noir au centre de la galaxie.»

La force de gravitation des trous noirs retient même la lumière, mais les astronomes les observent indirectement: le gaz s'y précipite à une telle vitesse qu'il émet un rayonnement électromagnétique extrêmement puissant, qui peut atteindre cent fois la luminosité totale de la Voie lactée. L'équipe a utilisé l'observatoire ALMA, situé à 5000 mètres d'altitude au Chili et constitué de douzaines d'antennes. Sa puissance a permis la détection des galaxies voisines. La lumière captée avait voyagé plus de 12 millions d'années. *dsa*

B. Trakhtenbrot et al.: ALMA Observations Show Major Mergers Among the Host Galaxies of Fast-growing, High-redshift Supermassive Black Holes. The Astrophysical Journal (2017)

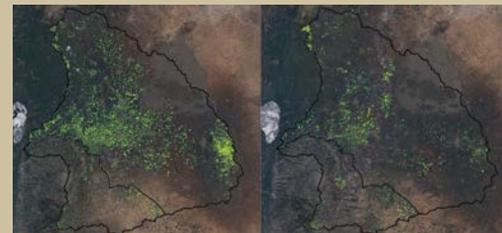
## L'impact de la guerre sur l'eau

**L**es surfaces irriguées et des réservoirs d'eau de barrages en Syrie ont diminué de moitié après 2013, année marquant le début de la crise migratoire provoquée par la guerre, indique une étude menée par des chercheurs basés aux Etats-Unis et au Canada. La guerre en Syrie et l'exode de population ont des effets importants sur les ressources en eau de la région. Le débit du Yarmouk, un cours d'eau que se partagent Israël, la Syrie et la Jordanie, a augmenté dans ce dernier pays, suite à l'utilisation réduite en amont.

Pour mesurer la baisse de l'irrigation et des réservoirs, le groupe de recherche a utilisé des images satellite de la Nasa et réalisé des comparaisons historiques. Cette approche a été adoptée en raison de l'impossibilité d'effectuer des analyses de terrain en Syrie. En conséquence, les causes exactes des résultats obtenus ne sont pas claires. «Par exemple, nous ne savons pas si le niveau des réservoirs a baissé parce que les besoins en eau se sont réduits ou parce qu'il n'y a personne pour s'en occuper», explique l'auteur principal, le Suisse Marc Müller, aujourd'hui professeur assistant à l'Université Notre-Dame, dans l'Indiana.

C'est la première fois que les effets de la guerre sur l'eau sont examinés avec précision. «L'impact de l'eau sur les conflits est très étudié, l'inverse beaucoup moins», dit Marc Müller. Le chercheur prévient qu'il serait faux de penser que la Jordanie bénéficie de la guerre chez son voisin. Le royaume hachémite a accueilli des centaines de milliers de réfugiés syriens, et la hausse du débit du Yarmouk ne permet pas de compenser les besoins des nouveaux arrivants. *Benjamin Keller*

M. F. Müller et al.: Impact of the Syrian refugee crisis on land use and transboundary freshwater resources. PNAS (2016)



L'utilisation d'eau a diminué de moitié en Syrie entre 2012 (à gauche) et 2015 (à droite).

# Une thérapie participative

Une start-up lausannoise veut améliorer la rééducation d'un membre paralysé. Son idée: donner au patient davantage de contrôle lors de la thérapie.

Journaliste: Daniel Saraga

Infographie: ikonaut

## 1 Attaque cérébrale

Un accident vasculaire cérébral (AVC) prive d'oxygène certaines régions du cerveau et peut provoquer la paralysie d'un membre. Dans le cas d'une paralysie totale, le patient ne peut plus le bouger sans aide extérieure.

## 2 Exciter les muscles

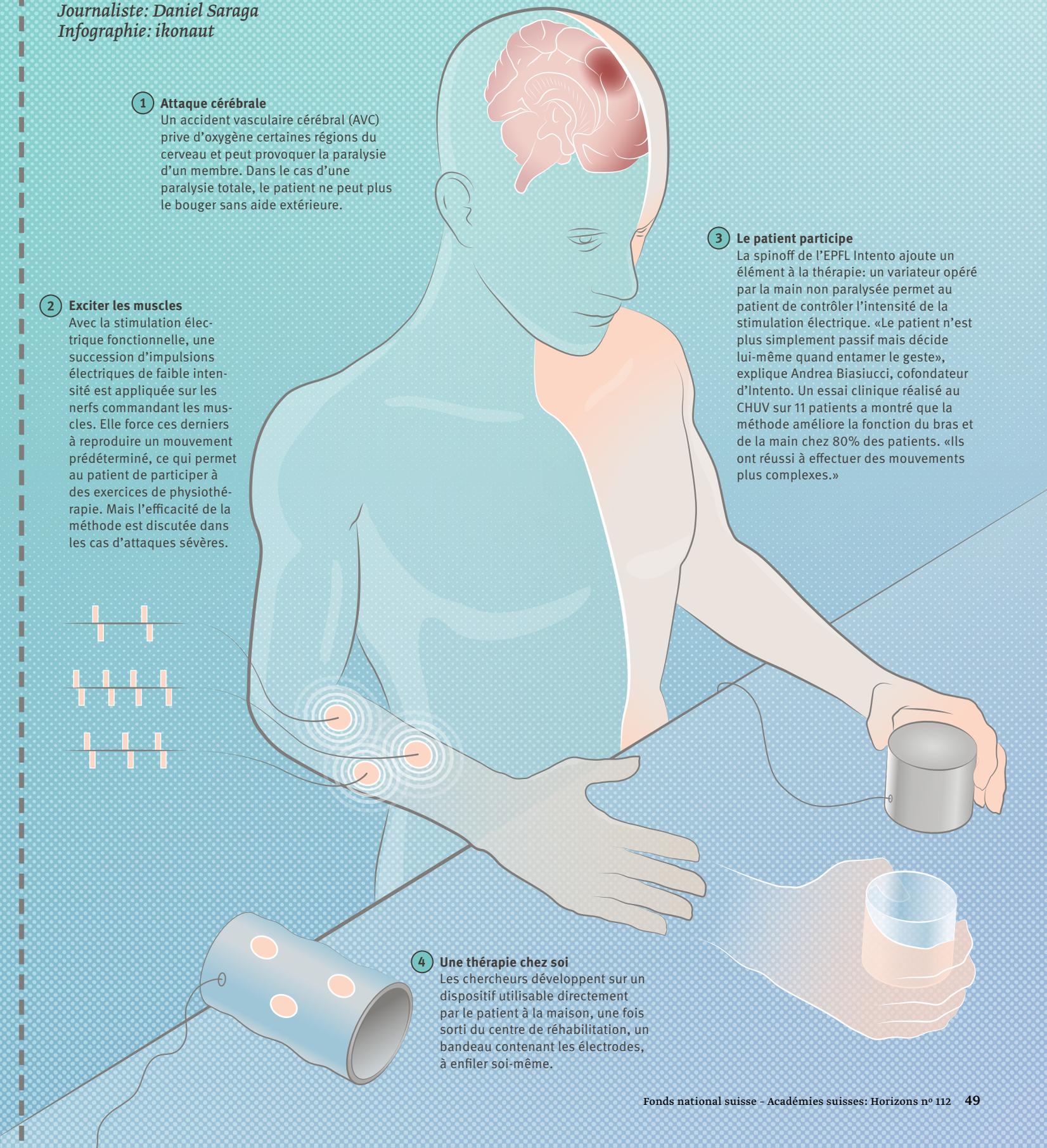
Avec la stimulation électrique fonctionnelle, une succession d'impulsions électriques de faible intensité est appliquée sur les nerfs commandant les muscles. Elle force ces derniers à reproduire un mouvement prédéterminé, ce qui permet au patient de participer à des exercices de physiothérapie. Mais l'efficacité de la méthode est discutée dans les cas d'attaques sévères.

## 3 Le patient participe

La spinoff de l'EPFL Intento ajoute un élément à la thérapie: un variateur opéré par la main non paralysée permet au patient de contrôler l'intensité de la stimulation électrique. «Le patient n'est plus simplement passif mais décide lui-même quand entamer le geste», explique Andrea Biasiucci, cofondateur d'Intento. Un essai clinique réalisé au CHUV sur 11 patients a montré que la méthode améliore la fonction du bras et de la main chez 80% des patients. «Ils ont réussi à effectuer des mouvements plus complexes.»

## 4 Une thérapie chez soi

Les chercheurs développent sur un dispositif utilisable directement par le patient à la maison, une fois sorti du centre de rééducation, un bandeau contenant les électrodes, à enfiler soi-même.



# Le code génétique de l'innovation suisse

Par Maurice Campagna

Acide désoxyribonucléique. Deux mots et 24 lettres pour une découverte à la fois simple et complexe. Le code génétique des êtres vivants s'écrit avec quatre bases essentielles seulement: adénine (A), thymine (T), guanine (G) et cytosine (C). Nous connaissons tous l'abréviation de cette découverte, l'ADN, ainsi que sa représentation géométrique, la double hélice. Son origine remonte aux alentours



Valérie Chételat

de 1860 lorsque le médecin suisse Friedrich Miescher identifie dans le pus une substance qu'il baptise nucléine. Il faudra encore d'innombrables expériences jusqu'à ce que le prix Nobel de médecine soit décerné en 1962 à James Watson, Francis Crick et Maurice Wilkins pour leurs découvertes sur la structure des acides

nucléiques et leur signification pour la transmission des informations dans la matière vivante. ATGC: ni plus ni moins.

Le modèle de la double hélice n'inspire pas seulement les biochimistes dans leur description du métabolisme des êtres vivants. Deux chercheurs ont montré récemment que cette structure convenait également pour archiver textes, photos, musiques et films. Les architectes se réfèrent aussi à la spirale hélicoïdale pour créer leurs tours. Et les stylistes réunissent parfois les cheveux longs en doubles tresses.

Le secret de l'innovation et du succès des entreprises réside lui aussi dans quatre piliers: décentralisation, ouverture, continuité et autonomie, en bref DOCA. Ils s'avèrent particulièrement pertinents pour la Suisse. Une saine concurrence entre les scientifiques joue un rôle vital dans un petit pays où le réseau de la recherche se nourrit de la créativité de sites décentralisés et où les impulsions à l'innovation peuvent aussi se produire bottom-up.

Les discussions autour de la participation aux programmes de recherche européen Horizon 2020 ont, elles, montré la nécessité d'assurer les échanges et l'ouverture non seulement dans le pays mais aussi au-delà des frontières. Un environnement stable contribue pour sa part au bon déroulement des recherches: que ferions-nous si la créativité des chercheurs était entravée par un manque d'indépendance, et qu'advierait-il si la responsabilité individuelle était remise en question par une perte d'autonomie?

DOCA explique très simplement comment un pays avec différentes cultures comme la Suisse peut concrétiser la philosophie du «think global, act local» dans un contexte de libre concurrence. Des valeurs et des objectifs communs ainsi qu'un pilotage aussi simple que possible pour une réalisation décentralisée: voici les meilleurs moyens de tirer parti des ressources disponibles. Aussi longtemps que l'ouverture, la continuité et l'autonomie seront garanties.

Maurice Campagna est le président des Académies suisses des sciences.

6 mars 2017

## Départ pour Mars à Lucerne

Le Musée suisse des transports a rénové son exposition sur l'espace, y compris un voyage sur la planète rouge.

[Musée suisse des transports, Lucerne](#)

16/17 mars 2017

## Les médias dans une démocratie directe

Les Journées de la démocratie d'Aarau abordent le rôle joué par les médias dans les processus démocratiques.

[Maison de la culture et des congrès, Aarau](#)

11 avril 2017

## Swiss Global Change Day

Les spécialistes du climat de différentes disciplines discutent de leurs résultats.

[Gymnase libre, Berne](#)

Jusqu'au 30 avril 2017

## Momies, mystères du temps

L'exposition thématise les processus qui permettent de conserver les corps morts.

[Musée d'histoire naturelle, Bâle](#)

10 au 13 mai 2017

## Biologie et citizen science

La conférence BioFabbing se consacre au biohacking et à la biologie Do it yourself.

[Genève](#)

Jusqu'au 1er juin 2017

## 500 ans après les thèses de Luther

La série de conférences «500 Jahre Reformation - Rückblicke und Ausblicke» de l'Université de Zurich examine les conséquences passées et futures de la Réforme.

[Université de Zurich](#)

## Courrier des lecteurs

### Rien d'original

Ayant fait mon master en médecine tropicale, et un autre en santé publique en 1994, et travaillé quatre ans en Afrique subsaharienne dans ma profession entre 1979 et 1985, je ne vois rien d'original dans votre éditorial («Seuls les vrais partenariats trouvent les bonnes solutions», Horizons 111, décembre 2016). On répète qu'il faut associer les collaborateurs locaux, et faire une analyse coût efficacité des pratiques et des résultats. Oui, c'est juste. J'espérais plus.

*Dr Virgile Woringier, Lausanne*

### Un tableau décevant

Le tableau, en soi impressionnant, des mesures d'évaluation de l'efficacité de la collaboration internationale (CI) est cependant décevant pour plusieurs raisons (H. 111, p. 12). Premièrement, dans sa pondération: bien qu'il mette un accent sur les importantes contributions fédérales à la CI, il ne donne nulle part la parole à une voix proche de la DDC. L'institut d'évaluation allemande Deval et le Centre d'études du développement et de la collaboration de l'ETH Zurich (Nadel) se penchent surtout sur les questions de méthodologie et peu sur les aspects pratiques. Deuxièmement, les débats sur la méthode: les organisations subventionnées ne peuvent guère se permettre des analyses d'efficacité coûteuses

avec des groupes de contrôle. En outre, les exemples comparables où il n'y a pas eu d'intervention sont rares. C'est pourquoi les méthodes mixtes constituent un point central pour des résultats optimaux avec des moyens limités. Troisièmement, l'indépendance: le Deval et le Nadel reçoivent eux aussi des fonds publics et ne sont pas vraiment plus indépendants que des organes d'évaluation intégrés. Quatrièmement, toujours pressée de rendre des comptes, la politique de développement a élaboré des standards élevés et elle a mis en place un système raffiné d'évaluation de l'efficacité qui n'existe pratiquement dans aucun autre domaine d'activité politique. *Martin Sommer, ancien responsable de l'évaluation à la DDC (2012 – 2014)*

## Nouveau président de l'ASSM

Foto Graf & Graf GmbH



Daniel Scheidegger a pris la présidence de l'Académie suisse des sciences médicales (ASSM). Il succède à Peter Meier-Abt, qui occupait cette fonction depuis 2011. Son engagement dans les institutions nationales et au sein

de diverses organisations lui ont permis de bâtir d'excellents réseaux dans le secteur de la santé. Il a été directeur du département d'anesthésie et de soins intensifs de l'Hôpital cantonal de Bâle et professeur ordinaire d'anesthésiologie et de réanimation à l'Université de Bâle.

## Le FNS soutient 42 chercheuses

Le FNS a octroyé les subsides Marie Heim-Vögtlin destinés à soutenir des chercheuses qui ont dû interrompre ou réduire leurs activités en raison de leur situation familiale. 42 chercheuses pourront ainsi commencer ou poursuivre leurs recherches. Les subsides de 8,7 millions de francs ont été attribués à des postdoctorantes (83%) et des doctorantes (17%). Ils seront remplacés dès l'automne 2017 par un nouvel instrument de soutien au niveau postdoctoral: Prima, pour Promoting Women in Academia.

## Un scénario pragmatique pour l'open access

Une étude a élaboré pour la première fois des scénarios pour la transition du système de publication scientifique en Suisse vers l'open access. Elle a analysé les flux financiers et recommande un scénario pragmatique et flexible afin d'assurer à l'avenir un accès libre, gratuit et immédiat à la recherche financée par des fonds publics. Cette étude a été lancée par le FNS et le programme Information scientifique de Swisssuniversities. Les scénarios pour la transition vers l'open access seront examinés dans la perspective d'une stratégie nationale et d'un plan d'action.

## Neuf nouveaux membres au Conseil de la recherche du FNS

Le Comité du Conseil de fondation du FNS a élu neuf nouveaux membres au Conseil de la recherche. Olivier Schneider (EPFL), Aude Billard (EPFL), Joachim Buhmann

(ETH Zurich) et Karl Gademann (Université de Zurich) siègeront à la division Mathématiques, sciences naturelles et de l'ingénieur. Pour la division Programmes, les chercheurs nommés sont Anastasia Ailamaki (EPFL), Jan Carmeliet (ETH Zurich), Andreas Mayer (Université de Lausanne), Nicolas Rodondi (Université de Berne) et Uschi Backes-Gellner (Université de Zurich).

## Formation aux médias pour scientifiques

Les relations avec les médias obéissent à leurs propres règles. Les cours FNS de formation aux médias et les ateliers d'écriture permettent depuis 2008 aux scientifiques de rendre leurs travaux accessibles à un public plus large. Ils s'adressent aux chercheurs disposant au moins d'une première expérience de recherche postdoctorale. Les frais de cours sont réduits pour les personnes soutenues par le FNS ou ses partenaires, la CTI ainsi que les fondations Mercator Suisse et Gebert Rf.

## Le prix Expo pour le Musée de la nature du Valais



Musées cantonaux du Valais, Sion, Robert Hofer.

L'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) a attribué le Prix Expo 2016 au Musée de la nature du Valais pour son exposition «Objectif Terre: vivre l'Anthropocène». Le musée a eu le courage d'aborder sans sensationnalisme un thème très controversé, selon le jury. Il a été enthousiasmé par l'approche multidisciplinaire et la scénographie de l'exposition, qui reste ouverte jusqu'au 2 avril 2017.

### Horizons

Le magazine suisse de la recherche paraît quatre fois par an en français et en allemand. Une version anglaise est disponible en ligne. 29<sup>e</sup> année, n° 112, mars 2017. [www.snf.ch/horizons](http://www.snf.ch/horizons)

### Éditeur

Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS)  
Wildhainweg 3  
Case postale  
CH-3001 Berne  
Tél. 031 308 22 22  
abo@snf.ch

Académies suisses des sciences  
Maison des Académies  
Laupenstrasse 7  
Case postale  
CH-3001 Berne  
Tél. 031 306 92 20  
info@akademien-schweiz.ch

### Rédaction

Daniel Saraga (dsa), direction  
Marcel Falk (mf), Florian Fisch (ff),  
Pascale Hofmeier (hpa), This Rutishauser (tr)

### Graphisme, rédaction photos

2. stock süd netthoevel & gaberthüel,  
Valérie Chételat

### Traduction

Sophie Gaitzsch, Olivier Huether

### Correction

Jean-Pierre Grenon

### Impression et lithographie

Stämpfli SA, Berne et Zurich  
Climatiquement neutre, [myclimate.org](http://myclimate.org)  
Papier: Refutura FSC, Recycling, matt  
Typographie: FF Meta, Greta Text Std

### Tirage

37 800 exemplaires en allemand et  
16 600 en français

© Tous droits réservés.

Reproduction possible avec l'autorisation de l'éditeur.  
ISSN 1663 2710

L'abonnement est gratuit. La version papier est normalement distribuée en Suisse et, à l'étranger, à des organisations.

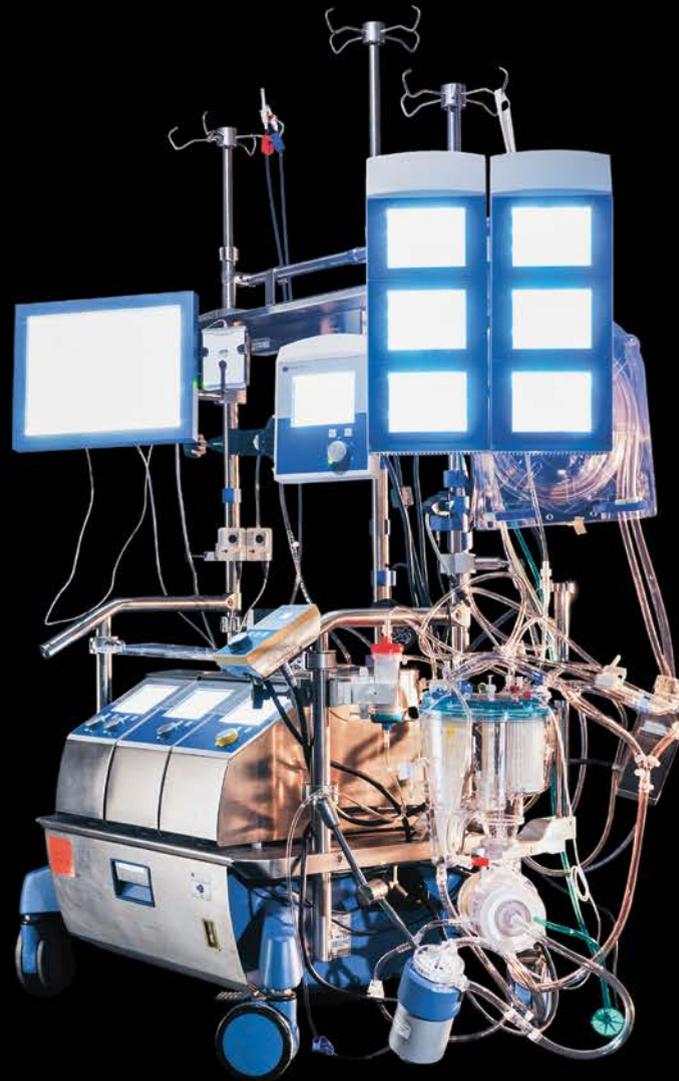
Les articles publiés n'engagent pas les éditeurs (FNS et Académies). Les projets de recherche présentés sont soutenus en règle générale par le FNS.

### Le FNS

Sur mandat de la Confédération, le FNS encourage la recherche fondamentale et soutient chaque année, grâce à quelque 800 millions de francs, plus de 3400 projets auxquels participent environ 14 000 scientifiques. Il constitue ainsi la principale institution d'encouragement de la recherche scientifique en Suisse.

### Les Académies

Sur mandat de la Confédération, les Académies suisses des sciences s'engagent en faveur d'un dialogue équitable entre la science et la société. Elles représentent la science, chacune dans son domaine respectif, mais aussi de façon interdisciplinaire. Leur ancrage dans la communauté scientifique leur permet d'avoir accès à l'expertise de quelque 100 000 chercheurs.



Elle ressemble à un vaisseau prêt à nous emmener dans l'au-delà: la machine de circulation extracorporelle maintient les patients en vie lors d'opérations ou de coma.

Photo: Reiner Riedler/AnzenbergerAgency

«Il n'y a pas de moment idéal pour publier des conclusions désagréables.»

Dominik Hangartner page 29

«Nous travaillons dur et rions beaucoup.»

Effy Vayena page 37

«Dans les petits groupes, il vaut mieux punir les membres non coopératifs.»

Matthias Wubs page 42