

LES PERSONNES OBÈSES SONT-ELLES BIEN SOIGNÉES ?

# QUÉBEC SCIENCE

MARS 2019

## Lumière sur les **TROUS NOIRS**

**On est sur le point de  
confirmer l'existence  
de ces géants cosmiques**



**PEUT-ON PRÉVENIR  
L'ALZHEIMER ?**

• • •  
**DES FEMMES EN  
SCIENCE SE CONFIENT**

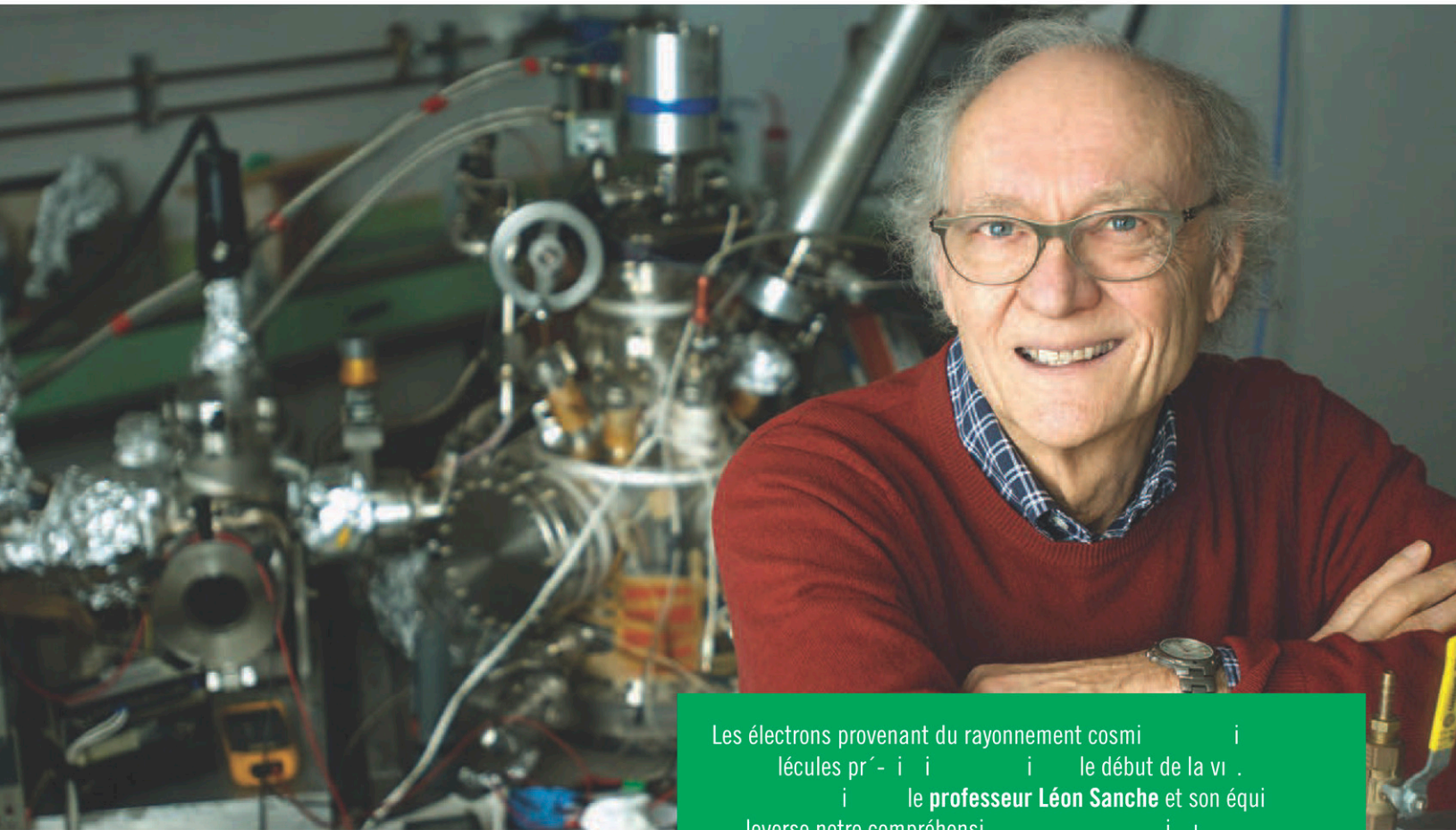
• • •  
**ÉVOLUTION : L'HUMAIN  
CHANGE ENCORE**

MARS 2019 0 3

7 40065387 78313 04797 4 6.95\$

MESSAGERIES DYNAMIQUES 10682

# LE SAVOIR



Les électrons provenant du rayonnement cosmique  
 léculés par le début de la vie  
 le professeur Léon Sanche et son équipe  
 lève notre compréhension  
 les trajectoires logiques  
 de basse énergie à l'efficacité de la radiation

la découverte de leur persévérance et à leur expertise

La recherche à l'UdeS provoque des découvertes.

# SOMMAIRE

17



PHOTO DE LA PAGE COUVERTURE - SHUTTERSTOCK

17 EN COUVERTURE

## Sortir les trous noirs de l'ombre

Le premier portrait d'un trou noir est sur le point d'être publié. Ce cliché devrait aider les scientifiques à mieux comprendre ces objets cosmiques mystérieux.

## REPORTAGES

### 24 Les personnes obèses sont-elles bien soignées?

Les préjugés envers les personnes obèses nuisent à la qualité des soins de santé qu'elles reçoivent.

### 31 Elles sont «20 %»

En 2019, les secteurs de la science et de la technologie demeurent des milieux d'hommes. Le peu de femmes qui y font carrière mettent les bouchées doubles pour faire leur place. Dans un nouveau balado, elles se racontent.

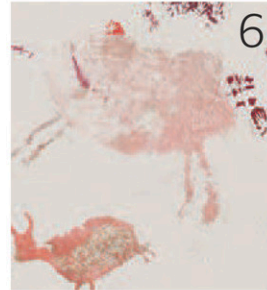
### 36 L'humain moderne toujours en évolution

De récentes études détectent les signes – discrets, mais bien présents – de l'évolution de notre espèce. À quoi ressemblera l'humain du futur?

### 40 Lutter sur tous les fronts contre Ebola

Les équipes médicales combattent avec un arsenal inédit la pire épidémie de l'histoire de la République démocratique du Congo.

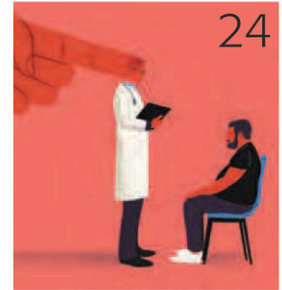
Il existerait des trous noirs de toutes les tailles, avec une masse de 10 à 100 milliards de fois plus grande que celle du Soleil!



6



44



24



## SUR LE VIF

### 6 LE CABINET DES CURIOSITÉS

L'art préhistorique se dévoile au fil des découvertes scientifiques.

### 8 LES NANOSATELLITES À LA CONQUÊTE DU CIEL

Des nuées de ces engins polyvalents révolutionnent l'industrie spatiale.

### 10 EMPOISONNEMENT AU LABO

Une histoire inusitée s'est déroulée dans une université canadienne.

### 11 UN PHARE DEVIENT UNE BASE SCIENTIFIQUE

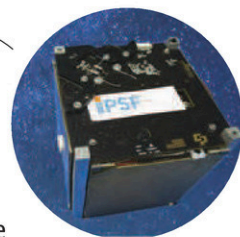
Le site de Pointe Mitis, dans le Bas-Saint-Laurent, sera voué à la recherche dès l'été prochain.

### 14 ALZHEIMER : PRÉVENIR À DÉFAUT DE GUÉRIR

Il est possible de repousser l'échéance, selon le Dr Philippe Amouyel.

### 44 VIVE LES COMMUNS!

Marie-Soleil L'Allier étudie les « communs » urbains, un régime de partage qui a la cote à l'heure de la transition écologique.





MARIE LAMBERT-CHAN [@MLambertChan](#)

## Éditorial

# Reproductibilité : de l'impasse à l'espoir

## Et si la crise de la reproductibilité menait au perfectionnement de la science ?

**O**n le répète depuis des années, la science traverse une crise de la reproductibilité. De la psychologie aux sciences biomédicales en passant par l'économie et l'informatique, des études tentent de reproduire fidèlement des résultats de recherches antérieures et n'y parviennent pas.

Mais est-ce véritablement une crise ? N'assiste-t-on pas plutôt à un exercice de lucidité qui illustre une caractéristique propre de la démarche scientifique, celle de se remettre en question perpétuellement et, ce faisant, de s'autocorriger ?

Ces réflexions ne sont pas nouvelles, mais elles ont été noyées dans un discours qui associe les problèmes de reproductibilité à tout ce qui ne fonctionne pas dans le monde scientifique : le biais de publication, c'est-à-dire la tendance à ne diffuser que les résultats positifs ; la pression de publier ; des interprétations statistiques laxistes ; les biais de confirmation d'hypothèse ; la manipulation des données, etc.

Tout cela n'est pas faux, mais par moments, ça frôle le misérabilisme. Et cela mine la confiance en la science. « Au lieu d'inspirer les jeunes générations à faire davantage de recherche et à en améliorer la qualité, [l'idée que la science est en crise] pourrait favoriser chez elles le cynisme et l'indifférence. [...] Cela risque de discréditer la valeur des données scientifiques et d'alimenter les théories antisciences », argumente Daniele Fanelli, expert en méthodologie à la London School of Economics and Political Science, dans un article d'opinion publié en mars 2018 dans *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Depuis quelque temps, des voix émergent afin de transformer cette « crise » en occasion pour perfectionner la science. En Europe, la plateforme Curate Science tente de certifier la transparence et la reproductibilité de la recherche empirique. Elle réunit des standards sous la forme d'une fiche semblable au tableau de la valeur nutritive des produits alimentaires. Parmi les critères, on exige que les données et la méthodologie soient publiques. Les protocoles de recherche doivent également être préenregistrés et soumis à un comité de pairs en

amont. Si le tout est approuvé, les chercheurs obtiennent en échange une garantie de publication – même si l'issue de l'étude s'avère négative. Jusqu'à présent, 158 revues savantes ont recours à cette méthode qui réduirait le biais de publication. En octobre 2018, un papier prépublié sur PsyArXiv a analysé 113 protocoles préenregistrés dans les domaines de la psychologie et des sciences biomédicales. On y trouvait 296 hypothèses. Parmi elles, 61 % n'ont pas été étayées par les résultats obtenus. Ces travaux sont moins excitants à publier qu'une découverte majeure, mais ils ont le mérite de montrer justement cela : la science n'est pas toujours sensationnelle. Le plus souvent, c'est même une enfilade d'échecs.

Pendant ce temps, des scientifiques affinent les méthodes de reproduction d'études, critiquées notamment en ce qui a trait aux échantillons (soi-disant trop petits ou pas assez similaires) ainsi qu'au respect des protocoles originaux. Le dernier projet en la matière s'intitule Many Labs 2. L'objectif : reproduire 28 études en psychologie. Les équipes à l'origine de ces expériences ont été consultées afin de répéter le plus scrupuleusement possible la méthode. Le nombre de participants dans les échantillons combinés était 62 fois plus élevé que dans les études de départ. Soixante laboratoires situés dans 36 pays et territoires ont refait les expériences afin de vérifier si le contexte et le lieu auraient une influence. La moitié des études ont passé le test. Et si une tentative de reproduction réussissait à un endroit sur la planète, elle réussissait aussi partout ailleurs. *Idem* pour les études impossibles à reproduire.

Doit-on voir le verre à moitié vide ou à moitié plein ? Je suis de nature optimiste : 14 études sur 28 se sont révélées très solides, montrant du même coup que les sciences sociales sont capables de rigueur, quoi qu'en disent les mauvaises langues. Pour citer Brian Nosek, le chercheur principal derrière Many Labs 2, « la science n'est pas une question de vérité et de fausseté ; elle a plutôt pour objectif de réduire l'incertitude. »

La crise ? Quelle crise ? 

**Rédactrice en chef**  
Marie Lambert-Chan  
**Journalistes**  
Marine Corniou, Mélissa Guillemette  
**Journaliste Web et médias sociaux**  
Annie Labrecque  
**Collaborateurs**  
Maxime Bilodeau, Jean-François Cliche, Marianne Desautels-Marissal, Émilie Folie-Boivin, Chloé Freslon, Alexis Riopel, Alexandra S. Arbour, Saturnome, Jean-Patrick Toussaint

**Correctrice-révisure** Sophie Cazanave

**Directrice artistique** Natacha Vincent  
**Photographes/illustrateurs**  
Rodolphe Beaulieu, Jean-François Hamelin, Nicole Aline Legault, Christinne Muschi, Sébastien Thibault, Vigg

**Éditrice** Suzanne Lareau

**Coordonnatrice des opérations**  
Michèle Daoust  
**Comptabilité** Mimi Bensaïd  
**Chargée de projets, communications marketing** Lynda Moras  
**Attachée de presse**  
Stéphanie Couillard

**Vice-présidente marketing et service à la clientèle** Josée Monette

**Publicité**  
**Claudine Mailloux** 450 929-1921  
514 909-4601 cmailloux@velo.qc.ca  
**Chantal Verdon** 418 559-2162  
514 521-8356, poste 402  
cverdon@velo.qc.ca

**Impression** Transcontinental Interweb  
**Distribution** Messageries Dynamiques  
Parution: 14 février 2019 (552<sup>e</sup> numéro)

**Abonnement** Canada, 1 an: 36 \$ + taxes  
États-Unis, 1 an: 72 \$/Outre-mer, 1 an: 112 \$  
514 521-8356, poste 504 ou  
1 800 567-8356, poste 504  
Québec Science est publié par  
Vélo Québec Éditions

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec, Bibliothèque nationale du Canada : ISSN-0021-6127

Envoi Poste-Publications Convention n° 40065387.

© Copyright 2019 - La Revue Québec Science. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Indexé dans **repère**  
Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec. Nous reconnaissons l'appui financier du gouvernement du Canada.



Le magazine Québec Science est imprimé sur du papier certifié FSC® (Forest Stewardship Council®), donc issu de forêts bien gérées et d'autres sources responsables.



# Mots croisés



**LES 10 DÉCOUVERTES DE L'ANNÉE**  
**Vous avez été nombreux et nombreuses à voter pour votre découverte préférée de l'année 2018. L'équipe de scientifiques gagnante sera dévoilée sur notre site le 20 février prochain. En attendant, voici quelques-uns de vos commentaires au sujet des découvertes qui vous ont marqués.**

*Un test pour dépister les cancers de l'utérus et de l'ovaire :*  
« Comme femme et maman d'une fille, je souhaite tout particulièrement qu'on réussisse à mieux connaître et dépister les cancers qui pourraient nous affecter et qui sont souvent invisibles et sans symptômes jusqu'à ce qu'il soit trop tard et que des interventions majeures doivent être faites. »  
— Gabrielle Lemieux, Montréal

*Le lien entre stress et dépression mis au jour :*  
« Ces recherches sur les causes biologiques de la dépression sont importantes et peuvent mener à de meilleures approches. Ça me touche personnellement, car j'ai des proches qui en ont souffert. »  
— Eric Gloutnay, Carignan

*La forêt boréale profitera du réchauffement... jusqu'à un certain point :*  
« Comprendre l'évolution des forêts dans un contexte de changement climatique est primordiale pour protéger adéquatement cette ressource. »  
— Mathieu Frégeau, Québec

*Une molécule prometteuse contre la malaria :*  
« Si peu de recherches sont faites sur les maladies des pays en voie de développement. Des maladies qui tuent un grand nombre de gens et qui sont pourtant négligées par la science parce qu'elles sont inconnues des pays riches. Saluons une découverte aussi prometteuse ! »  
— Nicolas Tremblay, Gatineau

*Mesurer la force des vagues... en canot à glace! :*  
« Avec les changements climatiques, je trouve crucial qu'on s'intéresse à l'état du fleuve. [...] J'admire les méthodes utilisées par les chercheurs pour obtenir des données fiables. Il fallait être de sacrés aventuriers pour aller jusqu'au bout de ce projet. »  
— Mélanie Claude, Morin-Heights

## ERRATUM

Dans le numéro de janvier-février 2019, on pouvait lire dans la chronique « Technopop » que « [...] Satya Nadella a remplacé Bill Gates » à la tête de Microsoft. Il s'agit d'une erreur. Satya Nadella a succédé à Steve Ballmer qui, lui, avait remplacé Bill Gates. Toutes nos excuses.

NOUVEAU



## DEUX NOUVELLES CHRONIQUES

Dans ce numéro, nous inaugurons deux nouvelles chroniques : « Carnet de santé » et « Anthropocène ». La première sera rédigée par la D<sup>re</sup> Alexandra S. Arbour. Cette médecin de famille, qui termine sa spécialisation en gériatrie et possède un baccalauréat en journalisme, s'intéresse aux parcours de vie abracadabrants, aux comorbidités psychiatriques, à la bioéthique et à la pédagogie médicale. Dans sa chronique, elle décortiquera des situations vécues dans son quotidien hospitalier pour réfléchir autrement à notre système de santé. La chronique « Anthropocène »



sera tenue par Jean-Patrick Toussaint. Titulaire d'un doctorat en sciences environnementales de l'Université d'Adélaïde, en Australie, et spécialiste en biologie végétale, il étudie depuis 20 ans les enjeux et les politiques liés à l'environnement. Alors que la planète vit une crise climatique sans précédent, il nous expliquera les mille nuances des défis environnementaux pour nous aider à élargir nos perceptions. 

## Abonnez-vous

[www.quebecscience.qc.ca/abonnez-vous](http://www.quebecscience.qc.ca/abonnez-vous)

514 521-8356, poste 504  
1 800 567-8356, poste 504

Un changement d'adresse :  
[changementsqs@velo.qc.ca](mailto:changementsqs@velo.qc.ca)

## Écrivez-nous

[courrier@quebecscience.qc.ca](mailto:courrier@quebecscience.qc.ca)

Magazine Québec Science  
1251, rue Rachel Est  
Montréal (QC) H2J 2J9

## Suivez-nous

[www.quebecscience.qc.ca](http://www.quebecscience.qc.ca)



# Les premiers artistes

Des bribes du passé nous sont dévoilées au fil des découvertes scientifiques sur l'art préhistorique.

Par Annie Labrecque

Il y a quelques années, l'archéologue québécois Maxime Aubert a exploré une grotte de calcaire ornée de traces de mains, de symboles et de figures animales. Le lieu a été découvert en 1990 sur l'île de Bornéo, en Indonésie. Le chercheur souhaitait y tester la technique de datation par l'uranium-thorium, qui est très précise lorsqu'elle est appliquée à des fragments de calcite. Ce minerai s'est déposé sur les peintures et les a protégées des outrages du temps.

Jusqu'alors, on croyait que ces œuvres dataient d'il y a 10 000 ans. Elles se sont révélées beaucoup plus vieilles : l'un des dessins aurait au moins 40 000 ans. Ce serait même la plus ancienne œuvre figurative (représentation du visible, par opposition à l'art abstrait) découverte à ce jour ! Elle reproduit un grand animal de couleur rouge-orange, possiblement un bovidé sauvage, selon l'article scientifique publié en 2018 dans *Nature* par Maxime Aubert et ses collègues australiens et indonésiens.

Les spécialistes croyaient auparavant que l'art rupestre était né en Europe, où des grottes sont étudiées depuis des lustres. C'était sans compter les dessins



1

Après analyse, deux échantillons prélevés sur cette peinture auraient au moins entre 39 400 et 40 000 ans. L'œuvre d'art est détériorée, mais les chercheurs croient qu'elle représente un banteng bornéen (une espèce de bovidé).

réalisés à 10 000 km de là, en Asie du Sud-Est, aux mêmes périodes. « L'art rupestre y a évolué de façon similaire avec des représentations de mains et de gros animaux pour ensuite en arriver à des peintures d'humains », souligne Maxime Aubert, qui continue ses explorations dans les grottes de la région de Bornéo.

Fait étonnant, les archéologues ont observé, dans plusieurs sites indonésiens, des créations exécutées en deux phases, séparées par plusieurs dizaines de milliers d'années. « Des peintures se superposent, explique M. Aubert : une première phase en orange et la suivante en mauve. »

Mais pour en apprendre davantage sur ces « artistes », il reste encore beaucoup de travail à abattre. Qui étaient ces *Homo sapiens* ? Pourquoi faisaient-ils ces pein-

tures ? « Je travaille avec une équipe de l'Institut Max-Planck, en Allemagne, pour essayer d'extraire de l'ADN, s'il y en a, des traces de mains [voir la photo 3 ci-contre], dit le chercheur. Pour les produire, les artistes de l'époque devaient mettre les pigments dans leur bouche et souffler ensuite sur la paroi rocheuse où ils avaient posé leurs mains. Peut-être que de l'ADN ancien a été préservé ? Si ça fonctionne, ce serait vraiment incroyable ! »

## AU FIL DES DÉCOUVERTES

Les nouveaux outils et les avancées dans les techniques de datation permettent petit à petit de parfaire les connaissances sur la préhistoire. Par exemple, une étude publiée en 2013 par un archéologue américain a révélé que les traces de mains trouvées dans des



2

Peinture rupestre d'un bovidé sauvage de Bornéo, en Indonésie. Elle fait partie d'un grand panneau comportant au moins deux autres représentations d'un bovidé sauvage, dont l'une date d'au minimum 40 000 ans. Il s'agit du plus ancien dessin figuratif connu du monde.



4 Les montagnes où sont situées les grottes de calcaire à Bornéo, en Indonésie.

3 Des mains en négatif. Celle de gauche a été réalisée il y a au moins 40 000 ans, en Indonésie, tandis que celle de droite date de la dernière période glaciaire, soit environ 20 000 ans.

grottes d'Espagne et de France auraient été en grande partie laissées par des femmes. Puisque ce sont des représentations animales qui décorent les parois, plusieurs chercheurs croyaient, à tort, que les hommes, ces chasseurs, en étaient les auteurs.

Plus récemment, en datant de nouveau des peintures de trois grottes espagnoles, une équipe britannico-allemande a constaté qu'elles avaient été réalisées par des Néandertaliens il y a 64 000 ans, et non par l'*Homo sapiens* moderne d'Europe, arrivé 20 000 ans après.

Photos : Pindi Setiawan ; Kinez Riza

Malheureusement, toutes les œuvres ne peuvent être datées, surtout en l'absence de calcaire. Quant à la technique au carbone 14, elle n'est pas efficace pour les œuvres très anciennes. « J'ai vu beaucoup de peintures jusqu'à présent, mais peu dont on puisse déterminer la date », mentionne Maxime Aubert.

Le gros lot, c'est la peinture prise en sandwich entre deux couches de calcaire, indique le chercheur. Deux dates — un maximum et un minimum — fournissent alors de précieuses informations. Souhaitons-lui de nombreux sandwiches préhistoriques !



Découvertes également à Bornéo, ces figures humaines datent de 13 600 ans et plus, mais pourraient remonter à l'apogée de la dernière glaciation, il y a 20 000 ans. La figure de gauche est une reproduction mieux définie de l'originale, qu'on peut voir à droite.

# Les nanosatellites à la conquête du ciel

*Micro-, nano- et pico-* sont des préfixes qu'on accole désormais au mot *satellite*. Des nuées de ces engins polyvalents révolutionnent l'industrie spatiale.

Par Marianne Desautels-Marissal

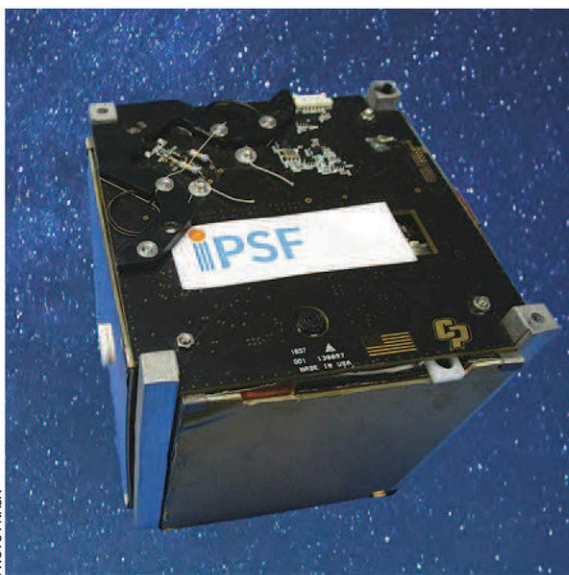


PHOTO : NASA

pesant 100 g et moins, aux « petits » satellites de 500 à 1 000 kg. Mais ceux qui ont la cote sont les nanosatellites, dont la masse oscille entre 1 et 10 kg, comme les CubeSats, des cubes de 10 centimètres de côté pouvant être assemblés selon plusieurs configurations. Ces boîtes à chaussures de l'espace peuvent déployer antennes et panneaux solaires et parfois même accomplir les prouesses autrefois réservées à leurs aîeux classiques, gros comme des autos ou des bus.

Rien qu'en 2018, plus de 300 nanosatellites ont été lancés et près de 500 autres le seront cette année, suivant

de travail et un budget astronomique est donc révolue. Avec les petits satellites, toutes les échelles rétrécissent : la taille des équipes, les échéanciers, les coûts et la durée totale des missions, qui sont bouclées en quelques années seulement. C'est pourquoi un grand nombre de lancements sont orchestrés par des groupes d'étudiants, parfois même des élèves du secondaire, dans des buts scientifiques et éducatifs.

On peut installer une variété d'appareils ou de détecteurs dans un satellite miniature pourvu que les circuits résistent aux rayonnements cosmiques. La diversité des missions retenues dans le cadre de l'Initiative canadienne CubeSats en témoigne : compréhension de la nature de l'énergie sombre, effet des incendies de forêt sur la flore et la faune, composition des astéroïdes, surveillance des océans et couverts de glace, pour n'en nommer que quelques-unes.

Parmi les équipes lauréates figure celle du projet QMSat (Quantum Magneto Satellite) de l'Université de Sherbrooke, qui accueillera à son bord un magnétomètre quantique. Cet instrument détectera les variations du champ magnétique terrestre afin d'étudier des phénomènes comme les vents solaires, les tempêtes ou les ouragans sur Terre, voire les mouvements du magma sous la croûte terrestre. « Le magnétomètre quantique a l'avantage de pouvoir être miniaturisé, ce qui est plus difficile à réaliser avec des magnétomètres traditionnels », précise Paul Cuerrier, un des étudiants qui mettent au point le QMSat.

**L**a miniaturisation des composants électroniques a fait bien plus que de nous visser de puissants ordinateurs à la main : elle a aussi contribué à la multiplication de tout petits satellites, qui seront placés par milliers en orbite au fil des prochaines années. Quelques centaines de ces engins s'activent d'ores et déjà dans l'espace, prélevant des données en solo ou en flottilles aux fins de communication, d'observation de la Terre et des phénomènes météo ou encore de gestion du trafic maritime.

La catégorie des minisatellites est assez large, allant des femtosatellites, lilliputiens

une progression qui devrait mener à la mise en orbite de plus de 3 000 d'entre eux d'ici six ans, dont la majorité seront des CubeSats.

« L'avantage des CubeSats, c'est que les niveaux de difficulté et de complexité sont réduits », avance Dean Sangiorgi, gestionnaire de programmes à l'Agence spatiale canadienne. Celle-ci a mis sur pied l'Initiative canadienne CubeSats en décernant l'an dernier 15 bourses de 200 000 \$ à des équipes d'établissements postsecondaires partout au pays afin qu'elles conçoivent leurs propres satellites. « Notre objectif premier, c'est de donner la chance aux étudiants de participer à une véritable mission spatiale. »

L'époque où l'organisation d'une mission spatiale demandait des décennies

Mais il n'y a pas que les établissements de recherche et les agences spatiales qui rêvent de nouvelles constellations satellitaires. Les militaires y voient des possibilités de surveillance, par l'entremise de réseaux de dizaines d'engins, plus résilients qu'un seul gros satellite : en cas de pépin technique ou d'attaque, un essaim privé d'un seul élément reste fonctionnel.

Dans les années 1990, des compagnies privées se sont mises elles aussi à lancer de petits engins en orbite basse. À partir des années 2000, particulièrement chez nos voisins du Sud, une nouvelle économie a ainsi commencé à percer l'atmosphère terrestre. Des sommes astronomiques sont avancées en capital de risque à de jeunes pousses ayant des visées stratosphériques, au point où certains craignent même une bulle spéculative.

Un vent qui vient notamment de la Silicon Valley, avec de gros joueurs comme SpaceX ou Virgin Orbit, du milliardaire Richard Branson. Alors que des entreprises comme OneWeb espèrent révolutionner les télécommunications en offrant au monde entier une connexion Internet à haut débit du haut des airs, d'autres investissent dans des services de mise en orbite. C'est qu'il faut bien les lancer, ces minisatellites ! En 2018, la firme Rocket Lab a commencé à offrir des places à bord de sa petite fusée *Electron*. Une forme de covoiturage pour nanosatellites parmi d'autres en émergence, qui pourraient bien concurrencer avantageusement les services de plus grosses fusées comme les *Falcon 9* et *Falcon Heavy* de SpaceX, les *Ariane 5* et autres *Soyouz*.

Les premiers CubeSats de l'Agence spatiale canadienne seront envoyés dans l'espace à l'automne 2021 : « Notre satellite va se rendre à la Station spatiale internationale à bord d'une fusée, puis un astronaute va déposer le CubeSat dans un dispositif de lancement qui l'éjectera en orbite », précise l'étudiante Chloé Mireault-Lecourt, initiatrice du projet QMSat. « Pour la plupart d'entre nous, l'aérospatiale était un domaine complètement nouveau, poursuit-elle. Travailler sur un appareil qui va se retrouver dans l'espace, c'est extrêmement motivant et inspirant ! » L'Agence spatiale canadienne désire susciter l'intérêt des étudiants pour ce genre de projet. En ce sens, le petit QMSat a déjà accompli sa plus grande mission. 

## Le patient a « toujours » raison

**L'**histoire se déroule il y a environ cinq ans. Je suis alors étudiante en médecine, en stage d'hématologie. J'entre dans la chambre d'un patient atteint d'une grave anémie auto-immune : son système immunitaire attaque indûment ses globules rouges et lui cause ainsi une fatigue extrême et des douleurs thoraciques, comme s'il faisait plusieurs fois par jour une « petite » crise cardiaque. Je m'approche de lui, un peu à reculons. « Et puis ? À combien sont mes globules rouges ? me demande-t-il, tout sourire. Je me sens comme si j'avais 80 d'hémoglobine ! » Ma réponse : son taux est de 56 grammes par litre de sang, la normale étant au-delà de 140. Déception. Je reconforte le patient, promets d'adapter son traitement, d'envisager une transfusion. Il acquiesce, dépité. Comme tout patient atteint d'une maladie rare, il est devenu un spécialiste de son état de santé.

Quelques heures plus tard, je reçois une note du laboratoire m'avisant qu'il y a erreur. Le taux d'hémoglobine de mon patient est bel et bien de 81 aujourd'hui ! Je retourne à sa chambre, triomphante : « Vous aviez raison ! » Je me rappelle avoir bien rigolé avec lui. Je repenserai souvent à ce patient pendant ma résidence effectuée pour devenir interniste en gériatrie — un

médecin spécialiste des soins aux personnes de 65 ans et plus. Se pourrait-il que, pour paraphraser le monde de la vente au détail, le patient ait « toujours » raison ?


« N'oubliez jamais de demander au patient ce qu'il pense avoir », nous répétaient *ad nauseam* nos professeurs. Je me souviens de m'être bêtement demandé comment un patient pouvait bien en savoir plus que moi, qui sacrifiais tant d'heures de sommeil au profit de l'étude. Le temps a passé et, même si je n'ai que quatre ans de résidence derrière la cravate, je me suis rapidement rendu compte que c'était, de loin, la question la plus importante.



Je remarque que, trop souvent, certains médecins omettent de considérer le savoir expérientiel de leurs patients, se fiant uniquement à leurs connaissances scientifiques pour formuler un diagnostic. Risqueraient-ils ainsi de commettre davantage d'erreurs médicales ? C'est du moins ce que conclut une étude publiée en novembre 2018 dans le journal *Health Affairs*.

Le Dr William Osler, un pionnier de la pédagogie médicale, l'enseignait déjà au début du 20<sup>e</sup> siècle : « Écoutez votre patient, c'est lui qui vous donnera le diagnostic. » Cet éminent médecin canadien, ancien professeur à l'Université McGill et fondateur de la prestigieuse faculté de médecine de l'Université Johns Hopkins aux États-Unis, vivait cependant à une époque bien différente. Ses patients ne passaient pas des heures sur Internet à tenter d'établir un diagnostic des pires maladies susceptibles de les affliger !

Avec la crise de confiance qui touche la profession médicale, peut-être que l'heure est venue de se remettre en mémoire les conseils du bon Dr Osler au lieu de ne jurer que par les essais randomisés contrôlés. Des voix s'élèvent d'ailleurs en ce sens, jusque dans les pages du *New England Journal of Medicine*, pour mettre de l'avant un nouveau modèle de diagnostic : une médecine personnalisée où les données probantes sont interprétées à la lumière des nuances de chaque patient.

C'est ainsi que je souhaite amorcer ma relation médecin-lecteur avec vous. Je me propose d'être vos yeux et vos oreilles à l'hôpital. En échange, la prochaine fois que vous serez dans le cabinet du médecin, pensez à cette chronique et partagez votre opinion. Après tout, c'est aussi pour le bien de votre docteur ! 

ALEXANDRA S. ARBOUR

Carnet de santé



# Un chercheur empoisonne son collègue au labo

Une histoire pour le moins inusitée s'est déroulée dans une université canadienne.

Par Mélissa Guillemette

PHOTO : SHUTTERSTOCK



Un chercheur qui était jusqu'à récemment en poste à l'Université Queen's, en Ontario, passera sept années en prison pour avoir empoisonné à plusieurs reprises son collègue de laboratoire.

La victime et son bourreau, Zijie Wang, effectuaient tous les deux un stage postdoctoral au département de chimie au moment des faits. Ils ont même déjà été colocataires.

Dans son témoignage, rapporté par le journal interne de l'établissement universitaire, le jeune chercheur empoisonné a raconté le premier épisode suspect, datant de janvier 2018. Une pointe de tarte aux pommes, dans sa boîte à lunch, avait une drôle d'amertume. Il a été pris de vomissements et de diarrhées peu de temps après y avoir goûté.

Dans les semaines suivantes, ce même goût étrange avait imprégné une autre tarte aux pommes, une brioche et de l'eau consommées à l'université.

Grâce à une caméra installée pour appréhender le suspect, la victime a découvert que Zijie Wang injectait une substance dans sa nourriture.

Il s'agissait de n-nitrosodiméthylamine (NDMA), un composé toxique parfois utilisé en recherche médicale. Cette même

substance a d'ailleurs causé la mort d'un étudiant chinois, en 2013, à Shanghai, lui aussi empoisonné par son colocataire.

Au cours du procès, qui a eu lieu l'automne dernier en Ontario, le chercheur pris pour cible s'est dit inquiet de développer un cancer. La NDMA est en effet considérée comme probablement cancérigène pour l'humain par Santé Canada, puisqu'elle provoque des cancers, même à faible dose, chez différents animaux de laboratoire.

Le seuil de génotoxicité, à partir duquel la substance entraîne des lésions dans l'ADN, n'est toutefois pas connu chez l'humain. Mais des études épidémiologiques ont révélé un lien entre certains cancers et l'exposition à la NDMA, qui se retrouve parfois dans l'air, dans l'eau et dans certains aliments, notamment à proximité de secteurs industriels.

S'il avait ingéré la substance, le directeur de la Chaire en prévention et traitement du cancer de l'Université du Québec à Montréal, Richard Béliveau, serait-il inquiet pour sa santé ? « Par rapport à tous les éléments qui peuvent causer un cancer, cet épisode ne serait pas mon inquiétude principale, assure-t-il. Des chercheurs ont calculé qu'un corps humain produit un million de cellules précancéreuses par jour et la majorité sont éliminées naturellement. Il est possible qu'une des cellules mutées par la nitrosamine survive et devienne cancéreuse,

mais la victime ne pourra jamais le savoir avec certitude. »


Elle ne saura non plus jamais pourquoi son ancien collègue a tenté de l'empoisonner, puisqu'il n'a pas fourni d'explications au procès, où il a plaidé coupable.

## UN CAS QUÉBÉCOIS

Cette histoire sordide rappelle un épisode québécois survenu dans les années 1970. Un étudiant en parasitologie de l'Université McGill avait alors ajouté dans la nourriture de ses quatre colocataires des œufs de vers parasites *Ascaris suum*.

Une dizaine de jours plus tard, les victimes se sont tour à tour rendues au service des urgences en raison de graves problèmes respiratoires, puisque les vers se logeaient dans leurs poumons.

Deux étudiants ont failli mourir, a relaté leur médecin au *Beaver County Times*. Tous s'en sont néanmoins tirés, même le suspect, Eric Kantz, qui était d'origine américaine. La preuve contre lui s'est révélée insuffisante au procès.

Le bon côté des choses ? L'histoire a permis d'apprendre que le parasite, connu pour ses ravages chez les porcs, pouvait également affecter l'humain. Un article de 1972 paru dans *The New England Journal of Medicine* détaille la découverte fortuite. 

# Un phare devient une base scientifique

Par Alexis Riopel

**A**u 19<sup>e</sup> siècle, une pointe rocheuse s'avancant dans l'estuaire du Saint-Laurent faisait le malheur de navires qui s'échouaient sur sa rive, si bien qu'on y construisit un phare. Aujourd'hui, ce même environnement, qui abrite une faune et une flore riches, s'apprête à faire le bonheur des biologistes.

Le site patrimonial du phare de Pointe Mitis, dans le Bas-Saint-Laurent, sera transformé dès l'été prochain en un lieu voué à la science et à l'exploration de la nature.

Après des années de démarches, l'Association des résidents de la Pointe-du-Phare (ARPP) a signé un bail de 15 ans avec la Ville de Métis-sur-Mer en novembre 2018 pour mettre en valeur le site délaissé depuis plus de 20 ans. En 2016, Métis-sur-Mer avait elle-même racheté le phare du gouvernement canadien ainsi que les quatre autres bâtiments du lieu.

L'ARPP compte offrir en location l'ancienne maison du gardien de phare afin que des étudiants viennent y effectuer des travaux de terrain ou que des enfants y participent à des camps scientifiques.

La pointe se referme en une baie sur son côté est. Cette configuration remarquable, dans une zone où la côte est plutôt rectilinéaire, crée une grande variété d'habitats. « C'est un endroit idéal pour explorer les milieux marin et côtier, observe le président de l'ARPP et professeur de biologie à l'Université

Laval Ladd Johnson. Près du phare, le rivage descend très doucement, ce qui fait qu'à marée basse une grande zone émerge de l'eau et on peut s'amuser beaucoup ! »

Le professeur Johnson, qui s'intéresse à l'écologie benthique et aux invasions biologiques, aimerait poursuivre ses propres recherches sur les escargots marins à cet endroit et y organiser des cours intensifs de biologie marine. Il espère ne pas être le seul : à la dernière réunion de Québec-Océan, un organisme regroupant les océanographes de la province, il a invité ses collègues à venir y mener des projets.

Il y a tout un lot de devinettes scientifiques à éclaircir à la pointe Mitis. Depuis quelques années, la population de crabes communs a explosé dans le secteur. Un dénombrement de ces crustacés – réalisé à l'aide des résidents, peut-être – serait la première étape pour comprendre ce phénomène, croit M. Johnson, qui habite à la fois Québec et Métis-sur-Mer. Ce serait aussi l'occasion de faire découvrir à la communauté locale la richesse de son patrimoine naturel.

L'ARPP tente d'amasser 100 000 \$ dans le but de rénover les bâtiments ce printemps afin de les offrir aux scientifiques et à leurs émules dès l'été prochain. Après avoir éclairé les marins à travers les tempêtes, le phare de Pointe Mitis s'apprête à jeter de la lumière sur la science. 📖



CHLOÉ FRESLON  @f\_chloe

**Technopop**



## Comment faire lire les ados? Grâce à des applis!

**E**n août 2018, une étude nous apprenait qu'un tiers des adolescents américains n'avait pas lu un livre pour le plaisir dans la dernière année. Ne pas lire suffisamment peut avoir une incidence considérable sur la capacité à comprendre les questions d'un examen, à distinguer les fausses nouvelles des vraies et à s'engager dans la société.

La Silicon Valley a peut-être trouvé une solution au problème à travers des applications mobiles comme Hooked, Yarn ou Tap, où les histoires ne sont pas racontées dans de longs paragraphes, mais plutôt à coup de textos qui défilent à l'écran, le tout accompagné de vidéos, de fichiers audios et même d'interactivité avec l'utilisateur. L'objectif : introduire un contenu de façon rapide et dynamique. Le format peut sembler un peu étrange aux personnes plus âgées (comme moi), mais il captive nos jeunes !

Ai-je réussi à piquer votre curiosité ? Si vous n'êtes pas encore convaincu, de grands diffuseurs le sont déjà ! Pocket Gems a bénéficié d'un investissement de 90 millions de dollars américains de Tencent, le géant chinois de services Internet et mobiles. Ubisoft a acheté le Studio 1492, qui conçoit des histoires de romance interactives. Hooked a déclaré avoir 100 millions de lecteurs et compte parmi ses investisseurs des célébrités telles que Snoop Dogg, Ashton Kutcher, Mariah Carey, Jamie Foxx et LeBron James. Enfin, Yarn a annoncé une collaboration avec Marvel Entertainment.

Qu'est-ce qui explique le succès de ces applications mobiles ? D'abord, l'avènement des messages textes qui, désormais, sont le moyen de communication le plus utilisé par les Américains de moins de 50 ans. Les applications de fiction ne font qu'être là où leur public se trouve déjà. La seconde raison est inhérente à notre époque, bien qu'un peu triste : il s'agit d'adapter les histoires à notre capacité d'attention de plus en plus réduite. La fiction est construite pour stimuler le lecteur en continu tout en lui donnant l'impression qu'il maîtrise la situation.

Des experts prédisent que ce type de littérature continuera à croître, mais ne devrait jamais vraiment atteindre le marché grand public, car il s'agit d'un format destiné aux adolescents. Je ne suis pas d'accord. On sait que les produits destinés aux jeunes peuvent être adoptés par les adultes. C'est le cas de *Fortnite*, un jeu vidéo qui remporte un succès colossal.

Je lisais beaucoup de livres lorsque j'étais jeune, mais aujourd'hui je préfère les articles en ligne. Je ne suis pas encore consommatrice des applis de fiction, mais j'avoue avoir envie d'essayer. La prochaine fin de semaine au chalet, je risque de rester collée à mon cellulaire, mais ce sera pour une bonne raison : la lecture ! 📖



# BOURSE FERNAND -SEGUIN 2019

PRÉSENTÉE PAR  Association des communicateurs scientifiques du Québec 

Pour la relève en journalisme scientifique

**1<sup>er</sup> prix** d'une valeur de  
**17 000 \$**

et des stages au Québec  
et en France

**2<sup>e</sup> prix** d'une valeur de  
**8 000 \$**

et des stages au Québec



Les lauréats seront dévoilés le 5 mai 2019.  
Information : [acs.qc.ca](http://acs.qc.ca)

**EXPO  
SCIENCES**  
Hydro-Québec

**OSEZ!**  
LA SCIENCE!

DE MARS À MAI  
**VENEZ RENCONTRER  
LA RELÈVE SCIENTIFIQUE  
DU QUÉBEC!**

**PARTOUT AU QUÉBEC!**

Consultez le calendrier au  
**TECHNOSCIENCE.CA**

Un événement du



Grand partenaire



Partenaire présentateur





# Le vrai climatoréalisme

**S**erait-il possible que le réchauffement planétaire diminue la mortalité au lieu de l'augmenter, comme on l'entend souvent dans les médias ?

L'automne dernier, qui a fini de manière particulièrement froide, certains climatosceptiques québécois ont brandi sur Twitter une étude parue en 2015 dans *The Lancet* qui montrait que le froid est responsable de 18 fois plus de morts que la chaleur. C'est donc dire, concluaient-ils, que, même si des canicules plus fréquentes tueront plus de gens, le réchauffement sauvera davantage de vies qu'il en fauchera.

Ce cas illustre parfaitement la nouvelle mode dans les cercles climatosceptiques : comme à peu près plus personne ne prend au sérieux ceux et celles qui nient l'existence des changements climatiques ou leur origine anthropique, ils se disent maintenant « climatoréalistes ». Ce sont désormais les conséquences du réchauffement qui sont rejetées ou alors décrites comme bénignes, voire positives.

L'étude de 2015 existe bel et bien, elle est très vaste (74 millions de décès dans 13 pays entre 1985 et 2012) et elle conclut effectivement que 7,71 % de la mortalité est liée à des températures « non optimales », dont 7,29 % surviennent par temps froid et seulement 0,42 % par temps chaud. On trouve d'ailleurs des chiffres qui vont dans le même sens sur le site de Statistique Canada : d'un océan à l'autre, autour de 770 personnes meurent par jour, en moyenne, de décembre à mars, contre quelque 680 en juin, juillet et août.

Alors, les « réalistes » auraient-ils raison, du moins sur ce point ? Pas vraiment. Cette étude a seulement établi dans quel intervalle de températures la mortalité est à son plus bas dans près de 400 localités, puis attribué les décès supplémentaires au froid ou à la chaleur. Et elle a trouvé un surplus de mortalité en hiver, mais c'est un phénomène qui est connu depuis longtemps, m'a indiqué le D<sup>r</sup> Pierre Gosselin, responsable de la recherche en santé au consortium Ouranos sur les changements climatiques.

La question importante, dit-il, et à laquelle la science a bien répondu ces dernières années, est celle-ci : ce surcroît de mortalité hivernale s'explique-t-il par le froid (auquel cas le réchauffement pourrait être salutaire) ou par le changement de saison ? C'est la seconde possibilité qui semble la bonne, enchaîne le D<sup>r</sup> Gosselin.

La mortalité augmente en hiver parce que le corps s'adapte au temps plus froid – le sang devient plus épais, par exemple, ce qui a des conséquences sur la mortalité cardiaque – et parce que des virus comme celui de la grippe se répandent mieux qu'en été.

Or, on observe cette hausse des décès dans pratiquement tous les climats. Une revue de la littérature scientifique publiée

en 2013 dans *WIREs Climate Change* signalait ainsi que « l'excès de mortalité hivernale est environ deux fois plus élevé en Angleterre et au pays de Galles qu'en Norvège », même si l'hiver est beaucoup plus rude en Scandinavie. En fait, mentionne le D<sup>r</sup> Gosselin, on observe ce surcroît saisonnier de décès même dans des villes subtropicales comme Taiwan.

Alors, même si l'hiver québécois s'adoucit, il est difficile de croire que la Grande Faucheuse deviendra soudainement plus clémente.

Du côté estival de l'équation, poursuit le D<sup>r</sup> Gosselin, « on prévoit qu'il y aura de trois à cinq fois plus de jours chauds au Québec d'ici 20 ans et, dans

certains endroits tropicaux et subtropicaux, on est déjà aux limites de l'adaptation physiologique du corps humain [à la chaleur] ». En général, les canicules s'accompagnent d'un surplus de mortalité, surtout chez des personnes âgées, dont la santé est déjà chancelante.

Donc, en comptant les décès attribuables aux canicules en plus de ceux qui surviendront avec d'autres phénomènes estivaux susceptibles de devenir plus fréquents à l'avenir (inondations, ouragans, etc.), les modèles actuels prédisent clairement que le réchauffement augmentera la mortalité, conclut le D<sup>r</sup> Gosselin. Soyons véritablement climatoréalistes... ☹



# Alzheimer :

## prévenir à défaut de guérir

La maladie d'Alzheimer est incurable, pour le moment. Mais il est possible de repousser l'échéance, soutient le Dr Philippe Amouyel, spécialiste des maladies liées au vieillissement et de leur prévention.

Par Marine Corniou



**M**al incontrôlable qui ronge nos sociétés vieillissantes, la maladie d'Alzheimer résiste encore et toujours aux assauts des chercheurs. Elle

affecte 35 millions de personnes dans le monde, et l'on s'attend à ce que le nombre de cas triple d'ici 2050. « Elle touche notre personnalité, notre relation aux autres, notre moi intime, notre capacité à vivre en société », écrit Philippe Amouyel dans son *Guide anti-Alzheimer : les secrets d'un cerveau en pleine forme*, paru en mars 2018 aux éditions du Cherche midi. Ce neurologue de formation, professeur de santé publique au Centre hospitalier régional universitaire de Lille et directeur d'une équipe de recherche sur les maladies du vieillissement à l'Institut Pasteur de Lille, propose dans son ouvrage des conseils simples pour retarder autant que possible les premiers signes de la maladie. Nous avons profité de son passage à Montréal, l'automne dernier, pour faire le point sur les avancées de la recherche, que ce soit dans le domaine de la génétique, de la pharmacologie ou de la prévention.

**Québec Science : Malgré des efforts de recherche importants, il n'existe toujours pas de traitement contre la maladie d'Alzheimer. Plusieurs essais cliniques ont été interrompus début 2018 faute d'efficacité. Est-ce un constat d'échec généralisé ?**

**Philippe Amouyel :** En fait, du côté scientifique, il y a eu des avancées colossales depuis une dizaine d'années. Mais c'est vrai que, pour que la recherche soit considérée comme un succès par le public, il faut qu'elle se traduise par un médicament que les gens pourront acheter à la pharmacie. Malheureusement on n'en est pas là, d'abord parce que le cerveau est un organe compliqué, ensuite parce que la maladie est elle aussi compliquée, insidieuse et qu'elle s'étend dans le temps.

Lorsque les signes apparaissent, la maladie évolue déjà depuis 10, 20 ou même 30 ans. Le cerveau résiste pendant un certain temps, puis il ne parvient plus à compenser les pertes de neurones et les symptômes se manifestent.



**QS Il est alors trop tard pour intervenir ?**

**PA** C'est ce qu'on pense. Le problème, c'est qu'on a testé les traitements trop tardivement. S'il n'y a plus assez de neurones, les molécules ne peuvent faire régresser les symptômes.

C'est pour cela que, en ce moment, plusieurs essais reprennent des molécules qui ont apparemment échoué et les testent bien avant l'apparition des symptômes, pour voir si elles permettent de bloquer la maladie à un stade où le cerveau peut encore récupérer. Parallèlement, une centaine de molécules font l'objet d'essais thérapeutiques, la plupart à la phase présymptomatique.

**QS Comment peut-on déceler la maladie avant les premiers symptômes ?**

**PA** Pendant longtemps, le diagnostic ne se faisait qu'à l'autopsie. Aujourd'hui, il repose sur un faisceau de présomptions, c'est-à-dire la présence de symptômes, mais aussi de certains marqueurs biologiques dans le liquide céphalorachidien, et sur l'imagerie par résonance magnétique, qui montre alors une diminution du volume de certaines aires cérébrales.

En recherche, on peut utiliser une autre technique d'imagerie, la tomographie par émission de positrons [*PET scan*]. On dispose de traceurs qui vont se fixer sur les plaques amyloïdes, caractéristiques de la maladie, et donner une idée de leur quantité à des stades plus précoces.

**QS Justement, que savons-nous de ces « plaques » dans le cerveau et des causes de la maladie ?**

**PA** Comme beaucoup d'autres affections, la maladie d'Alzheimer est le fruit d'interactions entre des facteurs environnementaux et un terrain génétique. Moins de un pour cent des formes d'alzheimer sont génétiques, avec une transmission familiale ; elles débutent très tôt. Tous les autres cas sont sporadiques et surviennent après 65 ans.

On sait qu'il y a d'abord une accumulation de protéines amyloïdes [NDLR : qui forment des agrégats ou plaques entre les neurones]. Puis, par un mécanisme qu'on ne connaît pas bien, ces amas altèrent la structure d'une autre protéine, la protéine tau, qui déforme les neurones et entraîne leur dégénérescence. La maladie débute dans l'hippocampe, puis se propage au reste du cerveau.

Ce phénomène de « cascade amyloïde » a été mis en évidence par des recherches sur les formes précoces familiales de la maladie. Cela dit, les mécanismes sont probablement complexes et multiples. Récemment, des études de génétique nous ont aidés à mettre au jour d'autres mécanismes en jeu.

**QS Pouvez-vous nous parler de ces travaux en génétique, qui sont la spécialité de votre équipe ?**

**PA** Quand on travaille en génétique, on ne fait pas d'hypothèses a priori ; on analyse entièrement le génome par balayage pour trouver les variants qui sont plus fréquents chez les malades que chez les gens en bonne santé. Notre laboratoire a coordonné la plus grande étude internationale jamais

réalisée sur la maladie d'Alzheimer, dans le cadre du consortium I-GAP [pour International Genomics of Alzheimer Project; 100 000 personnes – 40 000 patients et 60 000 personnes en santé en Europe et en Amérique du Nord – y ont participé. On a découvert 27 des 30 gènes connus aujourd'hui dans la maladie d'Alzheimer. Chacun de ces variants fait augmenter d'environ un à trois pour cent le risque de souffrir de la maladie, mais l'effet cumulé de plusieurs variants permet de calculer un « score » génétique.

**QS Avez-vous eu des surprises sur la nature des gènes en cause ?**

**PA** On s'est aperçu que plusieurs variants concernaient le métabolisme des lipides. Ce qui n'est pas si étonnant, puisque le cerveau est composé de 60 % de graisses. Une autre piste qui est ressortie est celle de l'immunité innée. Trois des gènes associés à un risque accru de développer la maladie sont exprimés dans les microglies, les cellules immunitaires du cerveau. Il semble que le corps lutte contre la maladie avec sa propre immunité, et cette capacité naturelle à lutter pourrait expliquer pourquoi certaines personnes sont atteintes d'alzheimer et d'autres non. On pourrait peut-être stimuler cette immunité pour renforcer les défenses de l'organisme.

**QS Dans votre livre, vous proposez une série d'actions et de « rituels anti-Alzheimer ». N'est-ce pas surprenant de la part de quelqu'un qui est très engagé dans la recherche ?**

**PA** Pas du tout ! On a des preuves solides qu'un certain nombre de facteurs permettent de repousser le début de la maladie. Tout est parti d'une grande étude hollandaise, l'étude de Rotterdam, qui a montré que l'incidence de la maladie était plus faible chez les gens nés en 1930 que chez ceux nés en 1920. On a trouvé la même chose de manière simultanée dans plusieurs pays à revenu élevé.

Les cohortes plus jeunes avaient fait des études plus longues, avaient un risque cardiovasculaire atténué, ce qui est associé à un début plus tardif des symptômes.

**Il faut maintenir des relations sociales. Les gens qui vivent en couple souffrent de 30 % à 50 % moins d'alzheimer que ceux qui sont seuls. Voir ses amis, faire des activités sociales : cela paraît futile, mais c'est très important.**

Cela étant dit, pour avoir une preuve scientifique irréfutable, il faudrait mener des essais cliniques pendant 15 ans avec des participants qui ont adopté les mesures préventives et d'autres non. C'est long ! Certains pays comme la Chine, qui comptera 150 millions de cas dans 30 ans, réfléchissent à des programmes gouvernementaux de prévention. Mais on peut aussi compter sur les personnes elles-mêmes et les inciter à passer à l'acte.

**QS Votre ouvrage parle d'activité physique, d'alimentation, de consommation d'alcool... Du « bon sens », en somme. Mais c'est difficile de changer les comportements. En tant que médecin de santé publique, vous devez en être conscient !**

**PA** C'est là l'enjeu de mon livre : donner des explications, car la prévention est toujours plus efficace quand on la comprend, et proposer ce que j'appelle des « rituels » très concrets, soutenus par des études scientifiques. Je pense que, contrairement aux maladies cardiovasculaires, la maladie d'Alzheimer suscite une crainte, un peu comme le cancer. Les gens sont davantage réceptifs.

**QS Quelles sont les mesures de prévention qui ont fait leurs preuves ?**

**PA** En gros, il y a quatre directions. D'abord, stimuler son cerveau, mais pas que de façon intellectuelle, également avec des activités comme le bricolage. Ensuite, protéger le cerveau : des substances toxiques, de la pollution, des chocs répétés, même légers, en portant un casque et en évitant les sports de contact. Le troisième axe est celui d'un cerveau sain dans un corps sain : il s'agit de soigner son corps, son alimentation, d'abaisser son risque cardiovasculaire. Enfin, il faut maintenir des relations sociales. Les gens qui vivent en couple souffrent de 30 % à 50 % moins d'alzheimer que ceux qui sont seuls. Voir ses amis, faire des activités sociales : cela paraît futile, mais c'est très important.

**QS Concrètement, y a-t-il un comportement en particulier à privilégier ?**


**PA** Il faut opter pour ce qu'on a envie de faire. Les mesures préventives, il vaut mieux les appliquer un peu tous les jours qu'une fois le 31 décembre et une fois avant l'été !

Il y a aussi des précautions simples auxquelles on pense moins. En France – et c'est sûrement le cas au Québec aussi –, la moitié de la population est carencée en vitamine D, ce qui est un facteur de risque. Or, les suppléments ne coûtent presque rien.

Un autre exemple est celui de la baisse de l'audition, ou presbycusie, qui débute parfois dès 40 ou 50 ans. Elle entraîne un ralentissement de la stimulation cérébrale et un isolement. Mais l'appareillage auditif coûte cher et a une connotation de « vieillard », et par conséquent beaucoup de gens ne se font pas appareiller.

**QS La prévention peut-elle avoir un effet réel sur ce fléau ?**

**PA** On sait que, si l'on parvient à repousser de 5 ans l'âge auquel se déclenche la maladie, au bout de 10 ans, on aura réduit de moitié le nombre de cas.

Ce n'est pas rien, puisque, après 85 ans, environ 30 % des gens souffrent d'alzheimer. 

# SORTIR LES TROUS NOIRS DE L'OMBRE



Le premier portrait d'un trou noir est sur le point d'être publié. Au-delà de l'exploit technique, ce cliché devrait aider les scientifiques à comprendre ces objets cosmiques qui défient les lois de la physique.

**PAR MARINE CORNIOU**

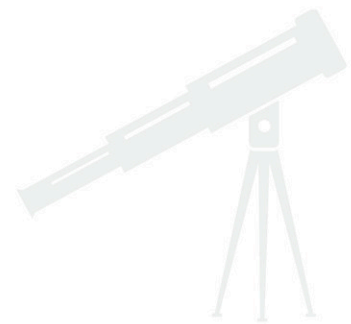


**I**maginez un animal vorace mais farouche, passé maître dans l'art du camouflage. On a déjà aperçu ses empreintes, trouvé les restes de ses repas. Certains disent qu'ils ont senti son souffle, mais personne ne l'a jamais vu. Dragon, yéti, monstre marin, qu'importe, il s'agit là des prémices de nombreuses légendes.

C'est aussi, avec moins de magie et plus d'équations, la fascinante histoire des trous noirs, ces géants cosmiques compacts et si massifs que rien ne peut s'en échapper, pas même la lumière.

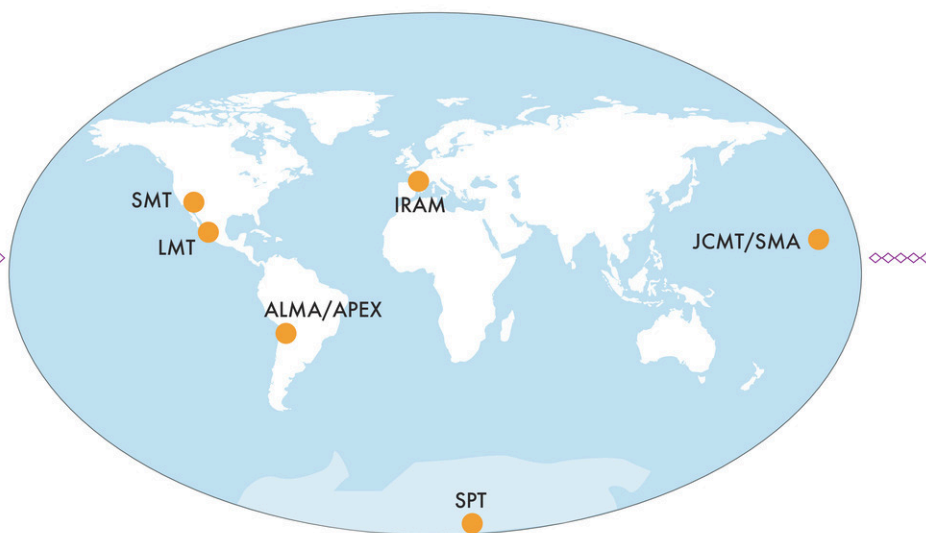
Leur réalité ne fait aucun doute ; mais il n'y a aucune preuve directe de celle-ci... pour l'instant. Car d'ici quelques semaines, les astronomes pourront admirer la première « photographie » officielle de Sagittarius A\* (prononcez « A étoile »), le colosse qui trône au cœur de notre galaxie, à quelque 26 000 années-lumière de la Terre. Un cliché historique qui validera du même coup l'existence de ces étranges objets.

L'image, qui est attendue fébrilement depuis plus d'un an, est le fruit d'armes de l'Event Horizon Telescope (EHT), un réseau de huit radiotélescopes répartis sur quatre continents. En agissant de concert, par « interférométrie », ils constituent un télescope au diamètre équivalent à celui de la Terre. Une telle alliance était nécessaire pour voir la bête : même si sa masse est celle de quatre millions de Soleil, Sagittarius A\* est si dense que le voir depuis la Terre équivaut à repérer une balle de golf sur la Lune, cachée dans un nuage de poussière. Il faut, pour cela, un pouvoir de résolution 2 000 fois supérieur à celui du télescope spatial *Hubble* !



Plus que jamais, l'étau se resserre. Mais l'EHT apportera la preuve ultime en mettant en lumière la frontière du trou noir, poétiquement nommée « horizon des évènements ».





Le projet EHT (Event Horizon Telescope) consiste à mettre en réseau huit radiotélescopes répartis sur la planète pour obtenir enfin des images de trous noirs : le radiotélescope de l'IRAM en Espagne, le LMT au Mexique, le SMT en Arizona, le JCMT et le SMA aux îles Hawaii, le SPT en Antarctique, l'ALMA et l'APEX au Chili.

PHOTO : SHUTTERSTOCK; SOURCE : EHT

Aux printemps 2017 et 2018, ces télescopes ont tous pointé leurs antennes pendant quelques nuits vers la constellation du Sagittaire, où se dissimule leur discret modèle. De quoi accumuler suffisamment de données pour révéler la silhouette sombre du trou noir se détachant sur fond de gaz incandescent.

« Recombiner et analyser les données prend plus de temps que prévu. Mais c'est bon signe : cela prouve qu'il y a quelque chose d'intéressant à voir », se réjouit Daryl Haggard, spécialiste des trous noirs à l'Université McGill, qui suit de près les travaux de l'équipe internationale de l'EHT.

Pour voir ce qui, par définition, est invisible, les astronomes rivalisent d'ingéniosité depuis cinq décennies. « Nous avons beaucoup, beaucoup de preuves indirectes que les trous noirs existent. De fait, on a quasiment confirmé leur existence grâce à deux découvertes : en 2015, des ondes gravitationnelles causées par la collision de deux trous noirs ont été détectées. Et il y a quelques mois, un autre réseau de télescopes, appelé Gravity, a pu observer le gaz qui orbite au plus près de Sagittarius A\* », résume Daryl Haggard.

Plus que jamais, l'étau se resserre. Mais l'EHT apportera la preuve ultime en mettant en lumière la frontière du trou noir, poétiquement nommée « horizon des événements ».

## UNE QUÊTE HISTORIQUE

Pour comprendre l'enjeu de cette traque, il faut revenir plus de 200 ans en arrière, alors que Newton et sa pomme viennent d'établir les lois de la gravitation. À la fin du 18<sup>e</sup> siècle, Pierre-Simon de Laplace, en France, et John Michell, au Royaume-Uni, postulent que la lumière aussi obéit à ces lois.

Reprenons la pomme : si on la lance, elle retombe. Mais si on la lance suffisamment vite, à plus de 11 kilomètres par seconde (km/s), elle atteint la « vitesse de libération » de la Terre, échappe à la gravité de la planète et se retrouve expédiée dans le cosmos. Laplace et Michell imaginent qu'il y a des astres tellement massifs que, pour échapper à leur attraction gravitationnelle, il faudrait aller non pas à 11 km/s, mais plus vite que la lumière (300 000 km/s). Or, une telle vitesse est impossible : si ces monstres existent, tout – y compris la lumière – est alors piégé à l'intérieur.

« Puis, en 1915, Einstein publie sa théorie de la relativité générale, et ses équations montrent très clairement l'existence possible de tels trous noirs. Reste que la communauté scientifique trouve cela trop bizarre », raconte Julie Hlavacek-Larrondo, astrophysicienne à l'Université de Montréal. Einstein lui-même ne croit pas à ces puits gravitationnels aberrants !

## EINSTEIN TIENT BON !

En 2018, le réseau de télescopes Gravity a aussi permis de suivre S2, l'étoile visible la plus proche de Sagittarius A\*, lors de son passage à proximité du géant. C'est justement sa trajectoire qui avait permis de deviner, il y a quelques années, la masse du trou noir. Mais cette fois, grâce à la précision de Gravity, S2 a servi de modèle pour valider la relativité générale là où le « tissu » de l'espace-temps est déformé à l'extrême par le corps massif.

Comme prévu par Einstein, la gravité intense a étiré les ondes lumineuses émises par l'étoile, les faisant apparaître plus longues (et donc plus rouges) que normalement. Pour l'instant, donc, les trous noirs n'ont pas permis de prendre les équations d'Einstein en défaut, bien au contraire.

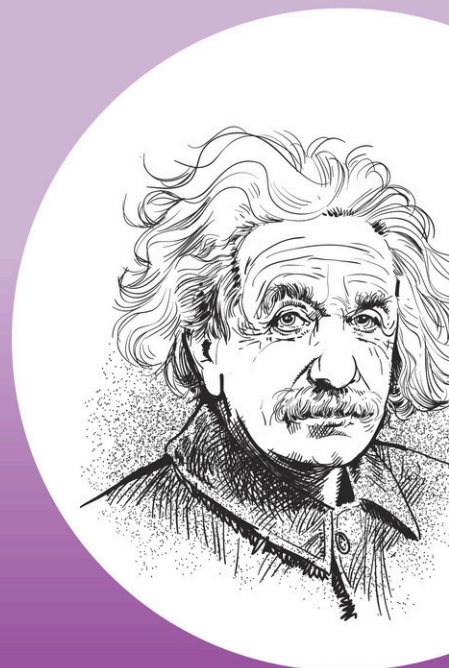


ILLUSTRATION : SHUTTERSTOCK



PHOTOS : SHUTTERSTOCK, ESA/AOES MEDIALAB



Sur cette simulation, le trou noir est entouré d'un disque d'accrétion. La gravité agit comme une lentille, en incurvant les rayons lumineux émis à l'arrière-plan.

Le déclic survient dans les années 1970, avec les premiers indices concrets. « Les fusées ont pris des “radiographies” du ciel et on s’est aperçu qu’il était couvert de sources de rayons X, poursuit la chercheuse. Or, il faut quelque chose de très énergétique pour émettre des rayons X : même notre Soleil en produit peu. »

Ce « quelque chose », ce sont les trous noirs. Ceux-ci sont parfois entourés de gaz et de matière, provenant par exemple d’une étoile voisine, qui forment un disque d’accrétion, un peu comme les anneaux de Saturne. « Sauf que, en raison de l’intense gravité, cette matière tourne très vite. Il y a beaucoup de frottements, elle est chauffée à des dizaines de millions de degrés et émet alors des rayons X », explique Julie Hlavacek-Larrondo.

En somme, le trou noir reste invisible, mais trahit sa présence en « enflammant » ce qui s’approche trop près de lui.

Contrairement aux idées reçues, les trous noirs ne sont pas tous immenses. Il en existe de toutes les tailles, peut-être même des microscopiques qui se seraient formés dans l’Univers primordial.

Les plus nombreux sont probablement les trous noirs « stellaires », issus d’anciennes étoiles. Arrivées en fin de vie, celles-ci s’effondrent sur elles-mêmes en un résidu extrêmement dense : naine blanche, étoile à neutrons ou, enfin, trou noir lorsque l’étoile de départ est au moins 40 fois plus massive que le Soleil. Il pourrait y avoir dans la Voie lactée plus de 100 millions de trous noirs stellaires. En avril dernier, une équipe de l’Université Columbia a même estimé qu’il y en aurait environ 20 000 rien qu’au voisinage de Sagittarius A\*.

Ce dernier joue dans une autre catégorie : celle des trous noirs supermassifs, qui « pèsent » plusieurs millions de masses solaires et dont l’origine est encore mysté-

« Il existerait des trous noirs de toutes les tailles, des plus microscopiques aux plus énormes, avec une masse de 10 à 100 milliards de fois plus grande que celle du Soleil! »

rieuse. « On en trouve au centre de presque toutes les galaxies, plus ou moins actifs selon la quantité de matière autour », indique Julie Hlavacek-Larrondo.

En 2018, la chercheuse a d'ailleurs découvert des trous noirs encore plus gros grâce au télescope à rayons X *Chandra* de la NASA. « On a regardé au cœur de 72 grosses galaxies, parmi les plus vieilles de l'Univers. Elles abritent des trous noirs 10 fois plus massifs que ce qu'on pensait ; on les a appelés "ultramassifs" », relate-t-elle. Leur masse ? De 10 à 100 milliards de fois celle du Soleil !

Mais attention, à l'inverse de leur image populaire d'ogres destructeurs, les trous noirs ne sont pas des aspirateurs cosmiques. D'abord, ils sont le plus souvent isolés et donc parfaitement calmes. Ensuite, ces objets, même gigantesques, « n'aspirent » rien.

Si notre Soleil se transformait subitement en trou noir, les planètes ne seraient pas avalées. Il ferait un froid extrême, mais la Terre continuerait à suivre son orbite, aiment à rappeler les physiciens. La masse (et donc l'attraction) de l'astre resterait la même, mais elle serait condensée dans une boule de 6 kilomètres de diamètre – contre 1,3 million normalement. « La matière peut

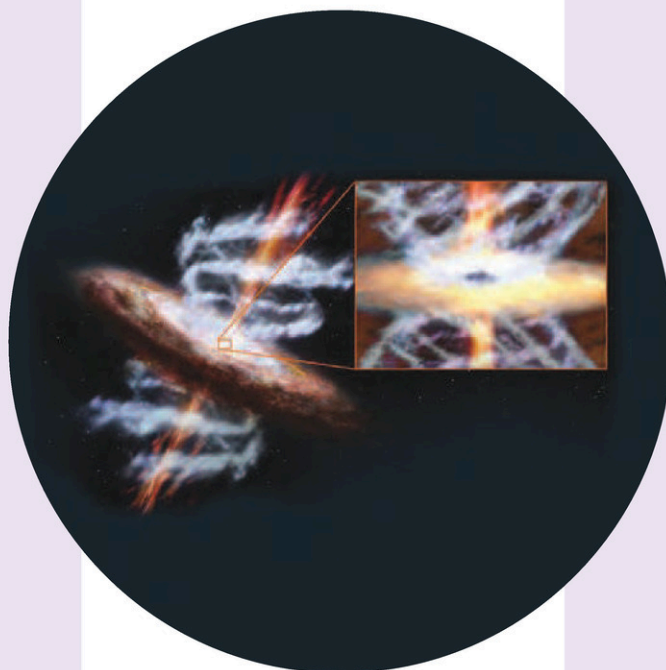
rester longtemps en orbite de façon stable autour d'un trou noir. Mais en chauffant dans le disque d'accrétion, à cause de la friction, elle émet des photons et perd de l'énergie », mentionne Daryl Haggard.

C'est en raison de cette perte d'énergie, de ce ralentissement que la matière décrit une spirale et finit par sombrer dans ce trou qui n'en est pas vraiment un. « Une fois que la matière franchit l'horizon des événements, on la perd de vue et on n'a aucun moyen d'observer ce qu'elle devient – même si les théoriciens ont beaucoup d'idées sur la question », ajoute-t-elle. Le terme *trou* renvoie donc plus au manque d'information qu'à un quelconque orifice...

### VOIR À LA LISIÈRE

L'horizon des événements, c'est l'essence même des trous noirs, leur définition fondamentale. Il s'agit d'une frontière intangible, une sorte de membrane virtuelle ne pouvant être franchie que dans un seul sens. Cette sphère délimite l'emprise gravitationnelle du trou noir, son territoire. L'objectif de l'EHT est de révéler l'existence de cette frontière immatérielle.

« Si on prouve que toute la masse du trou noir est contenue à l'intérieur d'une zone comparable à l'horizon des évène-



Cette représentation d'artiste montre les vents et les jets ultra rapides produits par un trou noir supermassif au centre d'une galaxie. Ces flux de matière jouent un rôle fondamental dans le « modelage » des galaxies et la formation d'étoiles.

ments, dans la mesure où l'on ne connaît aucun autre objet ayant cette densité, on confirmera qu'il s'agit d'un trou noir », explique Guy Perrin, astronome à l'Observatoire de Paris.

Il est le responsable français de l'instrument Gravity, un interféromètre qui regroupe les quatre télescopes de huit mètres du Very Large Telescope au Chili, eux aussi braqués dans la direction de Sagittarius A\*. Alors que l'EHT sonde le centre de la Galaxie dans la gamme des ondes radio millimétriques, Gravity scrute la même zone dans l'infrarouge. « L'EHT et Gravity sont deux instruments complémentaires qui arrivent au même moment, ce qui est fantastique », s'enthousiasme Guy Perrin.



## Les trous noirs pourraient être la clé de bien des mystères fondamentaux, du Big Bang aux multivers en passant par les voyages dans le temps.



Si Gravity n'a pas une résolution suffisante pour voir l'horizon des événements (pour reprendre l'analogie, il permettrait de distinguer l'équivalent de trois humains sur la Lune plutôt qu'une balle de golf), il a accompli en 2018 de véritables prouesses techniques. « L'idée de Gravity est née en 2005, mais on ne savait pas si on allait y arriver. Il fallait atteindre des performances qui allaient bien au-delà de ce qu'on faisait en interférométrie infrarouge à l'époque. Quand on a pu faire les premières observations en mai 2016, ça a été un immense soulagement », se souvient-il.

Un soulagement, et un pas de géant vers Sagittarius A\* : jamais encore les astronomes n'avaient regardé si proche du monstre. Fin octobre 2018, le consortium Gravity de l'Observatoire européen austral a détaillé dans le journal *Astronomy & Astrophysics* l'observation de « points chauds », des sursauts lumineux émis juste au bord du trou noir.

Ces sortes de tempêtes magnétiques sont dues au déchirement du plasma chauffé à des millions de degrés, et les chercheurs ont pu calculer que celui-ci tourbillonne à 30 % de la vitesse de la lumière, à quelques encablures du point de non-retour. « Ces bouffées énergétiques sont comme des sondes au plus près du trou noir, 400 fois plus près que les étoiles qui orbitent autour et qui sont étudiées depuis plusieurs années », dit Guy Perrin.

« Ce sont de très beaux résultats, formidables, commente Daryl Haggard. Ils vont nous aider à comprendre tous les phénomènes qu'on observe parallèlement dans différentes longueurs d'onde. »

### DES LABORATOIRES EXTRÊMES

Si Sagittarius A\* et les autres trous noirs supermassifs intéressent tant les astronomes depuis quelques années, c'est parce qu'ils semblent être une clé pour percer les secrets des galaxies. Les deux entités grandissent ensemble, meurent ensemble et interagissent constamment dans un curieux manège d'échanges de matière, faisant intervenir des champs magnétiques complexes. « C'est perturbant : notre galaxie fait 100 000 années-lumière de large. Le trou noir au centre n'est pas plus gros que notre système solaire. C'est une aiguille dans une botte de foin ! Pourquoi ces astres minuscules à l'échelle astronomique influent-ils autant sur leur galaxie? » s'interroge Daryl Haggard.

Ils sont d'ailleurs capables du pire, même si l'on ne saisit pas encore bien leurs accès de colère. « Les trous noirs supermassifs ont assez d'énergie pour détruire leur galaxie. Ils peuvent engendrer à partir du disque d'accrétion des jets de particules extrêmement énergétiques, expulsés quasiment à la vitesse de la lumière et qui peuvent s'étendre bien au-delà de la galaxie hôte », confirme Julie Hlavacek-Larrondo, qui se spécialise dans l'étude de ces jets et travaille régulièrement avec Daryl Haggard.

C'est ainsi que, paradoxalement, ces astres invisibles peuvent produire les flashes les plus puissants de l'Univers : les quasars.

Certains trous noirs ont la force nécessaire pour disperser les gaz dans toute leur galaxie, limitant ainsi la formation d'étoiles. En 2016, une équipe de l'Université York, à Toronto, a décelé des vents spatiaux

filant à 200 millions de kilomètres à l'heure à proximité d'un trou noir supermassif. L'équivalent d'un ouragan de catégorie 77 !

Sagittarius A\* est calme, lui. Un peu trop, pour Julie Hlavacek-Larrondo, qui le qualifie d'ennuyeux en riant. Elle lui préfère le trou noir supermassif de M87, une galaxie géante voisine. Alors qu'on n'a jamais détecté de jets issus de Sagittarius A\*, ceux en provenance du trou noir de M87 s'étendent sur 5 000 années-lumière et sont même visibles par les télescopes amateurs. Ça tombe bien, l'EHT va aussi tenter de lui tirer le portrait.

Véritables laboratoires cosmiques, les trous noirs pourraient aussi être la clé de bien des mystères fondamentaux, du Big Bang aux multivers en passant par les voyages dans le temps. Ce n'est pas pour rien que ces entités légendaires ont inspiré autant d'auteurs et de cinéastes : elles siègent aux limites de la physique, mettant à mal l'espace et le temps, et poussant la relativité générale dans ses retranchements.

« À l'intérieur d'un trou noir, nos lois ne fonctionnent plus. En théorie, toute la masse devrait être concentrée dans un point infiniment dense et infiniment petit, qu'on appelle "singularité" », reprend Julie Hlavacek-Larrondo. Or, la physique déteste la notion d'infini, qui fait capoter les calculs.

Il y a donc un problème de taille : pour décrire un trou noir, point de rencontre entre l'immense et le minuscule, les physiciens ont besoin à la fois de la relativité générale, qui s'applique aux échelles astronomiques, et de la mécanique quantique, qui régit l'infiniment petit. C'est fâcheux, car ces deux théories sont toujours irréconciliables !

Ces astres singuliers pourraient-ils unir les deux mondes? C'est en tout cas ce que pensent plusieurs théoriciens, à commencer par le regretté Stephen Hawking, spécialiste des trous noirs, qui cherchait à « unifier » la physique avec sa fameuse théorie du tout (voir le texte ci-contre).

Ainsi, loin d'être des puits sans fond, les trous noirs sont des moteurs puissants qui alimentent aussi bien la dynamique des galaxies que les réflexions les plus fondamentales. Espérons que Sagittarius A\* se montrera sous son meilleur profil pour aider à sortir de l'ombre ces titans aux mille visages. 

# LE DÉCONCERTANT EFFET HAWKING

Mort le 14 mars 2018 à l'âge de 76 ans, le célèbre astrophysicien Stephen Hawking a bouleversé la science des trous noirs.

PAR MARINE CORNIOU



rien ne s'échappe d'un trou noir : ce postulat ne semble pas laisser place à la nuance. Et pourtant, à en croire les travaux de Stephen

Hawking, les trous noirs « irradient » bel et bien, émettant un rayonnement. Ce désormais célèbre « rayonnement de Hawking » a été décrit par l'astrophysicien britannique dans *Nature* en 1974 et a changé le regard de la communauté scientifique sur ces astres... qui ne seraient pas tout à fait noirs !

« En prenant en compte la mécanique quantique, Hawking a montré que les trous noirs émettent un rayonnement d'autant plus important que leur masse est faible, même si cela n'a pas été prouvé expérimentalement », explique Flora Moulin, doctorante au Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie de Grenoble, en France.

Ainsi, les trous noirs sur lesquels l'astrophysicien s'est creusé les méninges sont minuscules : de la taille d'un proton, ils renferment la masse d'une montagne (un milliard de tonnes). « En théorie, des trous noirs de toutes les masses peuvent exister. Ces petits trous noirs se seraient



formés dans l'Univers primordial, très dense, dans des conditions extrêmes », ajoute la spécialiste.


Ces microscopiques trous noirs, impossibles à observer, doivent inévitablement être soumis à des phénomènes quantiques, qui sont justement à l'origine de leur rayonnement. Pour comprendre, il faut savoir que le vide n'existe pas en mécanique quantique. Des paires de particule-antiparticule surgissent constamment du néant, au hasard, et s'annihilent instantanément.

Sauf qu'à l'horizon d'un trou noir, il y a des forces de « marée » si intenses que, lorsqu'un tel couple se forme, les partenaires sont séparés. « La particule

[d'énergie positive] s'échappe et l'antiparticule [d'énergie négative] va à l'intérieur du trou noir », indique Flora Moulin. Résultat : le trou noir émet des particules et perd sa masse, à mesure que de l'énergie négative y pénètre. D'où la fameuse « évaporation » des trous noirs postulée par Stephen Hawking.

Le hic, c'est que le rayonnement en question est « muet » : il n'est porteur d'aucune information sur la forme, la couleur ou la configuration de la matière qui a jadis plongé dans le trou noir. Or, les lois quantiques affirment qu'aucune information ne peut disparaître et que tout phénomène est plus ou moins réversible.

Stephen Hawking a donc mis au jour un paradoxe déroutant, qui l'a titillé pendant 40 ans. Son ultime travail, détaillé dans un article posthume publié par ses coauteurs des universités Harvard et de Cambridge en octobre 2018, sur la plateforme ArXiv, donne justement des pistes pour résoudre ce « paradoxe de l'information ». Le trio suggère, en gros, que l'information serait stockée à l'horizon du trou noir et non pas à l'intérieur.

L'hypothèse est très contestée, mais elle a le mérite de raviver le débat. Même après sa mort, Stephen Hawking fait des vagues dans l'Univers. 



---

# LES PERSONNES OBÈSES SONT-ELLES BIEN SOIGNÉES?

Les préjugés envers les personnes obèses nuisent à la qualité des soins de santé qu'elles reçoivent. La fin des blagues de gros serait une question de santé publique.

**PAR MÉLISSA GUILLEMETTE**

ILLUSTRATIONS : SÉBASTIEN THIBAUT

**L'**indignation de Mickaël Bergeron est immense, tout comme sa méfiance à l'égard des professionnels de la santé. Ce soir, les mots qu'il prononce au micro pèsent lourd.

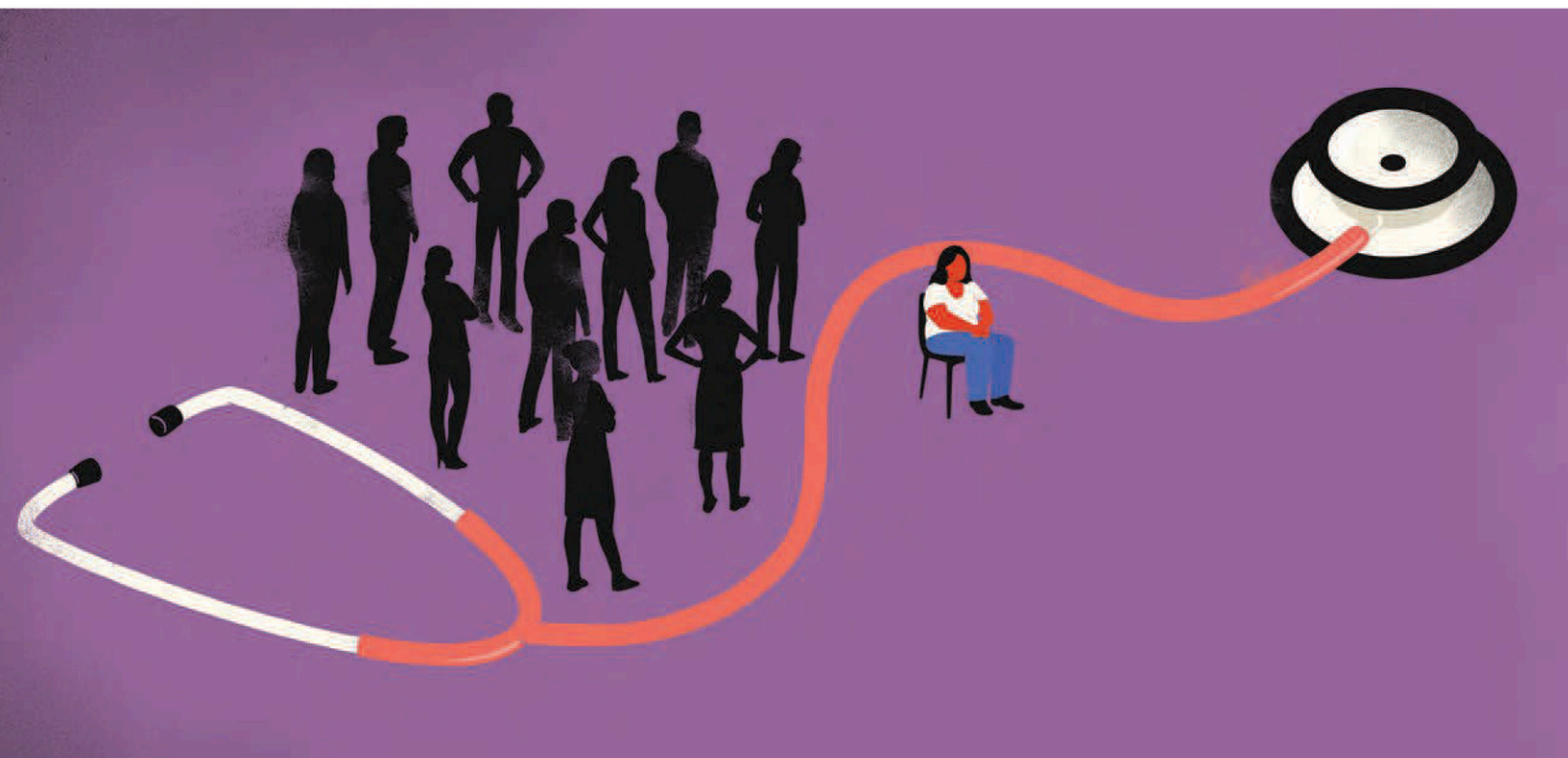
L'assistance l'écoute sans faire un bruit. « J'ai été hospitalisé pour une gastro terrible à l'adolescence, on m'a fait la morale sur mon poids. J'ai reçu un coup de marteau sur la tête ; on m'a fait la morale sur mon poids en même temps que mes points de suture. À 24 heures de perdre une jambe à cause d'une bactérie, un médecin, qui ne m'adressait jamais directement la parole, a demandé à une infirmière si ça valait la peine de me soigner en raison de mon diabète. Je n'en fais même pas ! »

« Ça ne donne pas envie de vous consulter », assène le trentenaire aux médecins, nutritionnistes et autres intervenants qui participent à une formation organisée l'automne dernier par le chapitre montréalais d'Obésité Canada et dont le titre est « Dois-je parler du poids dans ma pratique ? Si oui, comment ? » Mickaël Bergeron sait qu'il n'est pas le seul à souffrir : il a recueilli de

nombreux témoignages qu'il publiera dans un essai sur la grossophobie – ou l'attitude hostile envers les grosses personnes, un terme qui est entré dans l'édition 2019 du *Petit Robert*.

S'il n'y a pas encore d'étude sur l'ampleur de la stigmatisation liée au poids dans le monde de la santé au Canada – une équipe des universités Concordia et de Calgary y travaille –, tout laisse croire que la situation se compare à celle d'autres pays où le phénomène a été documenté des points de vue tant des patients que des praticiens, qu'ils soient médecins, dentistes, infirmières, diététistes, psychologues, kinésologues ou physiothérapeutes. Une recherche parue en 2014 et menée auprès de 4 700 étudiants américains en médecine a ainsi montré que les biais inconscients sont légion (74 %) et que les biais conscients sont plus fréquents (67 %) que ceux associés à l'orientation sexuelle ou à l'origine ethnique. Le problème est pour le moins sérieux, alors que près du quart de la population québécoise est obèse – et que la tendance ne semble pas près de s'inverser.

« Les professionnels de la santé ne sont pas immunisés contre les valeurs et



les croyances culturelles auxquelles nous sommes tous exposés », rappelle Rebecca Puhl, une Ontarienne qui étudie le phénomène depuis une quinzaine d'années au Rudd Center for Food Policy and Obesity, basé au Connecticut. Mais l'existence de fausses croyances chez les professionnels de la santé attire l'attention des chercheurs parce qu'elle nuit à la qualité des soins. Une étude de 2004 du Rudd Center, maintes fois citée, a révélé que les médecins à qui l'on soumet un dossier fictif prévoient accorder moins de temps au patient si ce dernier est déclaré obèse (22 minutes en moyenne) que lorsqu'on le présente comme en surpoids ou mince (respectivement 25 et 31 minutes).

Cette négligence a été tristement illustrée par une femme de Victoria, en Colombie-Britannique, qui a transformé sa rubrique nécrologique en un éditorial contre la grossophobie en 2018 ; son cancer n'a été découvert que quatre jours avant sa mort, alors qu'elle sentait depuis

des années que quelque chose clochait. Comme seule réponse à ses préoccupations, les médecins lui disaient... de perdre du poids.

Les patients qui ont vécu des expériences négatives avec des professionnels de la santé retardent les visites médicales ou les évitent carrément, selon une revue de la littérature réalisée par des chercheurs canadiens qui sera bientôt publiée dans *Primary Health Care Research & Development*. Même le matériel médical leur rappelle constamment leur différence : les pèse-personnes, les brassards du tensionnètre, les civières et les appareils d'imagerie standards ne conviennent pas aux plus corpulents.

Tout cela nourrit un cercle vicieux déjà enclenché. « La stigmatisation provenant de toutes les sources – la famille, les établissements scolaires, le monde du travail, etc. – contribue au gain de poids et à l'obésité », poursuit M<sup>me</sup> Puhl, parce

que la détresse psychologique peut favoriser des comportements malsains comme l'hyperphagie ou conduire à l'abandon de l'activité physique.

### DES AUTOMATISMES TENACES

Juste après le témoignage de Mickaël Bergeron, Angela Alberga présente deux silhouettes féminines sur l'écran géant : l'une ronde, l'autre filiforme. « En regardant ces images, faites des associations avec les mots que je vais donner et réfléchissez », dit la professeure du Département de santé, de kinésiologie et de physiologie appliquée de l'Université Concordia.

Prêtez-vous au jeu, chers lecteurs, avec l'image ci-contre. *Coureuse de marathon. Organisée. Fait du tricot. Alimentation malsaine. Fait du canot. Bon leader. Bizarre socialement.*

« J'aimerais vous parler de mon amie à gauche, dit M<sup>me</sup> Alberga. C'est une bonne leader. L'activité physique fait partie de son

mode de vie; elle a couru je ne sais combien de marathons dans sa vie même si elle n'a que 30 ans. Elle fait aussi très souvent du canot en famille et est très organisée. »

Puis vient le tour de la silhouette longiligne. « Cette autre amie aime beaucoup Netflix et manger ses collations devant la télévision. Le tricot est l'un de ses passe-temps, auquel elle s'adonne toute seule. Elle n'est pas trop portée sur les activités sociales qui réunissent de nombreuses personnes, elle préfère rester avec ses amis proches. »

Pas un mot dans la salle. « Est-ce différent de ce que vous aviez en tête ? »

Ces associations automatiques résultent d'une tendance à réduire l'obésité à la volonté de la personne, à sa paresse, à son manque de discipline et à sa glotonnerie et, enfin, à présumer qu'elle s'alimente mal et ne fait pas d'exercice.

Ces préjugés n'épargnent personne, ni vous qui lisez ces lignes, ni celle qui les a écrites, ni même les individus obèses. Là-dessus, le Canada a des données; une étude comparative de 2015 a montré que les partis pris en matière de poids dans la population y sont équivalents à ceux mis au jour en Islande, en Australie et aux États-Unis. Ces idées préconçues seraient d'ailleurs présentes chez les enfants dès l'âge de trois ans.

Pourtant, dans bien des cas, le surpoids et l'obésité n'ont rien à voir avec le laisser-aller. « C'est le contraire ! » lance Èvelyne Bourdua-Roy, une médecin de famille qui a communiqué avec nous quand elle a su que *Québec Science* se penchait sur le sujet. « Le cas typique, c'est la dame qui a

## 22 MINUTES : c'est le temps moyen que les médecins prévoient accorder à un patient obèse, contre 31 minutes pour un patient mince, selon une étude américaine.

toujours été au régime, qui a constamment faim, qui fait du sport, qui ne maigrit pas et qui continue quand même. Il en faut, de la volonté ! Ces personnes me disent : "Je vous jure que je ne triche pas" et s'étonnent que je les croie », dit celle dont les yeux s'embuent quand elle relate les histoires de patients malmenés dans le système de santé. Pour mieux les soigner, elle a obtenu le certificat de l'American Board of Obesity Medicine (ABOM), une organisation qui vise à combler le manque de formation, décrié par les praticiens eux-mêmes.

Dans un texte d'opinion paru dans *BMC Medicine* en 2018, des chercheurs affirmaient d'ailleurs que, pour combattre l'épidémie d'obésité, il faut commencer par « former des professionnels de la santé compatissants et bien informés qui prodigueront de meilleurs soins et ultimement réduiront les effets négatifs des préjugés liés au poids. » Il y a encore loin de la coupe aux lèvres : en Alberta, une étude effectuée en 2016 à partir de la description des cours de 67 programmes d'études en santé témoigne de l'absence du sujet.

### DES CAUSES MULTIPLES

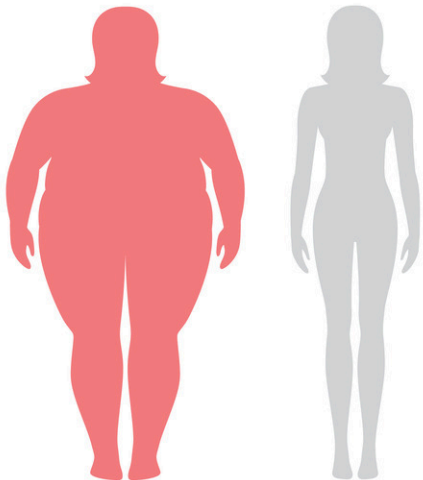
À l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec, la D<sup>re</sup> Marie-Philippe Morin confirme que le poids ne se résume pas aux habitudes de vie... tout en précisant qu'elles sont importantes. « Je ne veux pas que vous banalisiez l'effet des habitudes de vie dans votre article ou qu'on dise que ce n'est pas une responsabilité personnelle ! » mentionne cette interniste surspécialisée en médecine bariatrique, qui est titulaire aussi du certificat de l'ABOM. Pour être en santé, de bonnes habitudes sont primordiales pour tous, qu'on ait une silhouette en forme d'échalote ou de poire.

La D<sup>re</sup> Morin donne des formations à ses confrères détaillant toute la complexité de l'obésité. « Il y a plusieurs données scientifiques qui indiquent que oui, la fameuse balance énergétique [énergie absorbée comparée à celle dépensée] a son importance; par contre, il y a une foule d'autres facteurs qui viennent modifier le tableau. »

Elle cite la génétique, la composition de la flore intestinale, les hormones gastro-intestinales, le fonctionnement du cerveau, les effets secondaires de certains médicaments, les troubles alimentaires et les enjeux psychiatriques. C'est sans compter le stress et les déterminants sociaux. « La grande question, c'est comment travailler sur chacun des facteurs pour aider le patient. La science n'y a pas encore répondu totalement. »

La preuve que les causes sont multifactorielles : la bande gastrique, un dispositif qui n'agit que sur un élément, en réduisant la capacité de l'estomac, est peu efficace, selon la spécialiste. La chirurgie bariatrique, elle, donne de bons résultats parce que, en plus de modifier la structure du système digestif, elle agit sur la flore intestinale et l'action de certaines hormones gastro-intestinales.

Outre la chirurgie bariatrique, la littérature scientifique montre qu'un suivi multidisciplinaire incluant au moins 14 rencontres en six mois porte ses fruits, mais ce n'est pas un service disponible dans le régime public. Certains médicaments aident également à la perte de poids, mais ils ne sont pas couverts par la Régie de l'assurance maladie du Québec ni par la grande majorité des assureurs privés.



## Nous serions plus gênés de nos préjugés racistes ou sexistes que de ceux liés au poids.

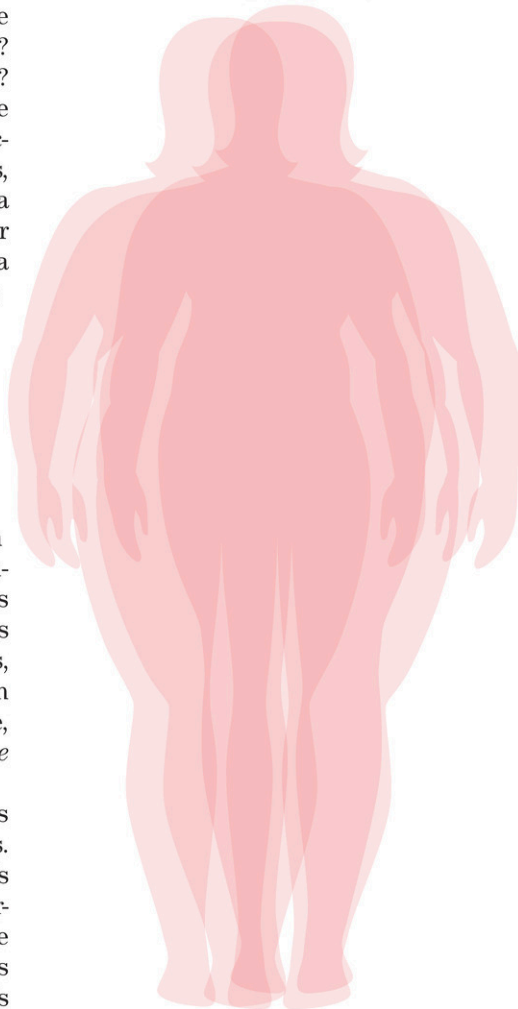
Ainsi, bien peu d'options garnissent le coffre à outils des soignants. Ils incitent donc encore et toujours les patients à améliorer eux-mêmes leurs habitudes de vie. « Mais quand les résultats ne sont pas au rendez-vous, on se dit que le problème, c'est le patient, pas le traitement ! » analyse la D<sup>re</sup> Morin. C'est à ses yeux un automatisme qui témoigne de leur sentiment d'impuissance.

### RÉVEILLER LES PATIENTS

Mais au fait, cette urgence à faire perdre du poids aux patients est-elle justifiée ? Ne peut-on pas vivre gros et en forme ? La réponse n'est pas simple, alors que l'obésité est considérée comme un facteur de risque pour plusieurs maladies, au même titre que le tabagisme ou la consommation d'alcool abusive par exemple. En 2017, une vaste étude a montré que des femmes obèses sans syndrome métabolique (qui regroupe un ensemble de facteurs de risque comme l'hypertension, un faible taux de « bon » cholestérol et une glycémie élevée) couraient malgré tout plus de risques de souffrir de maladies cardiovasculaires que les femmes minces. Et l'inflammation chronique associée à l'obésité entraînerait la coexistence de plusieurs affections ou troubles, dont les cancers et des maladies neurodégénératives, quoique le déclencheur de la réaction inflammatoire soit encore un mystère, selon une étude parue dans *Nature Reviews Endocrinology* en 2017.

Tous les patients ne sont pas conscients de ces risques potentiels. Certains se croient même en surpoids alors qu'ils ont un indice de masse corporelle les classant dans la catégorie des obèses morbides, signalent des professionnels de la santé interviewés

pour ce reportage. Plusieurs d'entre eux évoquent ainsi l'envie de « réveiller » leurs patients, de les motiver au nom de leur santé. Mais ils sont coincés devant des données contradictoires, qui pour certaines martèlent la hausse fulgurante de l'obésité et des maladies chroniques associées, tandis que d'autres évoquent l'effet de la stigmatisation et remettent en doute la valeur du poids comme un indicateur de santé. « En tant qu'intervenant, qu'est-ce que je fais ? » s'interroge Nadia Bujold, diététiste-



nutritionniste au Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal, qui a participé à la formation d'Obésité Canada. « Est-ce que je vise une perte de poids ou j'accepte mon patient tel qu'il est et j'observe si son corps change à la suite d'une modification de ses habitudes de vie ? Et comment faire quand 90 % des clients veulent maigrir... tout de suite ? »

Sa solution, pour le moment, est de parler de « poids bonheur » plutôt que de poids santé, qui lui est établi par le fameux indice de masse corporelle. « Les clients me disent souvent que leur médecin leur a conseillé de perdre du poids pour améliorer tel ou tel aspect de leur bilan de santé. Avec le poids bonheur, ils s'approprient cet objectif. Si ce n'est pas réaliste, je vais intervenir, mais souvent il entre dans les 5 % à 10 % de perte de poids recommandés » par les associations médicales pour améliorer l'état de santé. Il faut rappeler que la perte de poids est beaucoup plus difficile que ce que les gyms et régimes laissent entendre, car le corps, pour assurer sa survie, combat l'amaigrissement. Il est ainsi peu probable qu'un homme de 1,75 m et 125 kg (considéré comme un individu obèse morbide) parvienne à son poids santé (entre 56 et 77 kg).

Au cours de la formation d'Obésité Canada, la kinésiologue Jo-Anne Gilbert, fondatrice d'Imparfait et en santé, a suggéré de demander aux patients de noter eux-mêmes leurs habitudes de vie sur une échelle de 1 à 10. « Je commence par le sommeil et le stress, puis viennent l'alimentation et l'activité physique. [...] La cinquième question que j'ajoute toujours est "Quelle est votre satisfaction par rapport à votre image corporelle ?" Si la personne me répond 10/10, qui suis-je pour lui parler de perte de poids s'il n'y a aucun facteur de risque associé ? »

### ENJEU DE SOCIÉTÉ

Mais comment « lutter contre l'obésité » sans combattre les obèses ? Du côté des médecins, des organisations majeures commencent à s'intéresser à la question, comme l'American Academy of Pediatrics, qui a produit fin 2017 une déclaration au sujet des risques sanitaires de la stigmatisation. Le sujet gagne aussi les congrès, où l'on indique par exemple que les termes

personnes présentant de l'obésité ou personnes vivant avec l'obésité doivent être favorisés en comparaison des expressions *obèses morbides* ou *gros*, qui braquent davantage les patients.

Le débat intéresse en outre l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) depuis plusieurs années. En la matière, le Québec a toujours eu une approche novatrice en réunissant l'obésité et la préoccupation excessive à l'égard du poids dans un même dossier. « Nous vivons dans un environnement qui nous amène à la fois à ne pas nous sentir bien relativement à notre poids et à avoir un excès de poids », explique Marie-Claude Paquette, conseillère scientifique spécialisée à l'INSPQ et professeure de nutrition à l'Université de Montréal.

Elle fait toutefois son mea-culpa : depuis quelques années, ses collègues et elle ont utilisé les données frappantes sur l'obésité pour conférer du mordant aux introductions de leurs différents rapports plutôt que de cibler le véritable problème : la modification de l'environnement. « C'est que l'obésité, c'est vendeur ! Mais on se dit qu'il faut changer cette habitude. » Car le problème n'est pas l'obésité des individus, ajoute-t-elle, mais le fait que le poids moyen augmente en raison de cette société où l'on salive autant devant la poutine qu'on envie les mannequins filiformes.

Voilà pourquoi la chercheuse étudie l'effet que des actions concrètes pourraient avoir sur le taux d'obésité, comme une taxe sur les boissons sucrées ou des réglementations sur les ingrédients des produits transformés.

Ce discours émergent se heurte toutefois au scepticisme de professionnels de la santé – quand il n'est pas qualifié de « politiquement correct ». La professeure de psychologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) Marie-Pierre Gagnon-

---

« Savez-vous comment j'ai réussi à perdre du poids ? Pas après un sermon, jamais. C'est quand un médecin s'est intéressé à moi, a voulu savoir si j'allais bien, si je souffrais de solitude, si je mangeais mes émotions. Je me suis dit que j'en valais la peine ! »

---

– Mickaël Bergeron

Girouard en fait l'expérience lorsqu'elle présente son sujet d'étude dans les congrès. « Des gens pensent que ce ne sont pas des préjugés mais des faits. Ils me demandent : "Qu'est-ce qui vous prouve que les gens en surpoids ne sont pas plus paresseux que les autres ?" Je n'ai jamais cherché à mesurer la paresse, mais presque 60 % des individus sont en surpoids ou obèses ! Ferions-nous face à une épidémie de paresse ? »

Ce qui l'intéresse, c'est la diminution des partis pris. Pour ce faire, elle a utilisé

la réalité virtuelle. L'idée : sensibiliser les futurs professionnels de la santé en les immergeant dans le corps d'une personne obèse et en leur soumettant des silhouettes variées. Ce type d'intervention semble efficace pour lutter contre les préjugés envers les aînés. Mais les premiers tests, menés auprès de M. et M<sup>me</sup> Tout-le-monde, l'ont pour le moins déçue. « On n'a pas fait participer beaucoup de gens, mais pour la moitié d'entre eux, l'effet était neutre ou positif. Hélas, pour certains, on notait un effet négatif ; cela augmentait leurs préjugés, leur dégoût... » Pour diverses raisons, le projet a cessé.

Marie-Pierre Gagnon-Girouard se tourne aujourd'hui vers l'électroencéphalographie. De petits capteurs posés sur le crâne de participants enregistreront les signaux électriques émis alors qu'ils observent des silhouettes et des paires de mots telles que *grosse et gentille* ou *grosse et paresseuse*. Son hypothèse : nous serions plus gênés de nos préjugés racistes ou sexistes que de ceux liés au poids. « On peut le constater dans la signature électrique : on voit l'activation du préjugé, la réponse émotionnelle et, après, la réponse d'inhibition. »

La chercheuse espère recruter différents professionnels de la santé pour ces travaux, ce qui n'est pas facile (des volontaires dans la salle ?) « Je les comprends ! » avoue-t-elle.

## EXIGER LE RESPECT ?

À la fin de la formation d'Obésité Canada, une jeune femme ayant souffert d'hyperphagie boulimique prend la parole. Elle n'a pas consulté son médecin de famille depuis un bail et doit le voir la semaine suivante. « Je suis vraiment stressée à l'idée d'être pesée. »

Les spécialistes du panel lui conseillent de parler de ses inquiétudes avec son praticien, voire de refuser d'être pesée si elle n'en a pas envie.

## Peut-on être gros et en santé ?

Venez en discuter avec nous. *Les années lumière* et *Québec Science* tiendront un bar des sciences le 26 février prochain, à 17 h 30, à la microbrasserie **Le temps d'une pinte, 1465, rue Notre-Dame Centre à Trois-Rivières**. Nos invités : André Tchernof, endocrinologue ; Marie-Pierre Gagnon-Girouard, chercheuse en psychologie de la santé à l'UQTR ; et Irène Margaritis, professeure de physiologie et de nutrition humaine. Bienvenue à tous !





Mais cela est très difficile, nous explique quelques semaines plus tard Gabrielle Lisa Collard, une militante contre la grossophobie rencontrée à Verdun. Cette traductrice et journaliste tient le blogue Dix octobre, où l'on peut lire un texte intitulé « Mon médecin me déteste ». Elle y écrit « à quel point c'est difficile et déshumanisant de devoir faire confiance, voire mettre sa vie entre les mains de quelqu'un qui vous hait ». Elle estime que son médecin ramène à tort tous ses soucis de santé à son « problème » de poids et échoue ainsi à bien la traiter.

Elle a beau être très active dans l'espace public pour dénoncer la discrimination, devant son professionnel de la santé, c'est autre chose. « Je ne suis pas capable de lui dire tout ça. Quand je le vois, je suis dans un contexte où je suis vulnérable – je ne vais jamais le voir parce que ça va bien. »

Un autre médecin a néanmoins eu une influence très positive dans sa vie il y a environ 10 ans. Il lui a dit, alors qu'elle s'excusait de son poids et lui assurait avoir de bonnes habitudes de vie : « Tu sais, tu peux être grosse et en santé. » « C'était la première fois que j'avais devant moi un médecin qui me percevait comme un être humain », dit-elle.

Mickaël Bergeron a vécu la même situation. « Savez-vous comment j'ai réussi à perdre du poids ? a-t-il demandé à l'assistance. Pas après un sermon, jamais. C'est quand un médecin s'est intéressé à moi, a voulu savoir si j'allais bien, si je souffrais de solitude, si je mangeais mes émotions. Je me suis dit que j'en valais la peine ! »

« C'est important, insiste Gabrielle Lisa Collard, parce que le désir d'être plus en santé, ça part de l'amour-propre. »

## DES PLAINTES PRISES AU SÉRIEUX

Au Québec, les personnes qui estiment avoir subi un traitement discriminatoire dans le système de santé peuvent porter plainte auprès de l'ordre professionnel du soignant. Le Collège des médecins, par exemple, nous a indiqué que « le code de déontologie, précisément l'article 17, dit que le médecin doit avoir une conduite irréprochable, peu importe l'aspect physique, la race ou la religion du patient. C'est une chose qui doit être prise au sérieux et qui peut mener à une enquête du syndic ». Parmi les décisions du conseil de discipline du Collège, nous avons trouvé deux cas de cette nature. En 2006, une patiente a consulté un médecin de famille en raison d'insensibilité aux doigts à la suite d'une chirurgie. Elle raconte qu'il l'a traitée de « grosse balloune » en plus de lui demander pourquoi elle mangeait autant. Et en 2018 un médecin a qualifié une patiente de « molle », alors qu'elle était venue à son cabinet pour obtenir une évaluation médico-légale après un accident de travail.

## GRAND TOUR

Desjardins

3 AU 9 AOÛT

### Grand comme le Saguenay–Lac-Saint-Jean !

En partance de Saguenay, roulez 7 jours et découvrez un fort beau coin de pays. Conjuguez les plaisirs du vélo et des points de vue inoubliables sur le lac, et goûtez les délicieux bleuets. Des vélo-vacances pour être actif, respirer et profiter du moment !

en partenariat avec



Inscrivez  
10 personnes,  
obtenez la  
11<sup>e</sup> participation  
gratuitement !

Réservez avant le 19 février et ÉCONOMISEZ !

veloquebecvoyages.com

514 521-8356 • 1 800 567-8356, poste 506

Photo : Yvan Monette et Diane Dufresne



Vélo Québec  
VOYAGES

Titulaire d'un permis du Québec



# ELLES SONT

## « 20% »

En 2019, les secteurs de la science et de la technologie demeurent des milieux d'hommes. Le peu de femmes qui y font carrière mettent les bouchées doubles pour faire leur place. Dans un nouveau balado, elles se racontent.

PAR MARIE LAMBERT-CHAN

PHOTOS : RODOLPHE BEAULIEU

# Ê

tes-vous capable de nommer une femme scientifique célèbre ? À cette question, bien des gens répondront spontanément « Marie Curie », comme l'ont montré différents coups de sonde menés aux États-Unis et en Grande-Bretagne au cours des dernières années.

Mais les choses se corsent quand on leur demande s'ils connaissent plus d'une femme scientifique ou, encore, des chercheuses *vivantes*. La plupart sont incapables de donner des noms.

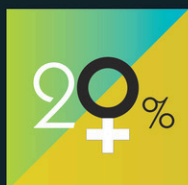
Est-ce étonnant ? Pas vraiment. Dans les domaines de la science et de la technologie, les femmes ne forment que 20 % de la main-d'œuvre. Une statistique qui stagne, car, dans ces milieux d'hommes, l'égalité des chances est un concept qui n'a guère porté ses fruits. Différentes études en font état : les femmes obtiennent moins de subventions, gagnent de plus petits salaires, accèdent moins aux postes de professeurs titulaires et de gestionnaires, sont moins fréquemment invitées comme conférencières dans des rencontres internationales, reçoivent moins de prix prestigieux et les sommes d'argent associées à leurs récompenses sont souvent moins élevées...

Malgré tout, des femmes persistent et signent. Brillantes, passionnées et courageuses, elles méritent qu'on apprenne à les connaître. C'est ce que propose le nouveau balado *20%*, coproduit par *Québec Science* et l'Acfas, en collaboration avec la Commission canadienne pour l'UNESCO, L'Oréal Canada et la radio CHOQ.ca.

Dans une série d'entrevues, des femmes de tous horizons et de toutes disciplines discutent de leur parcours avec les journalistes Carine Monat et Chloé Freslon. Elles partagent leurs réussites et leurs échecs, leurs ambitions et leurs doutes, leurs joies et leurs peines. On y découvre des scientifiques inspirantes.

Au cours de cette première saison, elles seront 22 à se confier au micro. Parmi elles, Joanne Liu, présidente de Médecins sans frontières ; Joëlle Pineau, directrice du laboratoire de recherche en intelligence artificielle de Facebook à Montréal ; Farah Alibay, ingénieure au Jet Propulsion Laboratory de la NASA ; Isabelle Desgagné-Penix, chercheuse innue spécialisée en biochimie à l'Université du Québec à Trois-Rivières ; Alex Zandra, développeuse indépendante de jeux vidéo ; Naysan Saran, cofondatrice et pdg de CANN Forecast ; et Marianne Falardeau-Côté, doctorante à l'Université McGill en sciences des ressources naturelles.

En guise d'avant-goût, voici des extraits d'entrevues réalisés avec quelques-unes de ces femmes remarquables.



### POUR ÉCOUTER 20 %

À partir d'un iPhone, d'un iPad ou d'un iPod, lancez l'application Balados. Au bas de l'écran, appuyez sur la loupe et tapez 20 %. Appuyez sur l'icône de l'émission (ci-contre à gauche), puis sur le bouton « S'abonner ». Ainsi, vous retrouverez l'émission dans la bibliothèque de l'application, en plus d'être informé de la sortie de chaque nouvel épisode.

À partir d'un ordinateur, rendez-vous à l'adresse [www.quebecscience.qc.ca/balados/20-pourcent](http://www.quebecscience.qc.ca/balados/20-pourcent). Les derniers épisodes pourront être écoutés à partir de cette page.



Q

**u'est-ce qui vous a poussée à devenir présidente de Médecins sans frontières [MSF] ?**

C'était le désir profond de m'assurer que les patients et les communautés restent au cœur de

nos prises de décision. Je ne voulais pas qu'on perde de vue l'essence de notre raison d'être : apporter du secours aux gens en détresse dans des contextes de crise — catastrophes naturelles, conflits, marginalisation.

**Lorsque vous êtes sur le terrain, cela fait-il une différence que vous soyez une femme ?**

Si l'être humain vit en pleine conscience, le sexe devient assez secondaire. Mais oui, il y a des circonstances qui sont plus difficiles pour une femme dans certains pays où les interlocuteurs sont souvent de sexe masculin. Cela dit, quand j'étais chargée des opérations en Afghanistan, être une femme a été une force, voire un atout parce que ça déstabilise [les interlocuteurs]. La déstabilisation est un atout majeur en temps de négociations.

**Dans vos premières années de pratique au Québec, quelle a été la stratégie pour ne pas être vue avant tout comme une femme médecin, mais comme une médecin à part entière ?**

Je pense qu'un lien thérapeutique se crée si on est capable de susciter une certaine confiance. Donc, c'est un défi supplémentaire quand vous êtes une jeune femme et que vous avez l'air d'avoir 12 ans. C'est vrai que, quand j'ai commencé à exercer, si un étudiant m'accompagnait, les parents [d'enfants malades] s'adressaient automatiquement à lui. Mais honnêtement, mon plus gros problème n'était pas du tout d'être une femme, mais d'être une minorité visible.

**Si vous aviez été un homme, comment votre parcours aurait été différent ?**

Probablement que j'aurais des enfants aujourd'hui. C'est la dure réalité. Ça va probablement changer pour les prochaines générations. Quand j'aurais pu avoir des enfants, j'étais dans les zones de guerre. Et

**D<sup>re</sup> Joanne Liu**

PRÉSIDENTE DE MÉDECINS SANS FRONTIÈRES

Joanne Liu dans ses mots :

« Je suis pédiatre-urgentiste. J'aime la science jusqu'à un certain point, mais en fait je préfère le sport et les mets chinois. »

on ne fait pas des enfants quand on travaille en zones de guerre. En tout cas, pour moi, ça n'allait pas ensemble. Aujourd'hui, si j'étais un homme, je pourrais trouver une jeune femme pour porter mes enfants, comme le font plusieurs de mes collègues masculins. Avant, je n'en parlais pas, mais maintenant je le dis parce que je me suis rendu compte que le fait de ne pas avoir d'enfants influence ma façon de me projeter dans le futur.

**À quoi ressemblerait le monde s'il y avait autant de femmes que d'hommes dans les métiers où elles sont sous-représentées ?**

Je ne peux pas vous dire avec certitude ce que ça changerait. Mais j'aimerais vous relater une anecdote. Pendant la guerre du Congo, beaucoup de femmes ont été violées. À tel point que, en 1998-1999, au

moment où les gens revenaient dans la capitale, Brazzaville, par un corridor humanitaire, on avait mis une pancarte qui disait « Femmes violées à droite ». Il fallait faire plus et mieux pour ces femmes. J'en ai parlé à une séance du conseil d'administration de MSF en France. J'avais déclaré : « On ne peut pas faire semblant que ça n'existe pas. » Et on m'a répondu : « Mais Joanne, on ne meurt pas d'un viol. » [...] Si, à cette époque, il y avait eu plus de femmes en situation de leadership, la réaction aurait été différente. Peut-être parce que les femmes ont une sensibilité différente. Cela dit, l'un des plus grands défenseurs des femmes qui ont subi des violences sexuelles est un homme : il s'agit du Dr Denis Mukwege [NDLR : un gynécologue réputé qui a reçu le prix Nobel de la paix 2018]. Comme quoi tout n'est pas noir et blanc...

# C

**hez CANN Forecast, vous utilisez l'intelligence artificielle pour fournir des recommandations au sujet de l'eau. Comment cela fonctionne-t-il ?**

Tout a commencé dans une compétition

AquaHacking, organisée par la Fondation de Gaspé Beaubien. C'était en 2016. On a élaboré un modèle statistique d'apprentissage automatique qui utilise les données environnementales comme les précipitations, la température, le taux d'humidité, etc., pour fournir une estimation réaliste de la qualité de l'eau du Saint-Laurent. D'ordinaire, on obtient ces résultats grâce à de l'échantillonnage, dont l'analyse prend 24 heures. C'est très mauvais dans un processus décisionnel si l'eau se révèle contaminée. Avec notre modèle, nous donnons des résultats pratiquement en temps réel. C'est comme ça qu'on a commencé à travailler avec la Ville de Montréal.

**Quand on démarre une entreprise, on se lance avec l'idée qu'on va changer le monde. Est-ce votre cas ?**

Oui, de plus en plus. Il y a de l'intérêt à l'échelle canadienne. On lancera bientôt un projet de recherche d'envergure nationale. Notre travail pourrait aussi servir aux pays émergents.

**La cause des femmes en technologie vous tient à cœur. Pourquoi ?**

Parce qu'il n'y a que 20 % de femmes en technologie. Quand je suis arrivée à Polytechnique Montréal, on n'était que 5 ou 6 femmes dans une classe de 80 hommes ! Peut-être que les jeunes filles ne songent pas à ce type de carrière parce qu'elles ne se voient pas représentées dans ces rôles dans les médias et les films. Moi, je m'éclate dans ce que je fais ! Si je peux en inspirer une ou deux à faire de même, j'en serai très contente. Ce sera ma petite contribution.

**Quel est le sentiment d'être l'une des rares femmes dans un groupe d'hommes ?**

À Poly, franchement, ça ne faisait pas de différence. Les gars ne nous ont jamais dit qu'on était moins bonnes parce qu'on était des femmes. On a toujours été traitées de manière égale dans les équipes.



## Naysan Saran

COFONDATRICE ET PDG DE CANN FORECAST

Naysan Saran dans ses mots :

« Je suis à moitié ivoirienne et à moitié iranienne. Je suis arrivée au Canada il y a 14 ans. Ma mère m'a convaincue de faire des études en techno. J'ai toujours aimé lire. D'ailleurs, il y a deux livres qui ont complètement changé ma vie. Le premier est *La vie rêvée des maths*, de David Berlinski, et le second est *The Art of Learning*, de Josh Waitzkin. »



**Est-il plus facile pour les hommes que pour les femmes d'être entrepreneur ?**

Certaines personnes ne seraient peut-être pas d'accord avec moi, mais je trouve que les avantages et les inconvénients pour une femme s'équivalent, surtout en techno. Les femmes ont accès à beaucoup de ressources. Il y a tellement de bourses, de visibilité, d'associations... Les gouvernements fédéral et provincial sont en train de débloquer des sommes considérables pour aider les femmes dans le domaine. C'est le moment de se lancer !

A

**u cours de votre carrière, vous êtes passée d'employée dans des studios à travailleuse autonome, mais ce n'est pas la seule transition que vous avez connue. Ce changement**

**professionnel est aussi lié à votre coming out, n'est-ce pas ?**

Oui, j'ai amorcé ma transition en public il y a environ trois ans et demi. Je travaillais alors dans une compagnie de plus de 300 employés. La grande majorité d'entre eux n'avait jamais rencontré une personne transgenre de leur vie. Ce fut extrêmement éprouvant de changer ma présentation publique du jour au lendemain, en plus d'avoir à éduquer beaucoup de collègues pour leur faire comprendre ce que je vivais et aussi comment me respecter.

**C'est à ce moment que vous avez réalisé ce que c'était d'être une femme dans un monde d'hommes ?**

Ce fut un choc ! Par exemple, il fallait soudainement que je détaille pas mal plus mon expérience auprès de collègues qui me connaissaient moins. Les gens ne me croyaient pas quand je disais que j'avais fait plein de jeux vidéo. On me demandait qui était le programmeur qui m'avait aidée. Chaque fois que je présentais des projets de jeux ou que je rencontrais des membres de l'administration, tout d'un coup, on me questionnait davantage sur mes compétences.

**Ça revient à dire que, souvent, le travail des femmes est sous-évalué par rapport à celui des hommes.**

Absolument ! Avant, mes évaluations allaient toujours super bien. Après mon *coming out*, je n'étais plus aussi performante qu'avant. J'ai senti une grande différence. Ça demandait énormément d'énergie, en plus d'avoir à expliquer, voire justifier mon identité. C'était épuisant. J'ai fait un *burnout* six mois plus tard.

**Que faire pour avoir plus de filles dans l'industrie des jeux vidéo ?**

Les jeunes filles sont déjà intéressées ! Il faut arrêter de dire que les jeux vidéo, ce n'est pas pour les femmes. Le défi est de les pousser à y faire carrière.



## Alex Zandra

DÉVELOPPEUSE INDÉPENDANTE DE JEUX VIDÉOS

Alex Zandra dans ses mots :

« Je m'appelle Alexandra, mais vous pouvez m'appeler Zandra. Je suis auteure, *game designer*, artiste, *streamer*, conférencière et plus encore. Je crée depuis que je suis toute petite et je n'imaginais pas arrêter un jour. J'ai réalisé que j'étais une femme transgenre à 35 ans. J'aime beaucoup partager ce que j'apprends et je peux parler à l'infini quand un sujet m'enthousiasme. Je suis constamment sur les réseaux sociaux parce que c'est là que se trouvent mon auditoire et mon cercle d'amis proches. J'adore les souris et les perruques de couleur éclatante. Mon but dans la vie, c'est de changer le monde, même si c'est juste un tout petit peu. »

Si on peut avoir un environnement plus représentatif en matière d'identité de genre, de sexualité, d'ethnicité, de culture, ça donnerait de meilleurs produits. Et les employés se sentiraient plus soutenus et plus écoutés, ils développeraient leur plein potentiel. C'est le cas des plus petits studios. Leurs employés sont passionnés !

Dans les grands studios, la pression est complètement folle pour livrer des jeux en un temps record. C'est la fameuse culture du *crunch*. Pourtant, l'avenir du jeu passe par la syndicalisation des employés. Il ne faut pas que le pouvoir soit concentré au sommet. Le taux de roulement dans l'industrie du jeu est incroyable. Les semaines de 60, 80,

100 heures sont insoutenables. Quand les gens sont épuisés, ils partent. Mais il y en a plein pour les remplacer. C'est inhumain.

**Si les femmes représentaient 50 % de la main-d'œuvre dans les jeux vidéo, à quoi ressemblerait l'industrie ?**

Ce serait une industrie encore plus passionnée, où l'on aurait des produits plus diversifiés qui atteindraient un auditoire encore plus grand. Si on a une plus grande représentativité derrière l'écran, on en aura aussi une plus grande devant l'écran.

# A

**huit ans, vous découvriez la scientifique Jane Goodall dans un documentaire. Elle étudie les primates. C'est à ce moment que vous réalisez que la science peut devenir un métier.**

Je trouvais incroyable de voir qu'une femme puisse être une aventurière, qu'elle étudie les chimpanzés dans la jungle africaine. Ça a été un moment d'illumination. J'ai compris que c'était aussi possible pour moi.

### **Qu'est-ce que vous cherchez en Arctique ?**

Mon projet est interdisciplinaire, mais l'objectif général est de comprendre comment nous bénéficions des écosystèmes marins de l'Arctique. Pour y parvenir, j'ai recours à une approche appelée « services écosystémiques » : ce sont tous les bénéfices que l'humanité obtient de la nature. Ça peut aller de la nourriture à des avantages plus indirects comme la régulation du climat. Par exemple, les microalgues dans l'océan Arctique capturent du carbone de l'atmosphère, ce qui rend un service à l'humanité parce que ça peut contribuer à réduire le réchauffement de la planète. Mon but est de reconnaître tous les bénéfices que l'océan Arctique nous apporte.

### **Qu'est-ce qu'on met dans ses bagages pour un séjour en Arctique ?**

Évidemment, des vêtements chauds, de bonnes bottes. J'ai toujours avec moi des lunettes de ski et une cagoule qui cache le visage au complet. J'apporte aussi de la nourriture que j'aime parce qu'on ne trouve pas de tout dans les supermarchés — pour ne pas dire LE supermarché —, d'autant plus que je suis végétarienne.

### **Être une femme sur le terrain, c'est un avantage ou un inconvénient ?**

Ça dépend. Par exemple, quand on doit faire ses besoins dans la toundra et qu'il n'y a aucun arbre pour se cacher, eh bien, les hommes ont un avantage évident sur les femmes ! Mais dans d'autres domaines, ça peut être avantageux d'être une femme, comme dans mes interactions avec les communautés dans le Nord. J'ai une approche sans doute différente. Je prends vraiment le temps de tisser des liens.

## Marianne Falardeau-Côté

DOCTORANTE EN SCIENCES DES RESSOURCES NATURELLES À L'UNIVERSITÉ MCGILL

Marianne Falardeau-Côté dans ses mots :

« J'ai toujours été une passionnée de la nature et une amoureuse des animaux. Quand j'étais jeune, on avait une petite ferme avec des poules, des canards, des lapins dont je m'occupais. J'ai alors compris l'importance de protéger l'environnement. J'ai adopté un mode de vie durable. Je suis végétarienne depuis 10 ans. J'adore les sports de plein air. Je suis aussi prof de yoga, ce qui m'aide beaucoup à relaxer dans les moments stressants du doctorat. J'aime beaucoup voyager, découvrir le monde et, surtout, m'immerger dans des cultures qui sont différentes de la mienne. »



### **Qu'est-ce que cela changerait si la relève scientifique comptait plus de femmes ?**

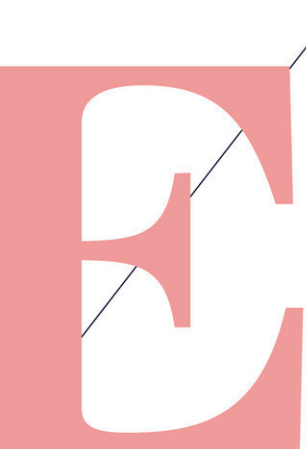
Des études indiquent qu'avoir plus de diversité en science permettrait de soutenir l'innovation et la créativité. Ça me semble assez logique parce que davantage de perspectives et d'idées favorisent l'innovation. Peut-être que les femmes ont aussi un type de leadership différent de celui des hommes. Les femmes fonctionnent beaucoup par consensus. C'est positif pour l'approche scientifique.

# L'HUMAIN MODERNE

## TOUJOURS EN ÉVOLUTION

Aujourd'hui encore, notre espèce est en pleine évolution. De récentes études en détectent les signes – discrets, mais bien présents – sur le niveau de cholestérol, la taille ou la fertilité. À quoi ressemblera l'humain du futur ?

PAR ALEXIS RIOPEL



En ce jeudi soir froid et neigeux, l'ambiance chaleureuse au Waverly, au cœur du Mile End, à Montréal, invite aux rapprochements. Sous l'éclairage tamisé, les serveuses apportent verres de bière et cocktails aux tables. Bien que plusieurs clients se retrouvent entre amis, d'autres, visiblement,

sont venus à des rendez-vous galants ou pour faire des rencontres.

C'est dans des lieux comme celui-ci que se dessine aujourd'hui l'évolution de l'espèce humaine. Car, contrairement à ce que la plupart des gens pensent, l'évolution n'a pas de finalité, et celle de notre espèce n'est donc pas arrivée à terme. L'environnement dans lequel nous vivons,

en constante mutation, nous impose sans relâche des pressions évolutives. La culture propre à chaque société aiguille d'autant de manières la sélection naturelle. L'humain se transforme.

« En raisonnant par l'absurde, on peut se demander ce qu'il faudrait pour qu'une population humaine n'évolue pas », dit Alexandre Courtiol, chercheur en biologie évolutive au Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research, à Berlin. Les conditions nécessaires pour éviter toute forme d'évolution sont en effet très contraignantes : « Qu'on ait tous le même nombre d'enfants, qu'on vive tous jusqu'au même âge, qu'on choisisse son partenaire au hasard, qu'il n'y ait pas de mutations, qu'il n'y ait pas de migrations », énumère le biologiste.

En effet, comme l'avait si bien compris Darwin, si les êtres vivants évoluent, c'est surtout parce que les individus les mieux adaptés à leur milieu vivent plus vieux et se reproduisent davantage. Cette

fameuse sélection naturelle contribue donc à propager les traits les plus avantageux.

Si l'on comprend qu'un loup plus puissant domine sa meute et transmette ses gènes par exemple, on peut toutefois s'interroger sur ce qui départage deux partenaires potentiels accoudés à un bar. Dans une métropole cosmopolite comme Montréal, une multitude de traits – visibles ou invisibles – sont représentés dans la population. Le succès en amour, et éventuellement le nombre de descendants, dépend surtout de conditions socioéconomiques, des aléas de la vie ainsi que du libre arbitre, mais l'ADN de chacun y contribue aussi dans une petite proportion.

« L'évolution a lieu, qu'on le veuille ou non, tant qu'il y a des variations dans la reproduction qui sont liées à certains traits, explique au téléphone Elisabeth Bolund, spécialiste de la biologie évolutive à l'Université d'Uppsala, en Suède. On entend souvent dire qu'on a mis un



terme à la sélection naturelle parce que la plupart des bébés [NDLR : pas seulement les mieux adaptés] survivent jusqu'à l'âge adulte. Pourtant, le nombre d'enfants par personne varie énormément. De plus, dans les sociétés modernes, comme ici en Suède, seulement les deux tiers des adultes se reproduisent. » Il y a donc de multiples leviers sur lesquels peut jouer l'évolution. « Dans une étude parue il y a quelques années, on a constaté une forte sélection favorisant les hautes statures chez les hommes aux Pays-Bas », illustre la chercheuse. Selon l'article en question, les Néerlandais plus grands que la moyenne avaient environ 10 % plus d'enfants que leurs compatriotes plus petits. Évidemment, les critères selon lesquels les partenaires sont choisis sont très différents d'une société à l'autre. Ce qui plaît aux Pays-Bas manque peut-être de charme en Chine.

Mais, partout sur la planète, de grands mécanismes à la base de l'évolution

agissent toujours sur l'humain, dont la sélection naturelle, qui se cristallise dans le choix du partenaire et le nombre d'enfants de chacun ; les mutations génétiques qui surviennent à un rythme soutenu, peut-être même accéléré ; et les migrations tous azimuts, qui homogénéisent le bassin génétique mondial.

Pourtant, l'évolution de l'humain moderne n'attire que très peu l'attention, remarque Scott Solomon, biologiste à l'Université Rice, au Texas, et auteur de l'essai *Future Humans: Inside the Science of Our Continuing Evolution*, publié en 2016. « Quand j'ai fait de la recherche pour mon livre, j'ai été surpris de découvrir qu'on en savait bien plus sur l'évolution de certaines espèces d'oiseaux que sur la nôtre ! »

Après beaucoup de temps passé à observer les tortues, les lézards et les volatiles aux îles Galápagos, les biologistes devraient peut-être se pencher sur la faune des bars en sirotant une bière.

ILLUSTRATIONS : SHUTTERSTOCK

# QUATRE FORCES

## DERRIÈRE NOTRE ÉVOLUTION ACTUELLE

### 1. LES MUTATIONS

La mutation génétique est l'ingrédient de base de l'évolution d'une espèce. Sans mutation, l'ADN serait stable, incapable d'incorporer de nouvelles variations. Or, il n'y a aucune raison pour que le rythme des mutations ralentisse chez l'humain actuel. « En fait, on peut imaginer qu'il s'accélère, avec tous les polluants auxquels nous sommes maintenant exposés », note le biologiste Alexandre Courtiol. Des expériences avec des souris ont effectivement démontré que la pollution atmosphérique augmente le nombre de mutations.

Bien que des mutations génétiques surviennent chaque fois qu'une cellule se divise, ce sont celles qui touchent les spermatozoïdes et les ovules qui nourrissent l'évolution. Ces mutations se répliquent en effet lors de la croissance de l'embryon et se retrouvent dans toutes les cellules de son corps. On évalue que l'ADN d'un nouveau-né comporte en moyenne une soixantaine de mutations par rapport aux génomes de ses parents. Si ces mutations peuvent parfois être responsables de maladies génétiques rares, elles sont pour la plupart inoffensives. Et peuvent aussi, à l'occasion, conférer un trait utile ou séduisant...

« Le taux de mutations n'est pas en voie de diminuer, pense également le biologiste Scott Solomon. D'autant que le nombre de mutations est fortement corrélé avec l'âge du père au moment de la conception. » Dans une étude parue dans la revue *Nature* en 2017, des chercheurs islandais ont relevé que, pour chaque tranche de huit mois d'âge, les pères transmettent en moyenne une mutation de plus à leur enfant. La même étude établissait que les pères de 30 ans lèguent en moyenne 45 mutations, tandis que les

mères du même âge en donnent seulement 11. Puisque les testicules produisent les spermatozoïdes tout au long de la vie, les mutations génétiques s'additionnent au fil des ans.

Conséquence : les contraintes de la vie moderne qui poussent les parents à fonder leur famille de plus en plus tard accentuent le potentiel d'évolution.

### 2. L'ALIMENTATION

« Dis-moi ce que tu manges et je te dirai qui tu es. » Si l'alimentation est l'un des déterminants les plus importants de la santé d'une personne, elle est aussi l'une des principales forces qui modèlent l'évolution de notre espèce.

En effet, la sélection naturelle favorise les individus qui sont les plus adaptés à la nourriture accessible dans leur environnement. Pour les premiers agriculteurs à avoir domestiqué les vaches pour leur lait, probablement en Anatolie il y a plus de 7 000 ans, cela signifiait d'avoir la mutation génétique permettant de digérer le lactose. Pour un humain d'aujourd'hui, le défi est de rester en bonne santé tout en se nourrissant d'aliments gras, sucrés et salés – et en mangeant des portions qui n'ont jamais été aussi grosses dans l'histoire de l'humanité. « Nos régimes ont beaucoup changé depuis 100 ans, indique Scott Solomon. On voit une forte corrélation entre l'alimentation et certaines causes de mortalité, comme les maladies cardiovasculaires, le diabète et l'obésité. »

D'ailleurs, une grande étude américaine montre que les dernières générations se sont adaptées à un menu riche en cholestérol afin, semble-t-il, de se protéger des effets délétères de ce lipide pris en trop grande quantité. En 2010, une équipe menée par le biologiste américain Stephen C. Stearns a analysé les données de la

Framingham Heart Study, qui dresse le bilan de santé de milliers de sujets sur trois générations, en espérant y détecter la marque de l'évolution. Les chercheurs ont constaté que les femmes génétiquement prédisposées à maintenir un faible taux de cholestérol dans leur sang avaient plus d'enfants, pour une raison qui échappe aux scientifiques. En conséquence, ces allèles (variants génétiques) ont tendance à devenir plus fréquents dans la population. Pour la prochaine génération de cette cohorte, les auteurs prévoient une réduction du taux de cholestérol attribuable à la sélection naturelle de 0,8 mg par 100 ml de sang (le taux normal oscille entre 150 et 300 mg par 100 ml de sang). Le taux réel moyen dépendra toutefois dans une plus grande mesure de notre régime collectif. « Cette étude montre une relation entre le taux de cholestérol sanguin et le succès reproductif, commente Emmanuel Milot, un biologiste spécialisé en génétique à l'Université du Québec à Trois-Rivières. Cependant, on ne sait pas vraiment si cela s'explique par une diminution des chances de survie, par une baisse de la fertilité ou par autre chose. »

Comme quoi la culture – alimentaire dans ce cas-ci – est en constante interaction avec la nature. « La culture fait partie de l'environnement. Collectivement, on change souvent les traits qui sont sélectionnés et contre-sélectionnés, souligne le chercheur Alexandre Courtiol. Et ça peut aller très vite, car on contrôle la culture. »

### 3. LES MIGRATIONS

Au Canada, une personne sur cinq est née à l'étranger. À l'échelle planétaire, il n'y a jamais eu autant de mouvements de population : environ 250 millions d'individus migrent d'un pays à l'autre chaque année. Pour les génomes dispersés un peu partout sur terre, il s'agit d'un brassage sans précédent.

« Cela va créer davantage d'homogénéité dans la distribution des allèles sur la planète, relève Alexandre Courtiol. Par conséquent, les migrations vont réduire l'adaptation locale de certains groupes à leur environnement, comme les peuples qui vivent en haute altitude. » Ainsi, les anciennes populations andines disposaient

d'« attributs » génétiques les dotant de muscles cardiaques particulièrement adaptés à la faible concentration d'oxygène dans l'air. Une étude de 2018 fait d'ailleurs remonter cette adaptation évolutive à six ou sept millénaires avant aujourd'hui. Or, ce genre de « spécialisation » s'effrite à mesure que les populations se mélangent.

Cependant, grâce aux migrations, « on peut s'attendre à ce que les mutations bénéfiques se répandent aussi plus rapidement », soutient le chercheur Scott Solomon. Il y a 1 000 ans, un bébé naissant en Chine avec une mutation le protégeant contre une maladie infectieuse absente du territoire chinois (mais présente au Brésil par exemple) n'aurait disposé d'aucun avantage évolutif, explique-t-il. Cette mutation se serait probablement éteinte après quelques générations. Maintenant, par contre, il serait tout à fait possible que cet individu migre vers le Brésil et que sa mutation avantageuse se transmette et s'y répande.

De plus, avec l'accroissement des migrations, le phénomène de « dérive génétique » est en recul. La dérive génétique survient dans une petite communauté isolée où, au gré de quelques mutations aléatoires, un trait ne comportant pas d'avantage évolutif s'étend à l'ensemble de ses membres. Au Québec, l'effet fondateur au Saguenay-Lac-Saint-Jean en est un bon exemple. Le groupe restreint à l'origine de cette population transportait avec lui des allèles causant certaines maladies héréditaires. Au fil des générations, ces gènes mutés se sont finalement transmis à une bonne partie des habitants.

« La dérive génétique ne sera plus un enjeu, confirme la chercheuse Elisabeth Bolund. Les variations existantes pourront se mélanger de plusieurs nouvelles manières. »

**4. LA MÉDECINE**  
L'amélioration de la médecine et de l'hygiène a considérablement abaissé le taux de mortalité infantile en Occident depuis quelques siècles. Or, cette révolution encore en cours dans plusieurs pays du monde continue d'orienter la trajectoire évolutive de notre espèce.

« Avant la transition démographique en Finlande, un enfant sur deux mourait avant l'âge adulte », remarque Elisabeth Bolund. Dans ces conditions, les parents choisissaient généralement de donner naissance à une progéniture nombreuse afin d'assurer la pérennité de leur famille. Les mutations génétiques favorisant la fertilité étaient alors fortement avantagées par la sélection naturelle. Puis, quand les avancées de la médecine et de l'hygiène ont fait en sorte que la quasi-totalité des enfants survivaient jusqu'à l'âge adulte, la taille de la population a explosé. Une ou deux générations plus tard, les parents se sont mis à avoir moins d'enfants et la croissance de la population s'est stabilisée. Ce schéma est typique de la transition démographique d'une population.

En Gambie, un petit pays d'Afrique de l'Ouest, la transition démographique est en cours – et son effet sur l'évolution a récemment été démontré. En 2013, une étude, signée notamment par Alexandre Courtiol, révélait qu'entre 1956 et 2010 les critères favorisés par la sélection naturelle dans deux villages gambiens avaient changé. Au début de la période, les femmes petites et corpulentes produisaient une plus grande descendance que les autres femmes des villages. À la fin, c'étaient les femmes grandes (plus de 1,57 m) et minces (indice de masse corporelle sous 21) qui bénéficiaient d'un succès reproductif relativement plus élevé.

La transition démographique s'est opérée presque « spontanément », explique Emmanuel Milot, en raison de l'implantation d'une clinique dans la région en 1974. « D'un coup, la mortalité infantile est quasiment disparue », précise-t-il. Cependant, les chercheurs ne comprennent pas le lien entre une morphologie élancée et le succès reproductif dans le contexte d'après la transition démographique.




## L'HUMAIN DU FUTUR

Bref, notre histoire évolutive amorcée il y a plus de trois milliards d'années avec l'apparition de la vie sur Terre se poursuit, mais qu'en est-il de l'avenir ? « Si l'on veut savoir à quoi ressemblera l'humain du futur, il faut aussi définir l'environnement du futur, fait valoir Alexandre Courtiol. Ça rend l'exercice vraiment spéculatif. »

Selon le biologiste français, les deux principales variables à surveiller seront l'alimentation et l'exposition aux agents pathogènes. Ces deux aspects de notre environnement physique et culturel diffèrent radicalement de celui de nos ancêtres récents. Nos maisons ultrapropres et notre usage compulsif d'antibiotiques réduisent au minimum notre exposition aux pathogènes. « Pour l'instant, la transition démographique est bien avancée ou a au moins commencé dans tous les pays du monde, indique Alexandre Courtiol. Mais si d'un coup il survient un grand changement environnemental, comme le développement d'une très forte résistance des bactéries aux antibiotiques, la tendance pourrait s'inverser. On pourrait se remettre à mourir comme des mouches et à faire des bébés comme des lapins. » Le contexte évolutif serait alors complètement renversé.

Les changements climatiques pourraient également écrire la prochaine page de l'histoire d'*Homo sapiens*, croit Scott Solomon. Cependant, ce ne sont pas les quelques degrés en plus qui vont redéfinir les règles du jeu, mais bien les effets indirects de ce dérèglement. « Les changements climatiques vont favoriser la propagation de maladies infectieuses, selon le biologiste. En outre, la hausse du niveau de la mer va motiver les migrations à grande échelle. »

Finalement, l'humain du futur évoluera en réaction au transhumanisme, pour le meilleur et pour le pire, pense Emmanuel Milot. « On se dirige vers des interventions destinées à modifier l'humain, comme le criblage génétique ou l'édition génétique. Il est difficile de faire des prévisions. Ces opérations risquent de changer les patrons de la sélection naturelle », dit le professeur québécois. L'évolution infinie de l'humain est bien en marche. 

# LUTTER SUR TOUS LES FRONTS CONTRE EBOLA

La République démocratique du Congo fait face à la pire épidémie d'Ebola de son histoire. Les équipes médicales peuvent toutefois compter sur un arsenal inédit contre ce virus hautement mortel.

PAR MARINE CORNIOU

« **C**omplexe et difficile. » C'est en ces termes que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) qualifie la lutte contre l'épidémie d'Ebola qui fait rage en République démocratique du Congo (RDC) depuis août dernier. Le redoutable virus sévit dans le Nord-Kivu, une zone de conflit où s'entredéchirent plus de 130 groupes armés, et dans la province voisine, l'Ituri. Au moment d'écrire ces lignes, en janvier, Ebola avait contaminé plus de 700 Congolais et tué près de 450 d'entre eux ; depuis la découverte du virus il y a plus de 40 ans, il s'agit de la plus grande épidémie après celle qui a frappé l'Afrique de l'Ouest en 2014-2016. De façon inquiétante, les enfants, peu touchés lors des épidémies précédentes, représentent plus du tiers des cas.

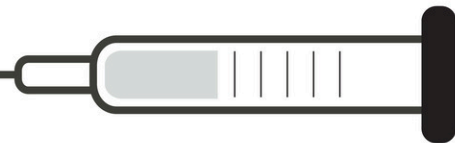
Il y a toutefois une lueur d'espoir. Car pour la première fois dans l'histoire de cette fièvre hémorragique, médecins et infirmiers disposent d'armes pour mener leur combat : un vaccin, le VSV-ZEBOV, qui a été administré à plus de 60 000 personnes, mais aussi quatre traitements expérimentaux (des anticorps et un médicament antiviral) qui font l'objet d'un essai clinique contrôlé depuis la fin de novembre 2018.

« La vaccination améliore beaucoup les choses. Parmi les gens qui ont été vaccinés à temps, personne ne semble avoir été infecté », témoigne Gary Kobinger, spécialiste du virus Ebola. Le microbiologiste, directeur du Centre de recherche en infectiologie du CHU de Québec-Université Laval, a fait partie de l'équipe canadienne qui a mis au point le VSV-ZEBOV et le ZMapp, un des traitements expérimentaux testés qui, espérons-le, fera mentir les statistiques – ce virus étant mortel dans 50 % à 90 % des cas.

## UN BOUCLIER EFFICACE

Bien que le vaccin produit par Merck n'ait pas encore reçu d'approbation d'une agence de santé, il est utilisé à large échelle à titre « compassionnel » en République démocratique du Congo depuis l'écllosion de l'épidémie. Il avait été administré en Guinée en 2015 à plus de 4 000 volontaires au cours d'un premier essai clinique. Certains le recevaient alors immédiatement, d'autres 21 jours après leur contact probable avec une personne infectée. Les résultats furent plus que convaincants : le vaccin a été considéré comme efficace à 100 %, selon un bilan publié par la revue *The Lancet* en décembre 2016, même s'il faudrait plus de données pour confirmer son taux d'efficacité.

« En Guinée, nous avons recommandé à l'OMS de donner sans délai le vaccin à tous les participants, car il s'est révélé tellement efficace que cela devenait non éthique de retarder la vaccination de



21 jours », explique Benoît Mâsse, professeur à l'École de santé publique de l'Université de Montréal. Il a présidé le Comité international de contrôle des données et de la sécurité de cette étude.

Il est de nouveau à la tête du Comité, financé par le Centre de recherches pour le développement international, pour l'actuel programme de vaccination en RDC. « À ce jour, le profil d'innocuité est rassurant, avec des données sur plus de 44 000 personnes vaccinées dont plus de 11 000 enfants », affirme celui qui est aussi chercheur au CHU Sainte-Justine.

Il précise qu'il faudra déterminer combien il y a eu d'échecs vaccinaux dans cette nouvelle épidémie pour obtenir davantage de données sur les éventuels effets néfastes, l'efficacité et la durée de protection du vaccin. « Des problèmes de conservation du vaccin, qui doit normalement être maintenu à -70 °C, pourraient aussi compromettre la protection dans certains cas. Quoi qu'il en soit, grâce au VSV-ZEBOV, on a une meilleure maîtrise de la situation que par le passé. »

PHOTOS : SHUTTERSTOCK

En République démocratique du Congo, les agences onusiennes, le ministère de la Santé et les organisations non gouvernementales (ONG), surtout Médecins sans frontières, travaillent de concert pour vacciner au plus vite toutes les personnes qui ont pu côtoyer un malade ainsi que les gens ayant été en contact avec ces personnes. Cette stratégie est celle de la vaccination « en ceinture ». Le but : protéger le plus vite possible tous les membres de la famille, les visiteurs ou tout autre individu qui aurait pu toucher le patient, ses fluides corporels ou ses vêtements.

« Malheureusement, il y a des zones où le taux de couverture vaccinale est trop faible et c'est là qu'il continue à y avoir des cas d'infection », déplore Gary Kobinger.

## ZONES DE GUERRE

Ces zones sont celles où les violences sont quotidiennes ; plus de cinq millions de personnes ont perdu la vie ces 20 dernières années en raison des conflits opposant rebelles et forces armées de la République démocratique du Congo. « Cela entrave la

riposte contre Ebola, malgré notre longue expérience dans la lutte contre ce fléau. En outre, les provinces frappées par le virus sont les plus peuplées de la RDC et elles enregistrent une forte mobilité des populations à cause de ces conflits, explique Jean-Jacques Muyembe, directeur de l'Institut national de recherche biomédicale de Kinshasa. Et les équipes médicales qui viennent les aider rencontrent de l'hostilité. »

De fait, dans ces régions, on se méfie d'un gouvernement incapable d'assurer stabilité et sécurité. Et la situation s'est encore dégradée en début d'année, suite aux élections présidentielles controversées. Quand les malades voient soudainement arriver les équipes des ONG masquées et vêtues de combinaisons intégrales, qui travaillent dans des camps médicaux sous haute surveillance, beaucoup préfèrent fuir. « Ces populations sont aux prises avec un conflit armé qui, selon leur perspective, n'a pas été priorisé. Depuis 2014, les meurtres, les pillages, les enlèvements se multiplient, et la réponse

Activités de décontamination menées par le personnel de Médecins sans frontières à Kalunguta (zone de santé de Butembo), dans la province du Nord-Kivu, en RDC. Photo : Alexis Huguet, 24 novembre 2018.



VSV-ZEBOV



Équipement de protection individuelle contre Ebola du personnel de Médecins sans frontières en RDC. Photo : Gabriele François Casini, 17 décembre 2018.

de la communauté internationale restait timide. Au contraire, quand l'épidémie a été annoncée, de nombreux employés de l'ONU et d'ONG sont venus constater la gravité de la situation », raconte Martine Villeneuve, chef de mission de l'ONG Danish Refugee Council en RDC.

Ces interventions, perçues comme disproportionnées, alimentent le moulin à rumeurs. Ainsi, certains pensent que la maladie est une invention des humanitaires pour faire de l'argent ; d'autres que le vaccin est dangereux ; d'autres encore qu'on laisse les malades mourir de faim dans les centres de traitement.

Pour ajouter à cette incompréhension, les rites funéraires ont été abolis au profit d'enterrements sécurisés. La toilette rituelle du corps contribuait à répandre le virus. « Mais dans un climat d'insécurité permanente, convaincre les gens de changer leurs habitudes en raison d'un risque infectieux n'est pas aisé », ajoute celle dont l'organisme se trouvait en poste dans la région avant l'écllosion de l'épidémie, affecté notamment à la reconstruction d'écoles. « Nous apportons aussi un soutien psychologique aux familles éprouvées par la maladie. Le dialogue avec les communautés joue un rôle capital dans la réponse. Mais c'est beaucoup plus facile à dire qu'à faire ! »

Le vent tourne doucement. « Les centres de traitement d'Ebola sont considérés comme des mouiroirs, donc les gens préfèrent garder leurs malades à domicile, ce qui entretient malheureusement les chaînes de transmission du virus. Grâce aux traitements expérimentaux, on voit désormais des malades entrer dans les centres et en sortir guéris. La confiance renaît dans les

Grâce aux  
traitements  
expérimentaux,  
on voit désormais des  
malades entrer dans  
les centres et en sortir  
guéris. La confiance  
renaît dans les  
communautés.


communautés, qui ne cachent plus les malades dans les maisons », mentionne Jean-Jacques Muyembe, qui coordonne l'essai clinique sur ces traitements providentiels.

Comment contrer, en parallèle, le manque d'information, qui nourrit les réticences des populations et fragilise la réponse sanitaire ? C'est justement ce que cherche à savoir Jude-Mary Cénat. Ce professeur adjoint de l'École de psychologie de l'Université d'Ottawa dirige un projet visant à élaborer des trousseaux de prévention et d'intervention psychosociale en collaboration avec les organismes sur le terrain et les communautés.

« En tenant compte des facteurs culturels et sociaux, les trousseaux seront basés sur les besoins réels des gens et les aideront à prendre conscience des comportements à risque. Beaucoup d'outils existants ont été conçus sur la peur, mais quand il n'y a plus d'épidémie, ils ne fonctionnent plus », souligne-t-il.

Avant d'y parvenir, ce chercheur ayant travaillé sur la résilience dans plusieurs pays souhaite évaluer les conséquences de la fièvre Ebola sur la santé mentale des survivants. Son enquête, menée en partenariat avec les universités de Kinshasa et de Lubumbashi, se concentrera sur les plus vulnérables, notamment les orphelins et les femmes, premières victimes. « Il m'a été rapporté que beaucoup de femmes qui ont contracté le virus ont été chassées de leur communauté », dit-il.

Les données sont recueillies depuis janvier par des enquêteurs locaux dans la province de l'Équateur, siège d'une autre épidémie d'Ebola en mai 2018. « Comment les victimes se reconstruisent-elles après un tel drame ? Quelles sont les ressources personnelles et communautaires disponibles et créatrices d'aptitudes résilientes ? Et comment les habitants vivent-ils la récurrence des flambées épidémiques ? » se demande-t-il.

La République démocratique du Congo subit actuellement sa 10<sup>e</sup> épidémie d'Ebola et n'est pas au bout de ses peines. Si la prévention vaccinale et de meilleurs traitements sont une priorité absolue, ces mesures ne doivent pas occulter le besoin de bâtir un pont entre les intervenants et les populations. Un tel dialogue ne pourra s'établir que sur le long terme, loin de la panique et de l'état d'urgence. 

*Tous les travaux de recherche décrits dans cet article et la production de ce reportage ont été rendus possibles grâce au soutien du Centre de recherches pour le développement international.*

# L'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE À LA PORTÉE DE TOUS



Économisez  
jusqu'à 51%  
sur le prix en  
kiosque

1 AN > 8 numéros > 36 \$  
2 ANS > 16 numéros > 58 \$  
3 ANS > 24 numéros > 81 \$  
(plus taxes)

Aussi offert en  
édition numérique  
**1 AN > 25 \$\***  
\*Gratuit pour les abonnés  
à l'édition imprimée

**ABONNEZ-VOUS!**

[quebecscience.qc.ca/abonnez-vous](http://quebecscience.qc.ca/abonnez-vous)  
514 521-8356 - 1 800 567-8356, poste 504

# VIVE LES COMMUNS!

**MARIE-SOLEIL L'ALLIER CONSACRE SA THÈSE DE DOCTORAT AUX « COMMUNS » URBAINS, UN RÉGIME DE PARTAGE QUI A LE VENT EN POUPE À L'HEURE DES DÉFIS ENVIRONNEMENTAUX.**



PHOTO : JEAN-FRANÇOIS HAMELIN

**L**a ville de Gand, en Belgique, mérite sans peine le titre de capitale mondiale de la mise en commun ou *commoning*. En 2017, on y trouvait près de 500 projets de « communs » urbains, comme des jardins communautaires, des bibliothèques d'outils et des ateliers de fabrication collaboratifs. C'est 10 fois plus qu'il y a une décennie, peut-on lire dans un rapport commandé par la ville de 300 000 habitants. De fait, la mise en commun de la gestion de ressources par des groupes de résidents y est si avancée qu'il est possible de satisfaire n'importe quel besoin grâce à elle, souligne Marie-Soleil L'Allier, étudiante au doctorat en sciences de l'environnement à l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Du prêt de perceuses aux coopératives d'habitation en passant par la gestion de bâtiments publics et la mobilité partagée, la notion de propriété y est revue et corrigée. « À Gand, les communs représentent une troisième voie à l'État et au marché privé », résume celle qui était à Barcelone, une autre ville très portée sur le *commoning*, lorsque *Québec Science* l'a interviewée.

Si Marie-Soleil L'Allier parcourt ainsi le monde, c'est parce qu'elle étudie l'apport des projets fondés sur les communs à la transition écologique, cette idée selon laquelle une refonte du modèle économique et social est nécessaire pour faire face aux enjeux climatiques. Son objectif : faire avancer les connaissances sur un sujet qui a été très peu exploré jusqu'à maintenant dans la littérature scientifique. « Je souhaite tout d'abord dresser un bilan comparatif d'initiatives québécoises et européennes, comme celles de Gand. Puis je sélectionnerai une dizaine de cas d'ici comme d'ailleurs afin de les étudier plus en profondeur », explique celle qui peut compter sur l'une des 15 bourses accordées annuellement à des doctorants en sciences humaines et sociales par la Fondation Pierre Elliott Trudeau.

## LA TÊTE DE L'EMPLOI

Marie-Soleil L'Allier ne se destinait pourtant pas à une carrière universitaire. Titulaire d'un baccalauréat en informatique et génie logiciel, elle a travaillé pendant une dizaine d'années dans ce domaine avant de frapper un mur. « J'ai souffert d'épuisement professionnel, laisse-t-elle tomber. Cet arrêt forcé m'a permis de réfléchir au sens que je donne au travail et de constater qu'il n'était pas en adéquation avec mes valeurs. » Écologiste convaincue, elle décide de tout lâcher pour effectuer un retour aux études à la maîtrise en sciences de l'environnement à l'UQAM à l'âge de 36 ans. Rapidement, la question des entre-

# Les questions de Rémi Quirion

SCIENTIFIQUE EN CHEF DU QUÉBEC\*

## RQ : Quels sont les défis et les gains d'un retour aux études à 36 ans, après 10 ans sur le marché du travail ?

MSL : Le principal défi a été le changement de mode de vie ! Revenir à un revenu d'étudiant a demandé quelques ajustements. J'ai alors eu l'occasion de découvrir la démarche zéro déchet et de me (re)définir autrement que par ma consommation !

Un retour aux études est souvent précédé d'une période d'introspection. Qu'est-ce que j'ai envie de faire ? Quelles sont mes forces ? Comment puis-je les utiliser pour contribuer au bien commun ? Par conséquent, le choix de la discipline est davantage en harmonie avec qui l'on est et qui l'on veut devenir.

## RQ : À titre de chercheuse-entrepreneure, quels leviers ont été favorables dans la création de l'épicerie zéro déchet LOCO ?

MSL : En fait, les rythmes de la recherche et de l'entrepreneuriat sont extrêmement difficiles à conjuguer ! Alors que le premier exige du temps pour la réflexion, le second nécessite plutôt de la rapidité et de la réactivité, en plus d'envahir tout l'espace mental ! Le principal levier a donc été d'avoir une équipe de fondatrices chercheuses-entrepreneures. Certaines se sont spécialisées dans les opérations et la gestion des épiceries, et d'autres dans des activités de recherche. De plus, nous avons bénéficié d'un très bon accompagnement du Centre d'entrepreneuriat ESG UQAM.

Il faut aussi préciser que LOCO est un incroyable laboratoire d'expérimentation. Nous pouvons à la fois y tester et mettre en pratique des théories et connaissances scientifiques, et prendre du recul afin de favoriser les apprentissages.

## RQ : À la tête des entreprises engagées dans la transition écologique, il y a des entrepreneurs tout aussi convaincus. Quelles sont les principales qualités de ces gestionnaires ?

MSL : D'abord, une compréhension profonde des crises écologiques et climatiques que nous rencontrons. Ce point est primordial, car il détermine le type de solution élaborée par l'entrepreneur. Nous ne sommes plus à l'époque où il fallait simplement polluer moins, recycler et faire attention. Aujourd'hui, il faut passer d'une économie qui détruit la nature à une économie qui protège la nature et en prend soin. Si l'on ne comprend pas cela, il est impossible d'imaginer des solutions qui régleront les problèmes à la source.

Ensuite, il faut être extrêmement motivé et persévérant. L'entrepreneur de la transition s'engage à changer un système sur lequel il n'exerce pas d'influence, mais son succès se mesure à sa capacité de le rendre plus soutenable. Pour y parvenir, l'entrepreneur doit effectuer un travail colossal des points de vue tant cognitif, institutionnel et économique que politique.

\* Le scientifique en chef du Québec conseille le gouvernement en matière de science et de recherche, et dirige les Fonds de recherche.

Québec  
Fonds de recherche – Nature et technologies  
Fonds de recherche – Santé  
Fonds de recherche – Société et culture

scientifique-en-chef.gouv.qc.ca  
facebook.com/SciChefQC

prises qui prennent le virage écologique la fascine. « À l'époque, il était beaucoup question d'entreprises qui contribuent, par leurs actions, à migrer vers une économie verte. J'ai décidé de mettre à l'épreuve ce discours », raconte-t-elle.

Première étape : brosser un portrait de l'entreprise type engagée dans la transition écologique. À l'issue de cet exercice, elle dégage plusieurs grands critères qui permettent de définir cette « nouvelle » génération d'entreprises. Parmi eux, une compréhension de la gravité de la crise environnementale, une volonté d'atteinte d'équité et de justice sociale, de même qu'une adhésion à une redéfinition profonde de la notion de croissance. Armée de ce filtre d'analyse, Marie-Soleil L'Allier a ensuite réalisé un sondage auprès de 38 PME de l'économie verte du Québec. Le but : les situer sur un continuum allant de celles implantées au cœur des régimes sociotechniques dominants (comme l'utilisation de l'automobile traditionnelle comme moyen de transport le plus répandu) jusqu'à celles répondant à la définition de l'entreprise de la transition écologique, peut-on lire dans son mémoire de maîtrise. « Au final, 14 répondaient assez bien à l'idéal type, même si aucune entreprise n'était parfaite », rapporte-t-elle.

À quelques mois de la fin de ses études de deuxième cycle, en 2014, Marie-Soleil L'Allier savait déjà que sa place était au doctorat et non dans l'unité de développement durable d'une grande entreprise. Pourtant, c'est la casquette d'entrepreneure qu'elle finit par porter, à titre de cofondatrice de la chaîne de magasins d'alimentation zéro déchet LOCO, la première du genre au Québec. Dans ce commerce, les clients apportent des contenants réutilisables pour transporter leurs achats, que ce soit du riz ou du savon à vaisselle. « Un soir autour d'un verre, trois copines et moi, toutes étudiantes aux cycles supérieurs, avons lancé l'idée folle de révolutionner la façon dont les Québécois font leur épicerie. Le lendemain, on se lançait vraiment dans ce projet », se souvient-elle. Deux ans plus tard, un premier LOCO ouvrait ses portes sur la rue Jarry Est, à Montréal. Depuis, deux autres adresses à Verdun et à Brossard ont vu le jour. Pour la doctorante, cela a été l'occasion de mettre en pratique des concepts théoriques. Mais surtout de s'engager. « C'est la seule manière de combattre le cynisme. Le zéro déchet, à mes yeux, est un chemin vers une nouvelle mentalité au potentiel transformateur. »

Dans sa thèse, Marie-Soleil L'Allier compte relater la vaste histoire du concept des communs – il remonte à la Rome antique (*res communes*), puis a été bouleversé tour à tour par l'arrivée du capitalisme moderne et par l'avènement du numérique. En outre, elle souhaite mettre le doigt sur les conditions gagnantes qui expliquent le succès de certains de ces projets à Gand et à Barcelone. Pour ce faire, la scientifique analysera notamment leur relation avec les municipalités de même que le soutien offert par ces dernières, indique Jonathan Durand-Folco, professeur à l'École d'innovation sociale de l'Université Saint-Paul, à Ottawa, et codirecteur de la thèse de l'étudiante. « Les travaux de Marie-Soleil permettront de repenser autrement la transition écologique, fait-il remarquer. C'est un sujet de la plus grande importance et, cela, la Fondation Pierre Elliott Trudeau l'a bien compris. » Par Maxime Bilodeau



VISITER



INGENIUM – MUSÉE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE DU CANADA

## Courons au musée!

Quand j'ai retrouvé mon amoureux après avoir flâné (lire : m'être éclatée) en solo dans les salles d'exposition du Musée des sciences et de la technologie du Canada, à Ottawa, il était un peu alarmé. Ma fille de trois ans venait, encore, d'échapper à sa vigilance pour retourner voir la locomotive à vapeur grandeur nature. Comment lui en vouloir, sachant que c'est l'attraction la plus populaire du lieu?

Une fois réunis, nous avons poursuivi l'exploration des quelque 3 000 artefacts du Musée, qui s'est refait une beauté en 2017. Avec une superficie de 7 400 m<sup>2</sup>, pas étonnant que certains prennent quatre heures à le parcourir!

Dans ce musée ludique, tous nos sens sont en éveil. On nous invite à frapper sur un casque de hockey avec une masse pour observer la force de l'impact, à piloter un vaisseau spatial, à tester une chambre anéchoïque – qui empêche le son de rebondir sur les murs – et à découvrir les illusions d'optique avec la *Cuisine bizarre +*, nausées en prime. La *Cuisine bizarre* est l'installation interactive la plus ancienne de l'endroit; elle s'y trouve depuis 1967.

Le week-end, le Musée grouille de vie et on se demande comment, après avoir absorbé autant d'information, les enfants trouvent encore de l'énergie pour courir dans ZOOOM, la salle de création. Le Musée a sûrement une explication scientifique à proposer, mais je l'ai probablement ratée en courant après ma petite curieuse.

**Musée des sciences et de la technologie du Canada, à Ottawa, [ingeniumcanada.org/fr/mstc](http://ingeniumcanada.org/fr/mstc)**



ÉCOUTER

## La vie après la mort

L'auteure Taous Merakchi était fascinée par le trépas, tout comme son père. À la mort de ce dernier, elle a cherché à comprendre ce qui se passe une fois le dernier souffle rendu. Elle aborde ce sujet délicat en toute intimité avec le balado *Mortel* qui, au fil des épisodes, lève un peu plus le voile sur les mystères de la mort. Une thanatopractrice et une médecin légiste se confient ainsi sur leur manière de voir leur pratique, et les rites d'ici et d'ailleurs sont racontés. Une autre superbe production de la compagnie française Nouvelles Écoutes.

[nouvellesecoutes.fr/mortel](http://nouvellesecoutes.fr/mortel)

PHOTOS: SHUTTERSTOCK





BBC 2016

## Un sujet musclé

Si les athlètes ont recours aux stéroïdes et à d'autres substances dangereuses pour améliorer leurs performances, les sportifs du dimanche aussi les reluquent, dans l'espoir de développer une charpente aussi massive que celle de l'acteur Dwayne Johnson. Toutefois, peu de gens sont conscients des dommages irréversibles que leur consommation peut causer à leur corps et leur mémoire.

Dans le documentaire *Dopage, la victoire à tout prix?*, le toujours divertissant Xand van Tulleken, animateur et médecin britannique, s'entretient avec d'ex-drogués du sport, teste les techniques pour échapper aux contrôles et présente les récentes innovations en matière de dopage. Parmi celles-ci, on découvre la stimulation crânienne et le dopage génétique, qui permet de prendre du muscle sans avoir à lever un seul haltère. À écouter avec notre adolescent et futur olympien ou avec notre douce moitié qui carbure à l'entraînement physique.

**Dopage, la victoire à tout prix?**, le mercredi 20 février à 22 h, en primeur à ICI Explora.

## LIRE

### Science, fiction

Une biologiste déterminée à poursuivre l'observation scientifique de ce monde à la dérive; des parasites qui se multiplient et colonisent les êtres vivants; des monstres sous-marins infestant les alentours d'un village flottant: ils se côtoient tous dans l'envoûtante fiction dystopique *Faunes*. Dans cet univers, la nature vorace s'adapte pour survivre et reprendre ses droits sur l'humain. L'atmosphère brumeuse, moite, poétique et charnelle qu'a créée Christiane Vadnais est obsédante à souhait. Avec ce premier livre, l'auteure fait une solide impression.

**Faunes**, par Christiane Vadnais, Éditions Alto, 137 p.



## OFFRIR

### Cuisine laboratoire

Le jus peut-il remplacer un fruit? Pourquoi le cerveau gèle-t-il quand on boit une sloche? Pourquoi certains aliments « produisent-ils » de petites mouches? Ce ne sont là que quelques-unes des questions auxquelles répond *Explique-moi... les aliments*, un livre éducatif destiné aux chefs en herbe. Rempli d'astuces et de recettes (dont un attrayant gâteau multicolore), il amène les jeunes dans les coulisses de l'alimentation. L'ouvrage contient également des expériences franchement amusantes démythifiant la chimie alimentaire. On le suggère à partir de huit ans — quoique ma fille de trois ans l'adore et le demande avant le dodo. Préparez-vous à ce que vos sous-chefs proposent leur « aide » à l'heure des repas!

**Explique-moi... les aliments**, par Ricardo Larrivée et Jade Bérubé, Éditions Auzou, 130 p.



## LIRE

### Quand les cerveaux s'affrontent



Dans *La plus belle histoire de l'intelligence*, les scientifiques français Stanislas Dehaene et Yann Le Cun entament une fascinante discussion sur l'intelligence. On y apprend que les nouveau-nés ont un étonnant sens mathématique, que les huîtres sont dotées d'une prémisse d'intelligence, on découvre ce qu'il faut avoir pour être stupide et que les ordinateurs ne devraient pas se tourner contre nous (fiou). On se couche plus brillant.

**La plus belle histoire de l'intelligence**, par Stanislas Dehaene, Yann Le Cun et Jacques Girardon, Éditions Robert Laffont, 286 p.



### Un Douglas inconsolable

La forêt de Port Renfrew, sur l'île de Vancouver, abrite Big Doug le solitaire, le deuxième sapin de Douglas au Canada pour la taille. Son âge? Quelque part entre 500 et 1 000 ans. Quand le bûcheron Dennis Cronin l'a aperçu en 2011, impressionné par sa prestance, il l'a protégé des scies mécaniques en l'entourant d'un ruban. Les arbres voisins n'ont pas eu cette chance et Doug trône aujourd'hui, seul, au milieu des décombres.

*Big Lonely Doug: The Story of One of Canada's Last Great Trees* revient sur l'histoire de ce colosse. L'ouvrage jette un regard scientifique sur l'importance de ces véritables cathédrales pour les écosystèmes côtiers et l'industrie du bois. Un récit nuancé et poignant qui nous fait voir à quel point les éléments sont interreliés sous la canopée.

**Big Lonely Doug: The Story of One of Canada's Last Great Trees**, par Harley Rustad, House of Anansi Press, 315 p.

# VOYAGEZ

libre comme l'air!

PLUS DE  
**70**  
—  
DESTINATIONS



### FORMULE EN LIBERTÉ :

destinée aux cyclistes autonomes. Plusieurs destinations vous sont offertes à la date de votre choix.



### FORMULE GROUPE SUR MESURE :

le plaisir de rouler avec les vôtres !  
Décidez de la date, destination et durée.

## DESTINATIONS SOLEIL › CUBA

### Varadero en boucles

› 31 mars au 7 avril

### Holguín en boucles

› 7 au 14 avril  
› 14 au 21 avril

## EUROPE

### Majorque

› 27 avril au 12 mai

### Algarve

› 7 au 22 juin

### Riviera italienne

› 23 mai au 7 juin

### La Rochelle-Bordeaux

› 14 au 29 juin

### Piémont

› 2 au 17 juin

### Alsace

› 15 au 30 juillet

## AMÉRIQUE

### Five Boro Bike Tour

#### New York

› 3 au 5 mai

### Cape Cod

› 11 au 16 mai

### Virginie

› 4 au 12 mai

### Baie Georgienne

› 22 au 29 juin

Rêvez, réservez !

[veloquebecvoyages.com](http://veloquebecvoyages.com)

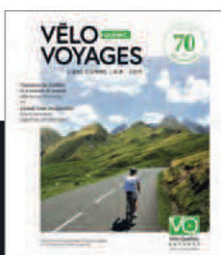
514 521-8356 • 1 800 567-8356, poste 506

Photo : Patrick De Rosa



Vélo Québec  
VOYAGES

Titulaire d'un permis du Québec



Demandez notre  
brochure 2019!



# La biodiversité dans l'ombre du climat

**L**es humains – vous et moi – ne représentent que 0,01 % (oui, oui, un centième de pourcentage) de la biomasse terrestre totale, selon certaines estimations récentes. Pourtant, malgré ce faible poids du nombre, notre incidence sur l'environnement, elle, ne l'est pas.

Nul besoin ici de rappeler à quel point l'homme et la femme modernes (et même nos ancêtres moins « modernes ») ont façonné leur environnement. Nous l'avons fait à un point tel que nous sommes désormais entrés dans une ère géologique où nous sommes considérés comme une véritable force de la nature. Bienvenue dans l'Anthropocène !

Parmi les manifestations incontestables de cette nouvelle ère, il y a bien sûr le dérèglement climatique, mais aussi la perte de biodiversité, une catastrophe annoncée qui monopolise peu, ou du moins pas assez, notre attention. Avec les épisodes de chaleur suffocante, les incendies de forêt ravageurs et les ouragans meurtriers, tous les regards se portent sur le climat. Pourtant, le Forum économique mondial (vous avez bien lu) classe la perte de biodiversité et l'effondrement des écosystèmes terrestres parmi les 10 risques ayant les répercussions globales les plus importantes.

Pourquoi ? Principalement parce que les activités qui occasionnent cette perte accélérée – dont l'étalement urbain, les changements climatiques et, avouons-le, nos systèmes de production et de consommation – contribuent directement au dérèglement des écosystèmes naturels qui constituent la pierre angulaire de notre quotidien. Alors que vous cogiterez sur ces derniers mots tout en avalant votre gorgée de café, peut-être apprécierez-vous d'autant plus cette boisson sachant qu'elle ne pourrait exister sans la diversité des insectes pollinisateurs qui participent à sa production... comme ils le font pour 75 % des cultures vivrières mondiales d'ailleurs.

Que nous propose la communauté scientifique afin de freiner un tant soit peu l'hécatombe associée à la perte de biodiversité ? L'IPBES.

Grosso modo, l'IPBES ou Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques est à la science de la biodiversité et aux écosystèmes ce que le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est à la science du climat. Chapeauté par l'Organisation des Nations unies, ce regroupement de scientifiques indépendants a pour mission de renforcer les liens entre la science et la politique afin de protéger nos derniers îlots de biodiversité.

Active depuis 2012, l'IPBES marquera un grand coup en mai prochain, lorsqu'elle dévoilera l'état des lieux de la biodiversité

mondiale – le premier exercice du genre depuis 2005. À l'instar des grandes évaluations du GIEC, ce rapport devrait aiguiller les décideurs internationaux quant à l'étendue des efforts à consacrer pour limiter la portée des dommages.

Si l'IPBES a été créée près de 25 ans après le GIEC, cette arrivée tardive aura néanmoins permis de s'appuyer sur les bons (et moins bons) coups du GIEC, notamment en intégrant l'apport de scientifiques issus des sciences sociales aux processus de la plateforme tout en faisant une place aux savoirs autochtones (non sans difficulté). Cela n'élimine pas *de facto* les tensions qui se manifestent lors de discussions savantes. La frustration est ainsi palpable quand il est question du mode de fonctionnement de cette unité aux saveurs onusiennes ou encore de la définition même de l'apport de la nature à l'humain.

D'ailleurs, alors que les indicateurs de la biosphère tournent au rouge, certains pourraient être tentés de dire que l'heure n'est plus aux longues délibérations inhérentes à ces processus ultrabureaucratiques, aussi crédibles soient-ils. Encore mieux : pourquoi ne pas investir toutes nos énergies dans cet enjeu colossal qui menace les fondations mêmes de la vie sur terre ? Mais cela signifie-t-il qu'il faille diminuer nos efforts dans la lutte contre les changements climatiques ? Devant l'urgence, sur quel front devrait-on agir en priorité ?

En fait, il ne s'agit pas d'opposer les efforts requis destinés à limiter les conséquences du dérèglement climatique et ceux déployés pour préserver la biodiversité. Ne faudrait-il pas plutôt juxtaposer ces initiatives quelque peu symbiotiques ? C'est ce que tâchent d'accomplir les professeurs Andrew Gonzalez, de l'Université McGill, et Jérôme Dupras, de l'Université du Québec en Outaouais, qui cherchent à concevoir et évaluer des réseaux écologiques résilients dans la région du grand Montréal. Leur but : maintenir des écosystèmes favorisant une riche biodiversité tout en permettant d'atténuer les contrecoups des changements climatiques et de mieux s'y préparer.

Anthropocène exige, le temps est donc à l'intégration rapide des connaissances scientifiques aux politiques nationales et internationales et, surtout, à leur mise en œuvre. Nous ne pesons peut-être pas beaucoup dans la balance du vivant sur terre, mais notre force de frappe est loin d'être négligeable, voire négative. À nous d'en prendre conscience et de nous assurer que nos connaissances scientifiques acquises ne s'ajoutent pas à la liste des espèces en voie de disparition, mais sont utilisées à bon escient !



*Les opinions exprimées dans cette chronique n'engagent que leur auteur.*

# RÉTROVISEUR

L'HISTOIRE DES SCIENCES VUE PAR SATURNOME

En 1911, Marie Curie reçoit son deuxième prix Nobel notamment pour l'isolation du radium.



Oh yeah!

CLAP CLAP CLAP CLAP CLAP CLAP

C'est alors que commence la production industrielle de radium. On le sait aujourd'hui, la radioactivité a son utilité, mais on en connaît surtout les dangers.



Il fait chaud là-dedans!

Mais en l'absence de ce savoir scientifique, les industriels avaient d'autres idées en tête.

Comme vendre au grand public une foule de produits radioactifs, bien sûr!

Le chocolat radioactif! Redonne de la vigueur!



Les sous-vêtements radioactifs! Vous gardent au chaud!



Des suppositoires! Pour gagner en vitalité...?

Des produits de beauté! Dites adieu aux rides!



Des cigarettes! Pour... être... vraiment sûr d'avoir le cancer...?



Le radium était la panacée de son époque, mais évidemment, lorsque des gens se sont mis à souffrir de problèmes de santé, ces produits ont disparu.

Ça aura tout de même pris des décennies.



Eben Byers, géant de l'industrie sidérurgique, buvait trois bouteilles par jour de «Radithor», un produit radioactif censé rallonger la vie. Il meurt tôt de plusieurs cancers.



Un procès célèbre aux États-Unis fut gagné par des femmes qui peignaient des montres pour rendre leur cadran luminescent.



Elles meurent jeunes et leurs tombes sont encore radioactives aujourd'hui. Mais elles ont pavé la voie à une sécurité accrue des produits vendus aux consommateurs.



Saturnome



LES PRIX DU QUÉBEC  
culture • science

## Découvrez les lauréats 2018

Les Prix du Québec constituent la plus haute distinction gouvernementale en culture et en science et récompensent chaque année des carrières exceptionnelles dans ces domaines.

Le prix Relève scientifique est remis à une personnalité de 40 ans ou moins s'étant illustrée en science.



**Gilbert Laporte**  
Prix Marie-Victorin

.....  
Recherche opérationnelle  
et science de la décision



**Francine de Montigny**  
Prix Marie-Andrée-Bertrand

.....  
Santé psychosociale  
des familles



**Anne Bruneau**  
Prix Armand-Frappier

.....  
Systématique et évolution  
des plantes



**Jérôme Dupras**  
Prix Relève scientifique

.....  
Économie écologique



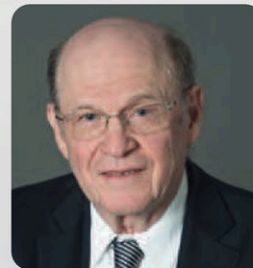
**Jean Caron**  
Prix Lionel-Boulet

.....  
Physique et hydrodynamique  
des sols



**Yves Gingras**  
Prix Léon-Gérin

.....  
Histoire et sociologie  
des sciences



**Nahum Sonenberg**  
Prix Wilder-Penfield

.....  
Régulation de l'expression  
génétique

**CONNAISSEZ-VOUS UNE PERSONNE MENANT  
UNE CARRIÈRE EXCEPTIONNELLE EN SCIENCE?**

**Soumettez sa candidature d'ici le 25 mars 2019!**

#PrixduQuébec | [prixduquebec.gouv.qc.ca](http://prixduquebec.gouv.qc.ca)

Québec

# PARC NATIONAL DU MONT-MÉGANTIC

- Nouveau film *Émergence* été 2019
- Nouvelle expérience de réalité virtuelle été 2019
- Nouvelle salle multimédia avec projecteur 4K
- Spectacle Lune : 50e anniversaire de Apollo 11
- Festival d'astronomie juillet 2019
- Perséides août 2019