

10 INVENTIONS
QUÉBÉCOISES QUI
DÉCOIFFENT!

LA DÉPRESSION,
CE MAL
INSAISSISSABLE

QUÉBEC SCIENCE

OCTOBRE-NOVEMBRE 2019

PRÊTS POUR LA PROCHAINE PANDÉMIE ?

Elle pourrait arriver plus vite qu'on le pense.

GRIPPE, EBOLA, SRAS

Les pires virus de la planète sont sous surveillance.

Décembre 1918.
La grippe espagnole sévit et des policiers de Seattle patrouillent, visages masqués.

OCTOBRE-NOVEMBRE 2019 10



MESSAGERIES DYNAMIQUES 10682

6,95\$

PORTES OUVERTES

Maîtrises
Doctorats
Stages de 1^{er} cycle

2 NOVEMBRE 2019

**Apprendre
par la
recherche**

**IN
RS**

Institut national
de la recherche
scientifique

**INRS.CA/
portesouvertes**

Marjolaine Noël
Étudiante

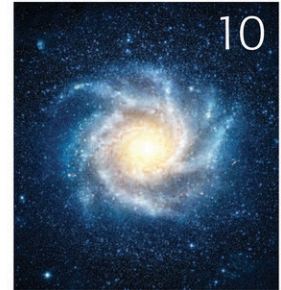
PHOTO @LAÉTITIA BOUDAUD

SOMMAIRE



En 1918, la pandémie de grippe espagnole fauchera plus de 50 millions de vie, un nombre cinq fois plus élevé que celui de soldats tués pendant la Grande Guerre.

COUVERTURE : WIKIMEDIA COMMONS, PHOTOMONTAGE : QS



EN COUVERTURE

34 Prêts pour la prochaine pandémie?

Dans le laboratoire le plus sécurisé du Canada, des microbiologistes surveillent de près les pires pathogènes de la planète. Le but : répondre au mieux à la prochaine grande épidémie, qui se produira peut-être plus rapidement qu'on le pense.

REPORTAGES

17 Dix inventions qui décoiffent

On dévoile des technos créées au Québec qui ont l'ambition de rendre notre monde plus intelligent, plus vert, plus efficace et, pourquoi pas, plus amusant!

28 La dépression, ce mal insaisissable

Si l'on a tant de mal à soigner cette maladie, c'est parce que ses mécanismes échappent encore aux chercheurs. Pourquoi?

42 Le garde-manger des Québécois se meurt

Si rien n'est fait, les terres qui produisent la moitié de nos légumes pourraient disparaître d'ici 50 ans.

SUR LE VIF

6 LE CABINET DES CURIOSITÉS

On visite la plus ancienne pépinière publique du Québec, où germent les forêts de demain.

8 LE KOMBUCHA, UNE JUNGLE COMPLEXE

Des études récentes se sont penchées sur cette boisson populaire pour en évaluer les risques et les bienfaits.

10 LA MATIÈRE NOIRE PRÉCÈDE-T-ELLE LE BIG BANG?

Une théorie audacieuse pourrait insuffler un nouvel élan à la quête de cette matière mystérieuse.

11 SAINT-LAURENT : ET SI UN DÉVERSEMENT PÉTROLIER SURVENAIT?

Une simulation numérique révèle l'ampleur d'un possible désastre.

14 EMPORTÉS PAR LA FOULE

La foule est-elle un monstre incontrôlable ou une source d'intelligence collective? Entrevue avec le chercheur Mehdi Moussaïd.



4 **Éditorial** Par Marie Lambert-Chan | 5 **Mots croisés** | 9 **Carnet de santé** Par Alexandra S. Arbour

11 **Technopop** Par Chloé Freslon | 13 **Polémique** Par Jean-François Cliche | 46 **Culture** Par Émilie Folie-Boivin

49 **Anthropocène** Par Jean-Patrick Toussaint | 50 **Rétroviseur** Par Saturnome



MARIE LAMBERT-CHAN  @MLambertChan

Éditorial

Cadeaux empoisonnés

Des scientifiques paient le prix pour avoir accepté des dons du prédateur sexuel Jeffrey Epstein. Tirons-en des leçons.

Profiteriez-vous des largesses d'un millionnaire qui a agressé et exploité sexuellement des dizaines de filles, certaines âgées d'à peine 13 ans? Dons en argent, voyages à bord d'un jet privé, séjours dans des propriétés luxueuses, dîners arrosés au Dom Pérignon : voilà ce que le magnat Jeffrey Epstein a offert à des chercheurs et des universités pendant plus de 20 ans.


Reconnu coupable en 2008 d'avoir sollicité des prostituées mineures, il a passé 13 mois en prison, alors qu'il encourait une peine à vie – un accord controversé dévoilé en 2018 par le *Miami Herald*. L'été dernier, Jeffrey Epstein était de retour devant la justice, accusé cette fois de trafic sexuel. En attente de son procès, il s'est suicidé en prison. Depuis, les révélations se succèdent. L'homme d'affaires a su tisser une toile d'influence impressionnante sur la scène scientifique. En personne ou à travers l'une de ses nombreuses fondations, il a cultivé des liens avec le généticien George Church, le mathématicien Martin Nowak, le paléontologue Stephen Jay Gould, le psychologue Steven Pinker, les physiciens Seth Lloyd, Kip S. Thorne et Lee Smolin, et même le regretté Stephen Hawking, pour ne nommer que ceux-là. Il a fait pleuvoir des milliers, voire des millions de dollars sur les universités Harvard, de la Colombie-Britannique et de l'Arizona ainsi que sur le Massachusetts Institute of Technology (MIT). Il a financé en partie le magazine scientifique *Nautilus*. Et il a énormément donné au MIT Media Lab, un prestigieux laboratoire. Pendant des années, son directeur Joi Ito aurait anonymisé une partie des dons de Jeffrey Epstein afin de ne pas attirer l'attention sur ce lien philanthropique douteux. Devant l'opprobre, Joi Ito a démissionné début septembre.

D'autres ont tenté de s'en sortir avec des excuses. George Church a blâmé « la vision en tunnel propre aux *nerds* » – comme si les chercheurs avaient la tête trop occupée pour faire preuve d'esprit critique à l'endroit de leurs donateurs. L'une des rares chercheuses à graviter dans l'orbite de Jeffrey Epstein, l'oncologue Doris Germain, a déclaré que, si elle avait connu le passé du magnat, elle aurait refusé ses dons. « Mais, a-t-elle ajouté, qu'en est-il des autres personnes qui donnent de l'argent aux fondations? On ne sait pas ce qu'elles font. Tout est propre? Je ne sais pas. » Plaider l'ignorance

est carrément odieux. Les détails de la vie scabreuse de Jeffrey Epstein, surtout à la suite de sa condamnation en 2008, se trouvent en quelques clics sur le Web.

Dans cette sordide affaire, il s'en trouve pour dire que Jeffrey Epstein a quand même fait une bonne action en finançant la recherche. Mais la philanthropie n'est pas un commerce d'indulgences : on ne commet pas un crime d'une main en tendant des billets verts de l'autre pour se racheter. En s'offrant un accès aux scientifiques, Jeffrey Epstein s'est paré d'une aura de respectabilité dont il avait bien besoin après sa sortie de prison. Qu'ils le veuillent ou non, les universités, leurs fondations et leurs chercheurs ont facilité cette réhabilitation – et ont servi de paravent à l'homme, qui continuait à abuser d'adolescentes impunément. Aujourd'hui, ils en paient le prix.

Tous doivent en tirer des leçons. Le sous-financement chronique de la science rend le milieu vulnérable aux donateurs toxiques. Jeffrey Epstein n'est pas un cas isolé; pensons seulement à la famille Sackler, qui doit sa fortune aux ventes d'OxyContin, un puissant antidouleur à l'origine de la crise des opioïdes, et qui a donné des millions de dollars à des musées et des universités, dont l'Université McGill. D'ailleurs, un programme de recherche y porte toujours le nom des Sackler.

Le milieu scientifique doit amorcer une réflexion éthique quant à la provenance de son financement privé. Les fondations ont déjà des codes de conduite, mais manifestement, cela pourrait être mieux. Que faire par exemple des dons de bienfaiteurs dont elles voudraient se dissocier? De véritables cadeaux empoisonnés, si l'on en juge les réactions dans l'affaire Epstein. Le président du MIT, Leo Rafael Reif, s'est engagé à redonner l'argent à des organismes venant en aide aux victimes d'agressions sexuelles. Au moment d'écrire ces lignes, l'administration de l'Université Harvard, elle, a décidé de conserver les dons, tout comme elle l'avait fait en 2006 quand les premières allégations contre Jeffrey Epstein avaient fait surface... Comme quoi, l'argent n'a pas d'odeur. Mais il a un formidable pouvoir : celui de faire perdre tout sens commun, même aux plus brillants. 

Rédactrice en chef

Marie Lambert-Chan

Journalistes

Marine Corniou, Mélissa Guillemette
Journaliste Web et médias sociaux
Annie Labrecque

Collaborateurs

Maxime Bilodeau, Jean-François Cliche,
Jocelyn Coulon, Emilie Folie-Boivin,
Chloé Freslon, Martine Letarte, Etienne
Plamond Emond, Martin Primeau, Alexis
Riopel, Alexandra S. Arbour, Saturnome,
Jean-Patrick Toussaint, Dominique
Wolfshagen

Correctrice-révisure Sophie Cazanave

Directrice artistique Natacha Vincent

Photographes/illustrateurs

Dorian Danielsen, Jean-François
Hamelin, Nicole Aline Legault,
Maxim Morin, Pierre-Paul
Pariseau, Michel Rouleau, Vigg

Éditrice Suzanne Lareau

Comptabilité Mimi Bensaïd

Chargée de projets, communications

marketing Maryvonne Charpentier

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

Impression Transcontinental Interweb

Distribution Messageries Dynamiques

Parution : 3 octobre 2019 (557^e 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 - 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

TOUS CANCRES EN SCIENCE?

La réflexion de Joël Leblanc sur l'échec de l'enseignement des sciences a suscité bien des réactions. En voici quelques-unes.

Étant enseignante de sciences au secondaire, je pourrais en dire long sur le sujet. Que de frustrations auxquelles plusieurs font la sourde oreille. Malgré les difficultés, il y a quand même des gens passionnés qui savent transmettre quelques notions au passage.

— Annick Simard

Augmentons les exigences quant aux compétences des futurs enseignants au primaire (le programme en enseignement est l'enfant pauvre de l'université)! Et augmentons les salaires en conséquence afin de redorer le blason de la profession et d'aller chercher les meilleurs candidats!

— Louise Laurion

L'enseignement des technosciences mérite d'être débattu, tout comme l'enseignement de la sexualité ou de l'histoire. En tant que formatrices des maîtres et chercheuses en didactique des sciences travaillant en collaboration avec des enseignantes depuis des années, nous ne partageons pas la lecture de Joël Leblanc. L'auteur trace un portrait peu flatteur, mais surtout injuste et réducteur des enseignantes du primaire en leur attribuant une incom-

pétence telle qu'elles devraient cesser d'enseigner les sciences et la technologie. Selon lui, leurs connaissances technoscientifiques sont faméliques et leur relation avec les sciences est difficile, voire pathologique. S'il est vrai que les situations d'apprentissage en sciences gagneraient dans certains cas à être plus fréquentes ou enrichies sur le plan didactique, le contexte dans lequel les enseignantes du primaire réalisent leurs activités est particulièrement difficile : manque de temps, de matériel, d'espace, etc. Cela dit, nous en sommes témoins régulièrement : les situations pertinentes et audacieuses d'enseignement des sciences sont nombreuses. D'ailleurs, une « spécialisation » dès le primaire nous priverait collectivement de la souplesse du cadre du primaire, dans lequel les enseignantes peuvent profiter des occasions fournies par les questions des élèves. Lorsqu'on prend le temps de reconnaître les bons coups réalisés en classe, on outille les enseignantes pour qu'elles aillent plus loin avec les jeunes.

Le ton condescendant et paternaliste de l'article, sans compter le conflit d'intérêts de l'auteur (M. Leblanc est fondateur de l'entreprise d'éducation scientifique Zapiens; différentes commissions scolaires sont ses clientes), ne fera rien pour améliorer la situation.

Au contraire, cela contribuera à cristalliser l'idée selon laquelle seuls les scientifiques de formation peuvent enseigner les sciences. — Chantal Pouliot et Sylvie Barma (Université Laval), Audrey Groleau (UQTR) et Sandrine Turcotte (UQO)

LA RÉPONSE DE NOTRE JOURNALISTE :

Je suis heureux de constater que mon article suscite la réflexion. Cela dit, je n'attribue pas aux enseignantes « une incompétence ». Elles disent elles-mêmes se sentir ainsi. Elles abordent aussi sans détour leurs connaissances insuffisantes et leur relation pathologique avec les sciences. Les conditions excusant cette situation (temps, matériel...) sont toutes énoncées dans mon texte. Qu'il y ait des bons coups dans certaines écoles est formidable, mais je suis triste de savoir qu'ils ne sont pas la norme. Pour le conflit d'intérêts, s'il existe, il m'est défavorable, car j'ose dépeindre un portrait peu flatteur de mes clients et je préconise un meilleur enseignement des sciences à l'école : quand ce sera le cas, je serai au chômage. Je suggère aussi, à l'image des trois derniers rapports du Conseil supérieur de l'éducation, d'améliorer la formation des maîtres. La balle est dans votre camp.

ERRATUM

À la suite de la publication de l'article « Tous des cancrs en science? » (septembre 2019), le professeur Pierre Chastenay a tenu à corriger une affirmation faite en entrevue, à savoir que 40 % des 500 enseignantes du primaire qu'il a sondées en 2015 ont déclaré ne jamais faire de science en classe. En réalité, elles sont plutôt 7 %. Et 68 % n'en font qu'une heure par semaine.

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 :
changementqs@velo.qc.ca

Écrivez-nous

courrier@quebecscience.qc.ca

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

Suivez-nous

www.quebecscience.qc.ca



Un incubateur de forêts

Dans les six pépinières exploitées par le gouvernement du Québec, les forêts de demain germent. Littéralement! Nous avons visité la plus ancienne.

Par **Mélissa Guillemette**



La pépinière forestière de Berthier, située à Sainte-Geneviève-de-Berthier, a été fondée en 1908 par l'un des deux premiers ingénieurs forestiers canadiens-français, Gustave-Clodimir Piché. En période de pointe, jusqu'à 125 employés y travaillent.

C'est un verger pas comme les autres. Oubliez les pommes les plus rouges. Ce sont les cocottes qui suscitent l'intérêt dans les

rangées d'épinettes blanches situées tout au fond des 155 hectares de la pépinière forestière de Berthier. « C'est vraiment une bonne année », dit le directeur, Conrad Drolet, en pointant les amas de cônes à la cime des résineux.

Ces cônes participeront à une grande mission : reboiser les forêts exploitées du Québec et contribuer aux programmes de captation du carbone. En tout, 150 millions d'arbres sont livrés annuellement. Il y a 94 vergers à graines dans la province, tandis que certaines semences sont récoltées directement dans la nature. « Les

récoltes commencent au mois d'août et s'étirent jusqu'en décembre », explique M. Drolet, qui travaille ici depuis 35 ans. Tous les « fruits » recueillis parviennent au Centre de semences forestières de la pépinière de Berthier.

Les semences de feuillus sont traitées en premier, à l'automne : elles sont lavées et les ailes sont retirées (pensez aux samares d'érable pour vous les représenter). Les cônes des résineux passent quant à eux dans un tambour tournant où ils sont chauffés. Cette opération permet d'ouvrir les cocottes et de récupérer les graines. Reste à enlever les ailes et à trier les semences grâce à un séparateur à l'eau : celles qui sont craquées absorbent l'eau et coulent, tandis que les bonnes flottent.

Puis un contrôle de la qualité s'impose : Geneviève Loslier y veille au laboratoire. Elle soumet de petits lots de graines à

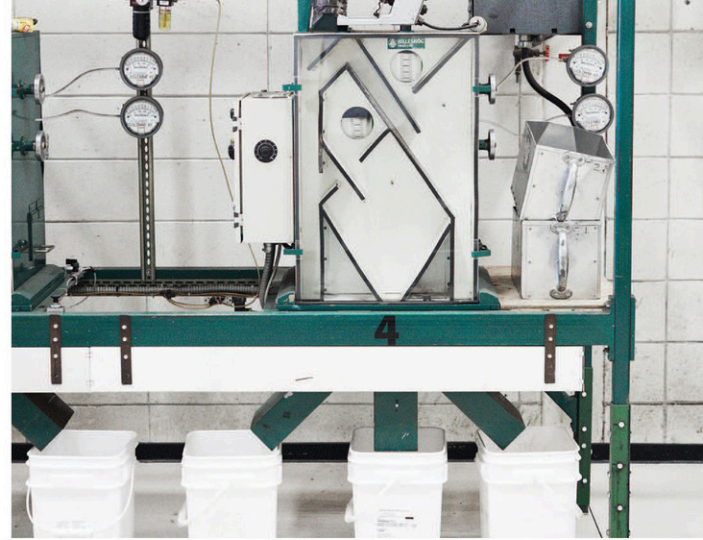
différents tests. Elle en fait germer au réfrigérateur pour valider les taux de succès ; on croirait de la luzerne ! Elle en place d'autres dans un appareil analogue à ceux utilisés pour les mammographies. « Aux rayons X, on voit facilement s'il manque quelque chose à la semence, indique M^{me} Loslier. Ça passe ou ça casse ! »

Les graines dorment ensuite dans des bidons en plastique placés dans des chambres froides. « C'est comme une bibliothèque, lance Conrad Drolet. Mais chaque baril contient des centaines de milliers de futurs arbres » plutôt que des livres.

Vient le printemps et les graines sont acheminées aux 19 pépinières (6 publiques et 13 privées) qui fournissent chacune des plants au programme de reboisement du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Il faut savoir que, dans la province, on replante l'équi-



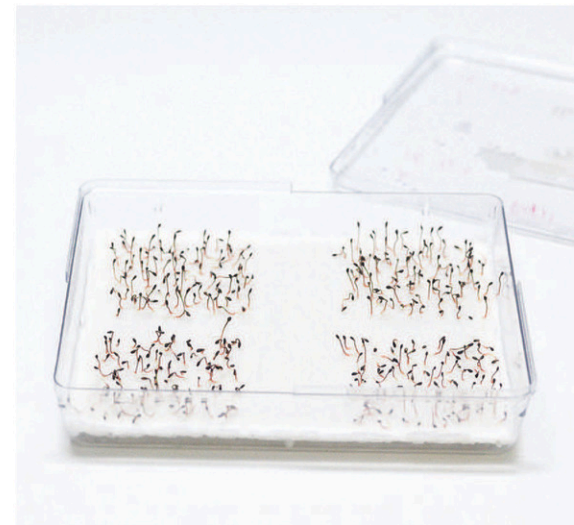
Au total, 20 essences d'arbres sont produites dans le cadre du programme de reboisement du Québec, qui dispose d'un budget d'environ 200 millions de dollars par année. On voit ici de l'érable à sucre.



Cet appareil sépare les semences selon leur grosseur, pour faciliter le nettoyage ensuite.



Chaque écaille d'un cône (ici de l'épinette blanche) contient deux semences.



Des pousses de pin gris prouvent que le traitement des semences est réussi.

valent de 20 % des arbres qui ont été coupés, tandis que le reste se régénère naturellement.

Les résineux sont prêts en deux ans, alors que les feuillus ont besoin d'une seule année de croissance avant d'être plantés dans la nature, au printemps suivant, non sans avoir été inspectés pour répondre à 21 critères précis quant à la quantité de racines et à l'inclinaison du plant entre autres. Les jeunes arbres sont fournis gratuitement aux sociétés sylvicoles et aux propriétaires de boisés par le biais des agences régionales de mise en valeur des forêts privées.

La serre de Berthier est la seule à produire des feuillus, qui représentent seulement 1 % des arbres du programme. En visitant les lieux, nous avons aperçu un lot pour le compte de Benoît Truax, directeur général de la Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est.

Plusieurs équipes de recherche font ainsi appel aux services de la pépinière. « Si nous voulons tirer des conclusions de nos travaux, il faut utiliser un produit standardisé », a-t-il mentionné par téléphone.

Son projet consiste à planter neuf essences de feuillus dans différents types de sols et régions du sud du Québec pour déterminer quelle espèce parvient à coloniser quel environnement, au-delà des cartes de classification conçues il y a des décennies. Augmenter le taux de feuillus mis en terre aurait pour effet d'accroître la diversité et donc la résilience des forêts, menacées par des pathogènes et les changements climatiques, selon le chercheur. « Tout ce que nous avons devant les yeux en forêt peut disparaître n'importe quand. »

D'où l'importance des millions de petits plants fraîchement arrosés qui brillent au soleil à la pépinière de Berthier. 🌱

La banque de semences tente d'avoir en tout temps des réserves de graines pour cinq ans.



Le kombucha, une jungle complexe

Le kombucha est de plus en plus populaire, mais est-il sans risque pour la santé? A-t-il un effet bénéfique? Des études récentes se sont penchées sur cette boisson fermentée tantôt redoutée, tantôt très prisée.

Par Dominique Wolfshagen

Si les consommateurs n'y voient qu'un sympathique liquide légèrement vinaigré et pétillant, les petits comme les gros producteurs connaissent eux le côté moins séduisant

du kombucha : cette boisson à base de thé sucré est fabriquée grâce à une large membrane caoutchouteuse peu ragoûtante qui y a baigné jusqu'à l'embouteillage.

Cette épaisse pellicule, nommée « mère de kombucha » ou encore SCOBY (pour *symbiotic culture of bacteria and yeast*), est produite par des bactéries qui s'y abritent avec les autres microorganismes responsables de la fermentation. Car, au contraire de la bière ou du yogourt, qui contiennent généralement de une à deux lignées isolées de levures ou de bactéries respectivement, le kombucha renferme une jungle complexe.

Ces microorganismes assurent le processus de fermentation sous la forme d'une course à relais miniature : sur la ligne de départ se trouvent des levures, qui transforment le sucre en alcool. Ensuite, des bactéries s'emparent de l'alcool et le changent en différents acides ainsi qu'en gaz carbonique, d'où le caractère légèrement effervescent et vinaigré de la boisson.

« C'est ce qu'on appelle une symbiose, une cohabitation bénéfique pour chacun des acteurs, explique Sébastien Bureau, fondateur et président de Mannanova Solutions, une entreprise de consultation et de soutien en production de kombucha et autres aliments fermentés. Les bactéries se nourrissent de l'alcool créé par les levures



et, en échange, ça fait en sorte qu'il y a peu d'alcool parce que les levures s'étouffent quand il y en a trop. J'aime bien comparer le tout à une ville, où chacun a un rôle à jouer et des ressources. »

Il confie que l'une de ses erreurs de débutant est d'avoir tenté d'isoler les microorganismes du kombucha dans l'espoir de concevoir une recette optimale. « Contrôler une culture aussi complexe, n'y pensez pas ! Il vaut mieux la laisser être aussi sauvage qu'elle veut l'être. De toute façon, au bout d'une génération, les proportions de microorganismes auront déjà changé ! » précise M. Bureau.

Si le kombucha est si sauvage et imprévisible, est-il potentiellement dangereux à consommer ?

Aucunement, a conclu l'Agence canadienne d'inspection des aliments au terme d'une étude d'un an réalisée sur plusieurs kombuchas commerciaux. « Les échantillons analysés étaient tous satisfaisants, rapporte Annie Locas, ges-

tionnaire nationale en microbiologie à l'Agence. Nous n'avons trouvé aucun microorganisme pathogène [qui cause une maladie] ni indicateur [qui ne rend pas malade, mais qui peut être un indice de mauvaises pratiques d'hygiène]. »

Le mérite de ces résultats rassurants revient à la symbiose, car ce sont les membres de la tribu microscopique qui créent ensemble un environnement favorable et protégé des envahisseurs. « Il est rare que des contaminants se développent dans le kombucha, d'abord parce qu'il y a déjà beaucoup de "monde", mais surtout parce que ce milieu très acide nuit énormément au développement de pathogènes », signale Patricia Taillandier, professeure de microbiologie à l'Institut national polytechnique de Toulouse et coauteure d'un article passant en revue les principales connaissances actuelles sur le kombucha dans la littérature scientifique. Elle ajoute que les microorganismes présents produisent aussi d'autres molécules, dont des vitamines.



Dans mon corps de jeune fille

La boisson serait-elle alors non seulement sans risque, mais aussi bénéfique pour la santé? Dans une étude publiée en février dernier dans les *Annals of Epidemiology*, des chercheurs ont fait le tour des travaux scientifiques parus à ce sujet pour constater que pratiquement toute la recherche sur les bienfaits du kombucha reposait sur des expériences *in vitro* ou réalisées sur des animaux, ce qui signifie que les résultats ne s'appliquent pas nécessairement à l'humain. Les rares études ayant été effectuées sur l'humain se basaient sur des cas anecdotiques ou présentaient des problèmes de méthodologie. Autrement dit, cette revue conclut qu'il n'existe actuellement aucune preuve scientifique solide qui attesterait les effets salutaires de la consommation de kombucha. Par ailleurs, il ne faut pas oublier sa teneur en sucre non négligeable, même si elle est habituellement moindre que celle des jus et boissons gazeuses.

Reste que les chercheurs pourraient éventuellement prouver certains avantages du kombucha, selon la professeure Taillandier. Les principaux espoirs sont fondés d'une part sur des taux élevés d'antioxydants, une famille de molécules fréquemment associée à des bienfaits pour la santé, allant de propriétés anti-inflammatoires à une protection contre le cancer – des hypothèses encore débattues ou nuancées dans la communauté scientifique. D'autre part, il est attendu qu'une boisson regorgeant d'autant de microorganismes vivants ait des propriétés probiotiques, ce qui laisse présager une influence positive sur le système digestif. Mais il y a loin de la coupe aux lèvres! 

Jason est entré dans mon cabinet non-chalamment, en évitant mon regard. J'ai tout de suite remarqué la carrure de sa mâchoire, sa barbe bien taillée, ses épaules larges dans sa chemise à carreaux et ses bermudas de style militaire. Jusqu'ici rien de bien particulier... Sauf que Jason était là pour son examen gynécologique annuel.

Vous comprendrez que Jason était alors en processus de changement de sexe. Il est né dans un corps féminin, mais ne s'est jamais senti comme tel. Dès son plus jeune âge, il s'identifie aux petits garçons de son entourage, voulant s'habiller et se comporter comme eux. Dans son Abitibi natale, il sent qu'il fait figure de curiosité et n'a pas accès à des bloqueurs hormonaux – des médicaments qui auraient pu retarder l'émergence des caractéristiques sexuelles féminines avant la puberté.


Adolescent, Jason observe, avec horreur, la formation de ses seins, puis le début de ses règles. Après des démarches ardues, il rencontre un médecin qui accepte de lui prescrire de la testostérone. Ses menstruations se tarissent, ses poils poussent un peu partout, sa voix devient plus rauque. Soulagement.

Mais il n'est pas au bout de ses peines. Jason a choisi une carrière dans le domaine de la construction. Il me raconte la peur incessante qu'un collègue découvre le pot aux roses. Une fois, alors qu'il était sur un chantier éloigné, son *binder* – une sorte de corset pour aplatir ses seins – s'est brisé. Il a passé une heure dans les toilettes à tenter de bander sa poitrine avec du ruban adhésif...

Évidemment, tous ces stressseurs s'additionnent et minent la santé mentale de Jason. Il se tourne vers la consommation de drogues, abandonne l'école et fait même quelques séjours en prison. Malheureusement, il ne s'agit pas d'un parcours atypique pour les personnes trans. Jusqu'à 70 % d'entre elles ont déjà songé à mettre fin à leurs jours et le tiers font une tentative de suicide avant l'âge de 14 ans.

Au Québec, des regroupements de personnes trans et non binaires – qui définissent leur identité à l'extérieur des règles conventionnelles du genre, à la fois homme et femme ou encore ni homme ni femme – déplorent le conservatisme médical qui prévaut encore en 2019. Ils militent pour que cessent la psychiatrisation et la pathologisation de leur condition. Ils réclament aussi que tous les soins requis – traitements médicaux, chirurgies de reconstruction et interventions considérées comme esthétiques telles que l'épilation au laser ou les entraînements vocaux – soient couverts par la Régie de l'assurance maladie du Québec. Actuellement, seules l'hormonothérapie et les opérations de changement de sexe le sont.

Cela n'empêche pas des voix de s'élever contre le financement des soins aux personnes trans. Certains arguent qu'il s'agit d'une « mode » et que la prescription de bloqueurs hormonaux à la puberté est banalisée compte tenu de l'incertitude quant à leur innocuité à long terme, entre autres pour ce qui est de la fertilité. D'autres craignent le phénomène de détransition – quand, après avoir subi une transformation, une personne décide de revenir au sexe qu'elle avait à la naissance.

Jason, après un parcours jalonné d'obstacles et de violences psychologiques au quotidien, a finalement pu accéder gratuitement à une chirurgie de réassignation sexuelle. Son histoire illustre selon moi pourquoi les personnes trans devraient avoir accès à des soins de santé de qualité sans délai et sans restriction d'âge, ce qui est d'ailleurs recommandé par la WPATH, l'association professionnelle mondiale pour la santé des personnes transgenres. Et s'il souffrait d'un effet secondaire méconnu de son hormonothérapie? Il pourrait probablement être soigné. Et s'il décidait de changer d'idée? Il pourrait probablement revenir en arrière, ce qui représenterait bien sûr un défi. La seule chose qui soit vraiment irréversible, c'est la souffrance qu'il a vécue dans son corps de jeune fille. 

La matière noire précède-t-elle le big bang ?



La matière noire est partout dans l'Univers, mais personne ne parvient à la détecter. Une théorie audacieuse pourrait insuffler un nouvel élan à la quête.

Par Marine Corniou

IMAGE: SHUTTERSTOCK.COM, NASA

Si l'on ne trouve pas la matière noire, c'est qu'on se trompe sur son origine – et donc sur ses propriétés – depuis le début. Alors qu'on la supposait directement issue du big bang, elle se serait en fait formée... avant ! Cette hypothèse est celle de Tommi Tenkanen, chercheur postdoctoral à l'Université Johns Hopkins, qui vient de donner un coup de pied dans la fourmilière de la physique théorique.

Un coup de pied bienvenu, car il faut se rendre à l'évidence : en dépit des efforts déployés pour « attraper » ces mystérieuses particules qui constitueraient 84 % de la masse de l'Univers, notamment à l'aide de gigantesques détecteurs souterrains, les chercheurs restent bredouilles.

Selon Tommi Tenkanen – et d'autres théoriciens –, si les particules de matière noire étaient vraiment un produit du big bang, on en aurait déjà vu la trace, car leurs propriétés seraient somme toute comparables à celles de la matière ordinaire. Pour lui, c'est donc clair : la matière noire est antérieure au big bang. Elle en a été « spectatrice ».

Pour comprendre, il faut se défaire de quelques idées reçues. « Ce que les cosmologistes appellent "big bang" ne

correspond pas au début de l'Univers, mais plutôt à une époque, il y a 13,8 milliards d'années, où l'Univers était très chaud et dense. Cette époque a pu être précédée par d'autres phases, notamment par une ère d'expansion très rapide qu'on nomme "inflation cosmique" », explique le chercheur.

Si beaucoup de théories supposent que cette inflation est survenue une fraction de seconde après le big bang, elle pourrait aussi avoir eu lieu avant. Quand le « pré-Univers » a cessé de gonfler, toute l'énergie qu'il contenait se serait brutalement convertie en chaleur. La température aurait atteint un maximum : le fameux big bang. « Pendant l'inflation, une quantité massive de particules a pu être produite et pourrait constituer la totalité de la matière noire », précise le physicien.

Ces particules seraient de type scalaire – la seule ainsi connue étant le boson de Higgs – et n'interagiraient pas avec la matière visible. « En un sens, ce sont les sœurs jumelles invisibles du boson de Higgs », dit-il.

L'idée d'une production pré-big bang n'est pas entièrement nouvelle, mais elle se heurte à des modélisations trop complexes. Tommi Tenkanen est le premier à en proposer un modèle mathématique simple dans la revue *Physical Review Letters*.

« C'est un article très intéressant. Il y a beaucoup de travail récent sur cette classe de modèles, mais son approche permet pour la première fois d'obtenir des conclusions générales qui s'appliquent à de nombreux scénarios, commente Aaron Vincent, physicien à l'Université Queen's, qui s'intéresse à la nature des particules de matière noire. Si l'inflation a réellement eu lieu, on doit se demander si cette époque a laissé plus de traces qu'on le croyait. »

La bonne nouvelle, c'est que cette dernière hypothèse est démontrable, affirme son auteur. « On ne pourra jamais voir les particules en question, trop insaisissables, dans les détecteurs, pense-t-il. Par contre, si la matière noire est née pendant l'inflation cosmique, cela influe sur la façon dont les galaxies sont distribuées dans l'Univers. »

Ça tombe bien : le satellite *Euclid* doit être lancé en 2022 par l'Agence spatiale européenne pour scruter plus de deux milliards de galaxies et sonder le côté sombre de l'Univers. Cette mission permettra aux chercheurs de cartographier la matière noire en évaluant la distorsion que celle-ci produit sur les galaxies. « De quoi tester mon scénario », se réjouit Tommi Tenkanen. 

Et si un déversement pétrolier survenait dans le Saint-Laurent ?



Il y a près de 50 ans, la barge pétrolière Irving Whale faisait naufrage et souillait de mazout les plages des îles de la Madeleine. Ce désastre écologique a marqué la mémoire des Madelinots qui, depuis, appréhendent un autre déversement d'hydrocarbures. Une nouvelle étude confirme leurs craintes : l'ouest de l'archipel serait quatre fois plus à risque d'être atteint par une marée noire que les côtes de la Gaspésie, et ce, que l'accident se produise dans l'estuaire ou dans le golfe du Saint-Laurent.

Cette donnée est tirée d'une simulation numérique de la dérive d'hydrocarbures créée par des chercheurs de l'Institut Maurice-Lamontagne et de l'Université du Québec à Rimouski. « C'est l'aboutissement de 20 ans d'expertise », souligne Denis Lefavre, spécialiste en océanographie physique à Pêches et Océans Canada et premier auteur de l'étude dévoilée à la réunion de l'Union géodésique et géophysique internationale tenue en juillet dernier à Montréal.

Son équipe a bâti un modèle qui programmait de « faux » déversements partout dans l'estuaire et le golfe, et pas uniquement dans les chenaux de navigation – là où l'on présume à tort que surviennent la plupart des fuites d'hydrocarbures. « Les navires qui sont en train de couler ou de brûler cherchent à atteindre le port le plus proche, explique Denis Lefavre. Ainsi, les déversements surviennent souvent en chemin vers le rivage. »

Pour bien calculer le parcours des hydrocarbures, les chercheurs sont revenus dans le temps. Ils ont utilisé des données enregistrées entre 2001 et 2010 : les débits d'eau douce, les marées, les vents de surface, la pression atmosphérique, les précipitations, etc. Puis, ils ont simulé de faux accidents toutes les trois heures pour cette décennie, des mois d'avril à décembre.

Les hydrocarbures virtuels étaient suivis à la trace pendant huit jours, une période après laquelle ils descendent dans la colonne d'eau. Les scientifiques ont découvert que seulement 6 % des particules d'hydrocarbures s'échappaient du golfe par les détroits de Cabot ou de Belle Isle. Un peu plus de la moitié sont demeurées dans le golfe, ce qui mettrait en péril les écosystèmes de la surface aux fonds marins si un réel déversement se produisait. Enfin, 41 % des particules se sont virtuellement échouées sur un rivage.

Ces tendances étaient constantes d'une année à l'autre. Si les îles de la Madeleine étaient les plus touchées, d'autres zones se révèlent vulnérables : l'île d'Anticosti, l'Île-du-Prince-Édouard, l'île du Cap-Breton, la rive nord de la Gaspésie et la côte ouest de Terre-Neuve. « En connaissant les régions à haut risque, on pourra mieux planifier la récupération du pétrole et protéger les côtes en amont », espère Denis Lefavre. 

M.L.-C.

CHLOÉ FRESLON  @f_chloe

Technopop



Siri aime mieux les hommes !


La popularité des systèmes à commande vocale comme Siri et Alexa ne se dément pas : ce marché vaut 40 milliards de dollars américains ! Mais lorsqu'on y regarde de plus près, on se rend compte que ces assistants sont surtout performants pour une portion de la population. Vous l'aurez deviné, ceux qui les conçoivent : les hommes.

En mars 2018, Delip Rao, vice-président à la recherche de la Fondation IA, expliquait que, historiquement, les systèmes de reconnaissance vocale ont toujours moins bien décrypté les voix féminines que les voix masculines. Déjà, en 2017, des chercheurs américains le constataient : sur YouTube, la génération automatique de sous-titres se révélait moins précise pour les voix de femmes (et celles avec un accent écossais !).

La reconnaissance vocale est désormais répandue dans nombre d'applications. En voiture, on peut demander que joue de la musique. Dans les centres d'appels, un tel système est souvent requis pour comprendre à quel service le client veut accéder. Même chose pour les applications d'apprentissage de langues, qui l'utilisent pour corriger une mauvaise prononciation. Une étude de Deloitte prévoit que l'industrie des assistants vocaux à domicile atteindra 250 millions d'unités d'ici la fin de l'année 2019 à travers le monde.

L'intelligence artificielle et sa capacité à apprendre sont basées sur des jeux de données. Plus l'on a de données pour nourrir l'algorithme, plus le résultat est pertinent. Or, force est de constater qu'on n'a pas fourni assez de voix diversifiées à la machine. Certains plaident que ces voix sont peu disponibles, d'autres affirment que personne n'a pensé à inclure ces voix.

Il y aurait peut-être une explication purement technique, selon l'experte en mégadonnées et linguiste Rachael Tatman, qui travaille chez Kaggle, une plateforme de compétitions en science des données. Les femmes ont généralement des voix plus aiguës et soufflées, ce qui se traduit par un signal acoustique moins fort. Ce sont des voix plus à risque d'être noyées dans le bruit ambiant et donc d'être mal comprises.

Pour contrer ce problème, on conseille aux utilisateurs de parler plus fort, de parler davantage « en direction de l'appareil », de détacher leurs mots. Bref, on leur demande de s'adapter au système. Pourtant, le but d'une machine est d'être au service de l'humain et non l'inverse. Google affirme que son système de reconnaissance du langage humain est fiable à 95 % ; mais de quels humains parle-t-on au juste ? 

VÉLO QUÉBEC VOYAGES

Découvrez le monde à vélo!
Nous organisons, vous roulez.



**Vélo Québec
Voyages**



Événement



En liberté



**Groupe
sur mesure**

À Vélo Québec Voyages, la flexibilité de nos formules de vacances n'a d'égal que les envies de votre cœur, les trésors de votre imagination et la force de vos mollets. Quelle que soit la formule que vous choisissiez, nous vous donnons rendez-vous sur la route de vos rêves.

RÊVEZ, RÉSERVEZ!

veloquebecvoyages.com

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



**Vélo Québec
VOYAGES**

Titulaire d'un permis du Québec

Gras saturés : a-t-on condamné des innocents ?

JEAN-FRANÇOIS CLICHE @clicjf

Polémique



Au tribunal de l'opinion publique, il y a longtemps que le procès des gras saturés est terminé. L'arme du crime, les maladies coronariennes, a tué des millions de gens. La cause est entendue, jugée et rangée dans un classeur verrouillé à double tour : les gras saturés sont coupables sur toute la ligne et condamnés à voir leur part dans notre alimentation réduite autant que possible, idéalement sous les 10 % des apports énergétiques quotidiens, selon la plupart des guides alimentaires.

Mais voilà, depuis quelques années, une volonté se manifeste de porter ce dossier clos en appel, pour ainsi dire. Ici et là, des chercheurs en nutrition estiment que les gras saturés ne sont pas les assassins qu'on croit. Pas plus tard qu'en juillet dernier, une quinzaine d'entre eux se sont fait entendre dans le *British Medical Journal* (BMJ). Leurs arguments ne convainquent pas tous leurs collègues, mais n'en sont pas moins intéressants.

D'abord, disent-ils, l'expression « gras saturés » couvre des acides gras différents qui n'ont pas tous les mêmes effets sur la santé. Certains sont authentiquement néfastes, mais d'autres semblent neutres, voire bénéfiques. Les gras saturés du yogourt, des noix et des poissons, par exemple, ne sont pas associés à des problèmes de santé, alors que ceux de la viande semblent plus problématiques.

En outre, le type de matrice dans laquelle baignent les acides gras saturés « pourrait être plus déterminant pour la santé cardiaque que la quantité totale de gras saturés », écrivent les auteurs. Une même sorte de lipides peut se présenter dans des emballages différents, si l'on veut : dans le lait entier, les graisses se trouvent sous forme de gouttelettes – dont la taille diminue beaucoup lorsque le lait est homogénéisé ; dans les yogourts, ces gouttelettes de lipides sont dispersées dans une gelée protéinée ; dans les viandes, les lipides sont pour la plupart conservés dans des adipocytes (des cellules dont la fonction principale est de stocker des graisses) et ainsi de suite. Ces différentes matrices peuvent influencer la transformation des gras saturés pendant la digestion et leurs effets sur le cœur.

Et l'on sait maintenant, poursuit le texte du BMJ, que le tristement célèbre LDL, pour *low density lipoprotein* (le « mauvais

cholestérol »), n'est pas toujours pernicieux. Ce sont les petites et les moyennes particules de LDL qui sont associées aux maladies coronariennes et non les grosses. Par conséquent, en avoir beaucoup « ne se traduit pas forcément par un risque accru de problèmes cardiovasculaires », affirment les auteurs. Or, dénoncent-ils, le LDL sanguin est encore utilisé dans bien des études comme un indicateur de risque cardiaque – ce qui entretiendrait la confusion.

Il faut dire que plusieurs grandes études récentes tendent à leur donner raison. En 2014, une méta-analyse publiée dans les *Annals of Internal Medicine* et portant sur quelque 500 000 personnes a

conclu que « les données actuelles ne soutiennent pas clairement les lignes directrices en santé du cœur qui encouragent une forte consommation de gras polyinsaturés et une faible consommation de gras saturés ». Un exercice du même genre paru en 2010 dans l'*American Journal of Clinical Nutrition* était arrivé à des résultats très comparables.

Alors, faut-il changer les lignes directrices sur les gras saturés ? Notons que l'un des auteurs de l'article du BMJ, Benoît Lamarche de l'Université Laval, me disait il y a quelques années « ne pas avoir choisi de camp dans ce débat ». Mais il craint maintenant les effets pervers des lignes directrices actuelles, comme le remplacement des lipides par des sucres dans

l'industrie agroalimentaire et le fait que certains vont se priver d'aliments nourrissants comme le lait pour éviter leurs gras saturés.

Ce ne sont toutefois pas tous les experts qui sont de cet avis – même s'ils reconnaissent la validité des questions soulevées par l'article du BMJ. Certains gras saturés sont bénéfiques, certes, mais « les viandes rouges et les produits carnés, qui sont des sources majeures d'acides gras saturés, sont continuellement associés à un risque accru de maladies cardiovasculaires. Alors ce texte n'est pas un feu vert aux gras saturés, a écrit le chercheur anglais Tom Sanders sur le site du Science Media Centre en réaction à l'article du BMJ. [...] Il n'y a aucun doute dans la littérature scientifique que certains acides gras saturés augmentent le cholestérol sanguin et que, pour chaque micromole par litre qui s'ajoute dans le sang, le risque relatif de mort par cause cardiovasculaire grimpe d'environ 10 % ».

Bref, le débat est donc loin d'être tranché. Une vraie saga judiciaire... ❶





EMPORTÉS par la foule

La foule est-elle un monstre incontrôlable ou une source d'intelligence collective ? Pour Mehdi Moussaïd, chercheur en fouloscopie, elle est un peu les deux. Et elle est surtout inspirante.

Par Jocelyn Coulon

Dans un monde de plus en plus urbanisé, la foule occupe une place grandissante au cœur de nos vies et de nos villes. On la trouve dans les rues, le métro, les stades, les lieux de pèlerinage. Pour beaucoup, elle est dangereuse. Pour d'autres, elle peut être enivrante. Mehdi Moussaïd, chercheur en sciences cognitives à l'Institut Max Planck de développement humain de Berlin, en fait son objet d'étude depuis une dizaine d'années. Dans *Fouloscopie: ce que la foule dit de nous* (2019), il cherche à en percer les mystères. Il partage quelques-uns de ses constats avec *Québec Science*.

Québec Science: La fouloscopie est-elle une science, et Édith Piaf y est-elle pour quelque chose?

Mehdi Moussaïd: La fouloscopie est la science qui étudie le comportement des foules. La chanson d'Édith Piaf *La foule* saisit bien le flot qui agite une masse de personnes: il est dense, il emporte, il précipite au point où une jeune femme se retrouve dans les bras d'un inconnu. Mais la foule les désunit et ils sont séparés à jamais. Les foulologues ont commencé à modéliser les mouvements de la foule il y a une soixantaine d'années, presque au moment où Piaf a popularisé cette chanson. Voilà une belle coïncidence!

QS L'étude des foules s'appuie-t-elle sur les travaux menés dans d'autres disciplines scientifiques?

MM Oui. J'ai un doctorat en éthologie, soit la science du comportement des espèces animales dans leur milieu naturel. Il est donc intéressant d'étudier le comportement des troupes de moutons, des bancs de sardines et des colonies de fourmis afin de comprendre les foules humaines. Mais c'est une discipline qui relève aussi beaucoup de la physique: l'étude des dunes et de l'écoulement des fluides nous apprend beaucoup sur la façon dont se structurent nos déplacements collectifs.

QS Alors, à quoi la foule humaine ressemble-t-elle?

MM La foule est une étrange créature. Si vous la regardez de plus près, vous constaterez qu'elle est constituée d'une multitude de petits composants qu'on appelle communément « les gens ». Ce sont eux qui propagent l'information et les émotions d'un bout à l'autre de son corps gigantesque.

QS Peut-on comparer ces composants à des particules?

MM Oui, dans certaines conditions. Lorsque la

foule devient dense, les individus, serrés les uns contre les autres, ont de moins en moins de liberté de mouvement. Leur déplacement devient plus prévisible et ressemble alors à celui de particules dans un gaz. Aujourd'hui, cette analogie entre piétons et particules figure dans la majorité des outils de simulation de foule utilisés pour l'organisation des grands rassemblements.

QS Vous êtes chercheur en sciences cognitives et vous pensez que le comportement des foules relève de la psychologie humaine. En général, les gens se conforment à l'avis de la majorité. Donc, il en va de même dans une foule?

MM De nombreuses expériences ont démontré que, dans un groupe de 10, si 9 personnes voient un petit objet et la 10^e un grand, celle-ci va se conformer au groupe et ne pas croire ce que ses yeux ont effectivement vu. Dès lors, les gens dans une foule ont tendance à s'imiter. Ils suivent leurs voisins pour aller dans un sens ou dans un autre. C'est normal.

QS La foule à laquelle nous pensons tout de suite est celle des grandes artères. Les piétons y déambulent et, finalement, s'organisent pour ne pas se heurter. Pourquoi?

MM Les piétons avancent comme les fourmis légionnaires. Ces fourmis sont les championnes du trafic bidirectionnel. Le long de leurs colonnes de chasse, les individus font des allers-retours incessants entre leur nid et les sources de nourriture. Les fourmis sont très efficacement organisées sur leur piste: celles qui quittent le nid se déplacent sur les côtés de la route, tandis que celles qui rentrent chargées de proies occupent la partie centrale. Une organisation en trois voies qui permet d'éviter les embouteillages tout en protégeant les porteuses de nourriture des pillards.

QS Les flux piétonniers s'organisent-ils de la même manière?

MM À peu près. Confrontée au problème du trafic bidirectionnel, la foule se structure en deux voies et non trois comme les fourmis. Tous les gens qui vont dans un sens occupent une moitié de la rue, laissant l'autre moitié à ceux qui se déplacent dans le sens opposé. Une sorte d'autoroute de piétons. Et ce qui est spectaculaire, c'est que ces autoroutes humaines sont des structures gigantesques qui peuvent s'étendre sur des centaines de mètres. Il y a très peu de collisions ou même de manœuvres d'évitement, et les individus n'en ont pas toujours conscience – comme si la foule s'organisait sans prendre la peine d'en informer les piétons.



QS L'autre foule que nous rencontrons est celle des stades, des grandes manifestations culturelles, des lieux de pèlerinage. Elle peut se révéler violente et mortelle. Pourquoi?

MM Une foule trop dense peut s'autodétruire. Le rassemblement le plus effrayant à étudier est le pèlerinage annuel à La Mecque. En 2006, une bousculade a fait 362 morts. Neuf ans plus tard, en 2015, malgré une modernisation du lieu pour permettre une meilleure déambulation des centaines de milliers de pèlerins, le nombre de victimes a dépassé les 2 000 à l'issue d'une nouvelle bousculade.

QS Comment cela est-il arrivé?

MM À La Mecque, pour se rendre aux stèles de Satan, les pèlerins doivent emprunter un pont, nécessairement étroit. Cette étape est un cauchemar pour les organisateurs du pèlerinage. La foule s'engage sur le pont à environ deux individus par mètre carré. C'est une densité acceptable. Puis, elle se densifie et atteint cinq personnes. Cette fois, l'avancée stoppe. Tout est figé. C'est alors que des tremblements, baptisés turbulences, commencent. La foule se fait balancer vers l'avant, vers l'arrière et sur les côtés sans aucune raison apparente. La densité peut alors atteindre neuf personnes par mètre carré. Lorsqu'une de ces vagues de bousculade heurte une paroi rigide, les individus se trouvant au contact de l'obstacle subissent des pressions extrêmes capables de leur briser les os.

QS La tragédie semblait inévitable, non?

MM Il existe un seuil de densité, autour de six ou sept personnes par mètre carré, au-delà duquel émergent spontanément les turbulences. Quelles que soient les raisons du rassemblement, si ce seuil est atteint, des gens risquent de mourir. C'est une mécanique. Mais limiter la densité n'est pas chose facile, surtout lorsque l'événement attire des centaines de milliers, voire des millions d'individus.

QS En étudiant les foules, pourrait-on mieux les canaliser et ainsi éviter les tragédies?

MM Certainement. Nos recherches nous permettent de comprendre les mécanismes

de ces drames, comme le phénomène des turbulences, et de trouver comment adapter l'environnement pour réduire les risques d'accidents. Des études récentes ont ainsi montré qu'un poteau judicieusement placé devant une issue de secours permettait d'accélérer l'évacuation d'un lieu. En effet, l'obstacle va diviser le flux de piétons quelques mètres devant la sortie, réduisant alors les bousculades autour de l'issue de secours.

QS En parlant de catastrophe, les travaux des foulogues ne sont-ils pas utilisés par l'industrie cinématographique?

MM En effet. Dans les films-catastrophes comme *World War Z*, il faut produire des milliers de faux figurants fuyant des attaques d'extraterrestres ou de zombies. C'est un simulateur, nommé Massive, qui est à l'origine de ce rendu remarquable, un logiciel conçu à partir des recherches que nous conduisons en laboratoire. Les modèles inspirés de la physique figurent en tête de liste des méthodes employées pour produire ces foules de synthèse.

QS Mais l'industrie hollywoodienne produit souvent des foules aux comportements inhumains...


En 1999, une foule composée de 50 000 joueurs d'échecs amateurs a réussi à tenir tête au champion du monde Garry Kasparov.

MM Dans les films, les mouvements de panique sont souvent associés à des comportements égoïstes. On y voit généralement des gens fuir avec affolement, n'hésitant pas à agresser leurs voisins pour se mettre les premiers à l'abri. En visionnant de vraies scènes de panique, je n'ai jamais vu ce visage sombre de la foule. Elle ne perd jamais à ce point toute notion d'humanité. Au contraire, les récentes recherches du professeur John Drury [NDLR : professeur de psychologie sociale à l'Université du Sussex] montrent qu'en cas d'urgence la foule a tendance à devenir solidaire et altruiste.

QS L'un de ces cas d'altruisme n'est-il pas l'évacuation des tours jumelles de New York le 11 septembre 2001?

MM La majorité des quelque 17 000 personnes présentes dans les tours ont quitté les lieux calmement. Les occupants sont descendus en file indienne et non en se bousculant. Ce déplacement discipliné s'accompagnait de comportements altruistes fréquents, comme le fait de laisser passer les blessés, de prêter de rares téléphones portables pour que chacun puisse communiquer avec ses proches et de libérer la moitié de la largeur des escaliers pour permettre le passage des pompiers. Aucun témoignage de violence n'a été recueilli.

QS La foule est-elle intelligente?

MM Elle peut l'être, oui. La foule peut jouer aux échecs par exemple ! En 1999, une foule composée de 50 000 joueurs d'échecs amateurs a réussi à tenir tête au champion du monde Garry Kasparov. Wikipédia est un autre exemple de projet mené à bien par une foule d'anonymes. L'intelligence collective est une discipline jeune, qui évolue rapidement. Un de mes étudiants va tenter de mesurer le quotient intellectuel d'une foule en faisant passer des tests cognitifs standards à des centaines de personnes en même temps. La foule sera-t-elle plus intelligente que les individus qui la composent ? C'est ce que nous verrons. 

10 INVENTIONS

qui décoiffent...

Pour une deuxième année, nous nous sommes mis en quête de technos créées au Québec qui ont l'ambition de rendre notre monde plus intelligent, plus vert, plus efficace et, pourquoi pas, plus amusant! Au printemps dernier, en collaboration avec l'Association pour le développement de la recherche et de l'innovation du Québec et son réseau conseil en technologie et en innovation (ADRIQ-RCTi), nous avons lancé un appel aux inventeurs indépendants et aux entreprises en démarrage. Puis, notre jury a étudié attentivement toutes les candidatures et en a sélectionné 10. Nos critères? Chaque technologie devait présenter un côté novateur et répondre à un besoin notable. Elle devait par ailleurs posséder un potentiel commercial et laisser présager des retombées considérables. Enfin, selon le stade d'avancement, sa réalisation, sa fabrication ou sa mise en œuvre devaient se révéler réalistes.

Voici donc notre sélection.

♥ COUP DE CŒUR DU JURY

Les jurés ont été particulièrement séduits par l'une des inventions citées dans notre palmarès. Un coup de cœur qui vaudra à son auteur un accompagnement d'une durée de 10 heures avec un expert de l'ADRIQ-RCTi. Le nom du lauréat sera dévoilé le 21 novembre, au 29^e Gala des prix Innovation de l'ADRIQ-RCTi, au Palais des congrès de Montréal.

NOTRE JURY

Pascal Monette, président-directeur général de l'ADRIQ-RCTi; Marilyn Rémillard, directrice des communications et des événements à l'ADRIQ-RCTi; Augustin Brais, directeur du Bureau des partenariats et des infrastructures de recherche à Polytechnique Montréal; Jesse Vincent-Herscovici, vice-président au développement des affaires à Mitacs; et Marie Lambert-Chan et Etienne Plamondon Emond, de Québec Science.

Un dossier coordonné par Etienne Plamondon Emond

XPULSION: un nouveau carburant pour viser les étoiles

Alors que l'industrie spatiale est en pleine mutation, ACSYNAM concocte un carburant moins nocif pour l'environnement et la santé des travailleurs. **Par Alexis Riopel**



Cristina Mottillo est la pdg d'ACSYNAM. Une seule goutte de son carburant mélangée à un peu d'oxydant engendre une forte réaction.



COMMENT ÇA MARCHE

- 1 Un réseau métallo-organique (MOF) est d'abord fabriqué grâce à un procédé novateur, moins gourmand en énergie que la méthode traditionnelle pour synthétiser ces éponges moléculaires et non générateur de sous-produits toxiques.
- 2 À l'aide de manipulations chimiques, le MOF est transformé en un propergol adapté à l'utilisation prévue. Sa phase solide rend plus facile son maniement.
- 3 Dans le réacteur du véhicule spatial, la pâte est mise en contact avec un oxydant, comme de l'acide nitrique.
- 4 La réaction provoque un puissant souffle qui propulse l'engin.

PHOTOS: JEAN-FRANÇOIS HAMELIN

U

ne goutte, et hop! ça s'enflamme. En une fraction de seconde, l'hypothèse de Cristina Mottillo venait d'être validée. «La première fois qu'on l'a testé, c'était un moment

très excitant! Avec un peu de carburant et un peu d'oxydant, on a vu une forte réaction», raconte la pdg d'ACSYNAM, une jeune pousse montréalaise fondée en 2016. Son carburant, baptisé Xpulsion, pourrait bientôt alimenter fusées, satellites et autres engins spatiaux. Il serait plus sécuritaire et au moins aussi performant que les agents de propulsion actuellement utilisés.

Chimiquement, Xpulsion est constitué de réseaux métallo-organiques ou MOF (pour *metal-organic frameworks*), des matériaux de synthèse dont Cristina Mottillo est devenue experte pendant son doctorat en chimie dans le laboratoire de Tomislav Friščić à l'Université McGill. Petites éponges à l'échelle moléculaire, les MOF font l'objet d'études industrielles pour absorber des émanations toxiques, capter du CO₂ à la

bouche des usines ou emmagasiner du gaz naturel. Mais personne n'avait encore pensé à s'en servir pour faire voler des fusées.

«Nous avons été les premiers à découvrir qu'on peut transformer les MOF en propergols [des produits de propulsion combinant comburant et combustible] et nous sommes présentement la seule entreprise à travailler sur un tel carburant pour l'industrie spatiale», explique la chimiste. Xpulsion est d'ailleurs en voie d'être breveté et devrait fonctionner avec les réacteurs existants des engins spatiaux. En variant sa composition ou en le mélangeant à d'autres produits, il sera adaptable à de multiples usages, du simple décollage à la balade interstellaire.

À l'heure actuelle, c'est surtout de l'hydrazine qui propulse les satellites. «Ce composé est vraiment efficace. Par contre, il est très toxique et difficile à utiliser», souligne Cristina Mottillo. Les techniciens qui le manipulent doivent prendre d'innombrables précautions, à un point tel que l'Union européenne envisage de bannir la substance en 2021. À l'inverse, la forme pâteuse d'Xpulsion facilite sa manipulation et réduit les risques de fuite, tandis que sa composition est intrinsèquement moins toxique que celle de l'hydrazine.

Qui plus est, l'entrée massive d'acteurs privés dans l'industrie spatiale, qui ne disposent pas des mêmes moyens pour gérer des produits dangereux que les agences nationales, gonfle la demande de carburants plus simples d'utilisation et moins chers.

Et c'est justement ce marché que vise ACSYNAM. La compagnie collabore avec cinq entreprises aérospatiales canadiennes et américaines – dont Reaction Dynamics, établie à Montréal, qui met au point un lanceur spécialisé dans les petites livraisons vers l'espace – en vue d'une commercialisation. Cristina Mottillo affirme que sa PME pourra synthétiser le carburant elle-même et qu'elle est prête à multiplier l'échelle de la production. Une mise en marché pourrait survenir dès le début de 2020.

Houston, nous avons un carburant!

PYROCYCLE: la chimie pour recycler nos cellulaires

Passez des appareils électroniques au broyeur et vous obtiendrez une poudre grise. Un véritable trésor, selon Pyrocycle, qui mise tout sur ces grains.

Par Mélissa Guillemette



À la tête de Pyrocycle, Mohamed Khalil réduit en poudre des produits électroniques pour récupérer les métaux.



Les déchets électroniques constituent une mine d'or. Dans le vrai sens du mot! assure Jamal Chaouki, professeur au Département de génie chimique de Polytechnique Montréal et directeur de la technologie chez Pyrocycle.

Il y a bien de l'or et d'autres métaux précieux dans les appareils électroniques – en concentration souvent plus grande que dans les minerais d'ailleurs. Or, les procédés actuellement employés pour les récupérer occasionnent des pertes et des émissions néfastes, en plus de se dérouler souvent loin de chez nous, aux États-Unis. Quant aux plastiques contaminés par des retardateurs de flammes, leur recyclage est un échec.

Mohamed Khalil a mis au point une solution dans le cadre de son doctorat réalisé sous la supervision du professeur Chaouki et de Jean-Philippe Harvey (également de Polytechnique Montréal). Il l'a testée à l'incubateur J.-Armand-Bombardier au cours de la dernière année et il fera un essai à plus grande échelle dans un entrepôt d'Anjou ces prochains mois – la jeune compagnie aura même son premier employé!

Un réacteur de la taille d'une voiture est utilisé pour effectuer la « pyrolyse » des appareils électroniques – d'où le nom de l'entreprise. Cela consiste à chauffer la matière, sans oxygène, pour la décomposer et ainsi obtenir de nouveaux produits. La « recette » de Pyrocycle inclut l'ajout, dans le réacteur, de certaines substances (confidentielles, car une demande de brevet provisoire a été déposée) pour capter les émissions toxiques

produites. « On parvient à stabiliser les retardateurs de flammes des plastiques », affirme M. Khalil, président-directeur général de l'entreprise. Puisque le traitement se fait à des températures relativement basses, les métaux ne sont pas sublimés; il y a donc moins de pertes, indique l'équipe.

Au bout du procédé, Pyrocycle obtient une huile que l'industrie pétrochimique peut employer, ainsi que du noir de carbone et des métaux prêts à entamer une seconde vie. « On participe à la création d'une économie circulaire; on transforme les déchets en matière réutilisable », dit Mohamed Khalil.

Déjà, quatre centres de tri de matières recyclables ont mentionné vouloir recourir aux services de l'entreprise. Sachant que les Canadiens produisent individuellement plusieurs kilos de déchets électroniques chaque année, le marché pour l'invention est immense. Et Mohamed Khalil compte bien le percer.

COMMENT ÇA MARCHE

- 1 Les appareils électroniques sont déchetés et acheminés vers un broyeur à billes pour être réduits en poudre. Cela a pour effet d'augmenter la surface de contact traitée et donc d'accélérer la décomposition chimique des matériaux. L'équipe a défini la taille de particule idéale pour diminuer l'énergie nécessaire à la réaction.
- 2 Les matériaux sont placés dans un réacteur et chauffés à des températures variant de 350 à 500 °Celsius, en l'absence d'oxygène.
- 3 Comme les matériaux électroniques contiennent des retardateurs de flammes, des ingrédients sont ajoutés lors de la sublimation des plastiques (qui passent alors à l'état gazeux) afin de stabiliser et de capter les émissions susceptibles de contaminer les produits qui ressortiront du réacteur pour être valorisés.
- 4 Les métaux sont libérés et demeurent à l'état solide. Quant aux plastiques, ils se voient convertis en solides (noir de carbone) et en gaz. Certains de ces gaz sont condensés pour former une huile vendue comme produit chimique. D'autres gaz non condensables (des hydrocarbures) sont utilisés pour chauffer des unités de l'usine.
- 5 Comme les solides sortent mélangés du réacteur, il faut les séparer : noir de carbone, métaux de base (comme le cuivre et le nickel) et métaux précieux (tels que l'or, l'argent, le platine et le palladium). Ils sont revendus comme matière première.



MYELIN: l'IA pour démêler le vrai du faux sur l'autisme

Basée sur l'intelligence artificielle, l'application Myelin cible les sources fiables sur l'autisme. Un coup de pouce pour les intervenants, les personnes autistes et leurs proches.

Par Annie Labrecque



Les vaccins causent-ils l'autisme? Les cellules souches pourraient-elles en venir à bout? Une solution chlorée aide-t-elle vraiment les personnes autistes?

L'application Myelin, lancée officiellement en 2018, tente de donner l'heure juste sur les questions entourant les troubles du spectre de l'autisme.

Selon Marc-Olivier Schüle, cofondateur de Myelin avec Marise Bonenfant et François Menet, « il y a plus de 3 000 articles publiés chaque jour en santé mentale. Pour lire seulement ceux en lien avec l'autisme, on a calculé qu'il faut au moins 18 heures

par jour en restant à l'affût », dit-il. Le trio d'entrepreneurs a donc choisi ce domaine où ils croyaient pouvoir changer les choses.

« L'intelligence artificielle devient extrêmement précieuse parce qu'elle permet d'accélérer le travail », indique Marc-Olivier Schüle. L'analyse est réalisée grâce à un premier algorithme qui permet à Myelin d'extraire les données et d'effectuer un tri automatisé dans cette masse gigantesque d'études – certaines en libre accès et d'autres payantes. Myelin ne garde que celles qui sont fiables parmi les méta-analyses, les revues systématiques et les guides de pratiques.

Lorsqu'un utilisateur de la plateforme pose une question, par exemple comment réduire l'anxiété de son enfant chez le coiffeur, d'autres algorithmes entrent en action pour que Myelin recommande les

meilleures recherches, liste les avis des membres de la communauté ainsi que des interventions pertinentes et personnalisées.

Pour le moment, Myelin n'est accessible qu'à environ 300 utilisateurs, qui sont surtout des professionnels affiliés à des centres hospitaliers, mais M. Schüle espère en faire profiter le grand public d'ici la fin de l'année. Une version anglaise est aussi dans la mire. « On aimerait que les anglophones puissent l'adopter », mentionne-t-il.

Et si cela fonctionne bien pour l'autisme, d'autres problèmes de santé pourraient un jour bénéficier des mêmes assises technologiques de l'application : hyperactivité, troubles de stress post-traumatique, maladie d'Alzheimer, etc.

Il n'y a pas de doute, la petite entreprise est sur une bonne lancée.



COMMENT ÇA MARCHE

- 1 L'accès à l'application Myelin se fait par ordinateur ou téléphone cellulaire. Au début, le nouvel utilisateur répond à une série de questions qui aide l'algorithme à mieux cibler ses besoins pour faire de meilleures recommandations.
- 2 L'internaute peut poser différentes questions liées à l'autisme. La plateforme, propulsée par l'intelligence artificielle, montre des études scientifiques synthétisées relatives à la question ainsi que des façons d'intervenir auprès de la personne autiste.
- 3 En choisissant une intervention, l'utilisateur peut évaluer dans le temps si celle-ci a bien fonctionné et donner son avis aux autres membres de la plateforme.



De gauche à droite, François Menet, Marise Bonenfant et Marc-Olivier Schüle, qui ont fondé Myelin.

PHANEUF INTERNATIONAL: des buts de hockey intelligents

Déplacer des buts de hockey sans risquer de se blesser ni d'échapper quelques jurons : le rêve pourrait devenir réalité dans un aréna près de chez vous.

Par **Martine Letarte**



ALAIN PHANEUF,
président fondateur de Phaneuf
International



uiconque a fréquenté les arénas a probablement déjà remarqué que les buts de hockey sont difficiles à bouger, particulièrement lorsqu'ils ont quitté la patinoire.

« Un but pèse environ 90 kg [200 lb] et n'a pas de poignées, donc il se prend mal. Puis il faut le sortir de la glace pour le transporter sur le béton mouillé et glacé, alors il y a vraiment un enjeu de santé et sécurité », constate Alain Phaneuf, président fondateur de Phaneuf International. Il ne compte plus les heures passées autour des patinoires avec ses enfants Marc-Olivier, qui a longtemps joué au hockey avant d'entreprendre une carrière d'arbitre, et Audrey, aujourd'hui membre de l'équipe nationale de patinage de vitesse. L'homme d'affaires souhaite désormais créer l'aréna de demain.

Son entreprise s'est intéressée aux filets de hockey à la suite d'une présentation de son concept de surfaceuse à glace entièrement électrique aux acteurs du monde des arénas québécois. Elle apprend alors les nombreux enjeux derrière le déplacement des buts :

cette opération multiplie les risques de blessures pour les employés des 650 patinoires de la province, car elle est effectuée une dizaine de fois chaque jour. Par ailleurs, cette tâche ne peut être accomplie que par des employés très forts. Cela réduit énormément le bassin de candidats possibles, alors que le Québec connaît une rareté de main-d'œuvre.

« Nous avons donc décidé de concentrer nos énergies à relever ce défi », indique Alain Phaneuf, qui s'est associé pour ce projet à Pierre Beaudet, de Science de la glace, une compagnie qui réalise de la formation, de la recherche et du développement en matière de glaces sportives. Les partenaires ont pu concevoir leur but intelligent grâce à la firme d'ingénierie Lapalme Conception Mécanique et Centris Technologies, une entreprise spécialisée dans la mise au point et l'intégration de solutions logicielles.

Pour le moment, le but intelligent est déplacé à l'aide d'une télécommande, mais dans une deuxième phase d'implantation, il pourra se mouvoir de façon autonome.

« Pour y arriver, les arénas devront se doter de notre système d'intelligence artificielle essentiel au fonctionnement de nos surfaceuses, qui arriveront sur le marché

au début de 2020, explique Alain Phaneuf. Il intégrera la vision artificielle, l'Internet des objets et l'apprentissage automatisé. »

Les buts Phaneuf innovent sur d'autres fronts : ils sont recouverts d'une peinture qui ne s'écaille pas et qui ne rouille pas – conçue en collaboration avec Peintures Cloverdale – en plus d'être munis de crochets d'ancrage qui permettent de fixer les filets en moins d'une heure. « Avec un but traditionnel, cette opération requiert environ quatre heures à un employé expérimenté ; notre système permet d'être quatre fois plus rapide », affirme M. Phaneuf.

À l'heure actuelle, une vingtaine de buts intelligents sont mis à l'essai dans des arénas de la province. Phaneuf International ne compte pas s'arrêter en si bon chemin. « Nous visons les marchés étrangers et nous avons déjà rencontré plusieurs investisseurs potentiels, précise Alain Phaneuf. Notre ambassadeur, Steve Bégin, ancien joueur de la Ligue nationale de hockey, contribue beaucoup à notre rayonnement. »

Les arénas du monde entier pourraient donc être envahis de buts intelligents québécois qui bougeront seuls sur les patinoires!

COMMENT ÇA MARCHE

- 1 Le but est soulevé du sol grâce à deux moteurs-roues, de même qu'à un patin situé à l'arrière du filet qui facilite le déplacement sur les surfaces en réduisant la friction.
- 2 À l'aide d'une télécommande, on déplace le but de l'extérieur de la glace jusqu'à l'endroit désiré sur la patinoire. Lorsque la vision et l'intelligence artificielles seront ajoutées, le but glissera de façon autonome grâce à la géolocalisation.
- 3 Une fois le but rendu à l'endroit désiré, un système intégré perce la glace et fait descendre une tige d'ancrage.



STREAMLINE GENOMICS: pour une médecine véritablement personnalisée

La plateforme Streamline Genomics simplifie considérablement l'analyse de la signature génétique de maladies comme les cancers. **Par Maxime Bilodeau**



COMMENT ÇA MARCHE

- 1 Le génome de la tumeur maligne du patient est d'abord séquencé. Une étape bien moins coûteuse qu'il y a 20 ans et qui se fait en une journée au coût d'environ 1 000 \$.
- 2 Le médecin soumet ensuite la séquence obtenue à Streamline Genomics. Comparativement à ses concurrents, la plateforme analyse un très grand nombre de gènes et prend en compte aussi bien l'ADN que l'ARN dans ses calculs.
- 3 Un rapport écrit et visuel est créé à même le tableau de bord en ligne. Il est concis et simple, tout en laissant la possibilité au médecin de creuser certaines informations.

JOSETTE-RENÉE LANDRY, cofondatrice et présidente-directrice générale de Streamline Genomics



S

ur papier, la médecine personnalisée est un fort beau concept: grâce à l'analyse de la signature génétique d'une maladie, on peut améliorer la qualité des soins, la

précision du diagnostic, voire les chances de guérison. Dans la réalité, ses promesses tardent à se concrétiser. Prenez les cancers: on sait que chaque tumeur maligne est dotée de variants génétiques uniques, puisque propres au patient. Cependant, les professionnels de la santé, médecins en tête, ne disposent pas des outils adéquats pour donner un sens aux informations obtenues grâce au séquençage.

« Il existe de bonnes solutions sur le marché, mais elles s'adressent à des individus qui savent programmer et qui ont du temps, ainsi que de l'énergie, à consacrer à cette tâche, explique Josette-Renée Landry, cofondatrice et présidente-directrice générale de Streamline Genomics. La barrière, ce n'est pas le séquençage, qui coûte trois fois rien de nos jours, mais l'analyse de ses données. »

Les patients sont les principales victimes de ce cul-de-sac thérapeutique. Privés d'accès à la médecine personnalisée, ils en paient le prix de leur santé, parfois même de leur vie. Plusieurs personnes traitées pour un cancer auraient pu recevoir de meilleurs soins si leur tumeur avait été séquencée et analysée correctement, souligne l'entrepreneuse titulaire d'un doctorat en génétique.

La plateforme conçue par Josette-Renée Landry et son équipe corrige cette injustice. Streamline Genomics simplifie le repérage des mutations clés dans les tumeurs cancéreuses. Le rapport créé par ses algorithmes fournit un résumé concis et utile qui oriente ensuite les décisions cliniques des professionnels de la santé. Attention: le logiciel ne remplace pas le

médecin pour autant; il lui remet simplement les bonnes informations entre les mains de manière conviviale.

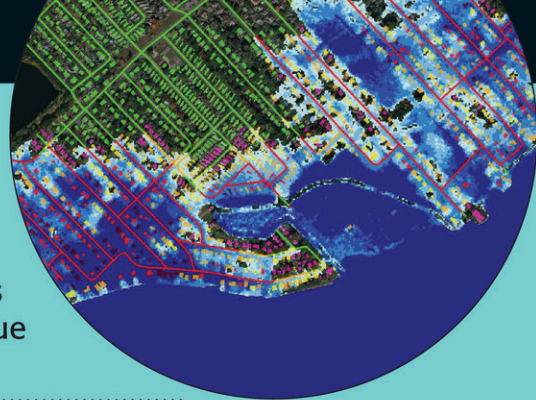
Pour l'instant, Streamline Genomics est à l'essai au CHU Sainte-Justine, où Josette-Renée Landry occupe le rôle d'« innovatrice en résidence ». Financé entre autres par HEC Montréal, ce programme a pour but de faciliter l'implantation de technologies médicales audacieuses dans le système de la santé. À l'hôpital mère-enfant, M^{me} Landry recueille ainsi les commentaires de ses principaux utilisateurs, les médecins. « Ils décrivent la plateforme comme intuitive: pas besoin de lire un manuel d'instructions pour comprendre comment l'utiliser », se réjouit-elle.

Un autre aspect particulièrement apprécié: sa capacité à centraliser en un seul endroit les données cliniques pertinentes issues de plusieurs sources, surtout publiques, comme ClinVar, qui répertorie les variants dont le rôle dans différentes maladies est reconnu dans la littérature scientifique. En un simple clic, le médecin accède à une analyse en profondeur dont la qualité se situe à des années-lumière des rapports basés sur un nombre limité de gènes produits par la société américaine Foundation Medicine, son principal compétiteur.

Les prochains mois seront critiques pour Streamline Genomics. La jeune pousse, qui soufflera deux bougies en novembre, espère obtenir un financement suffisant pour poursuivre ses activités de développement. L'intelligence artificielle, sous la forme de l'apprentissage automatique, devrait être intégrée à la plateforme dans la foulée, décuplant ainsi sa puissance d'analyse. En outre, elle devrait par la suite fournir de l'information pertinente sur certaines maladies génétiques rares, et non pas uniquement sur les cancers, comme c'est le cas à l'heure actuelle. Bientôt, la médecine personnalisée ne relèvera plus de la science-fiction.

E-NUNDATION: le logiciel qui met en échec les inondations

Et si les riverains et les municipalités pouvaient prévoir en temps réel les risques d'inondation et l'ampleur des dégâts? C'est ce que promet l'application E-nundation. **Par Maxime Bilodeau**



Le Richelieu en 2011, les rivières des Outaouais et de la Petite Nation en 2017, le lac des Deux Montagnes cette année: le sud du Québec a connu son lot d'épisodes de crues printanières exceptionnelles dans la dernière décennie. Chaque soudaine montée des eaux occasionne d'importants soucis aux riverains et municipalités touchés. Bonne nouvelle: ils disposeront bientôt d'un tout nouvel outil, sous la forme d'un logiciel de prévision du risque d'inondation, pour les aider dans leur lutte contre les éléments.

«E-nundation offre aux résidents, mais aussi aux municipalités et aux compagnies d'assurance, un rapport détaillé de plusieurs sources d'informations croisées qui prévoit et caractérise le risque d'inondation jusqu'à trois jours en amont. Les outils actuels, comme les cartes de zones inondables et les rares stations hydrométriques aménagées à même les cours d'eau, sont inadaptés aux situations d'urgence», explique Hachem Agili, président-directeur

général de Geosapiens, une société dérivée de l'Institut national de la recherche scientifique. C'est entre les murs de cet établissement universitaire qu'a germé l'idée d'E-nundation, son produit phare, à la suite des inondations qui ont touché Saint-Jean-sur-Richelieu en 2011.

Ce qui était alors un projet pilote dirigé par le professeur Karem Chokmani, toujours engagé au sein de Geosapiens, n'a cessé de prendre de l'ampleur. Le gouvernement fédéral lui a alloué un million de dollars, par l'entremise du Programme canadien pour la sûreté et la sécurité, afin de concrétiser le logiciel. «Puis, nous avons remporté le Défi AquaHacking 2018, qui consiste à résoudre les problèmes liés à l'eau», raconte Hachem Agili, qui s'est joint à l'équipe du projet en 2015. Les 25 000 \$ assortis à ce premier prix ont rendu possible le démarrage de l'entreprise. Depuis, Geosapiens a entre autres reçu une subvention du ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec.

La stratégie de commercialisation d'E-nundation est simple mais efficace. «Nous avons communiqué avec des municipalités touchées par les crues printanières de 2017 et de 2019. Jusqu'à

maintenant, la réponse est plutôt encourageante; nous avons bon espoir que plusieurs utiliseront E-nundation pour faire face aux prochains épisodes d'inondation», affirme le doctorant en sciences de l'eau. Ce faisant, ces municipalités auront accès à une cartographie dynamique de l'ensemble de leur territoire à partir de laquelle elles pourront simuler divers scénarios, des plus optimistes aux plus pessimistes, et prendre les mesures adéquates. «On passe ainsi d'une culture de réaction aux événements à une culture de prévision», dit-il.

Si tout va bien, les habitants de Montréal et de l'Outaouais pourront aussi accéder à la plateforme en ligne au courant de l'automne. «Ils n'auront qu'à donner quelques renseignements comme l'adresse postale, le type de maison et son nombre d'étages. Une fois le formulaire rempli, ils obtiendront un rapport personnalisé du risque d'inondation», détaille celui qui a reçu le prix de l'entrepreneur social 2019 de Mitacs, un organisme national de recherche sans but lucratif. De quoi éviter quelques cheveux blancs aux riverains qui appréhendent les effets des changements climatiques dans les prochaines décennies.

COMMENT ÇA MARCHE



- 1 Une fois abonnée à E-nundation, une municipalité a accès à une carte colorée par les données liées aux risques d'inondation. Celles-ci sont de sources multiples: prévisions du débit de la rivière établies par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, topographie du terrain, emplacement des installations, etc.
- 2 D'un simple coup d'œil, les autorités ciblent les secteurs les plus à risque et coordonnent mieux leurs interventions. Routes à fermer, zones à évacuer, nombre de sacs de sable à utiliser pour protéger des bâtiments: l'application détaille les mesures à prévoir.
- 3 Un abonnement à E-nundation permet aux citoyens de connaître la probabilité d'être touchés par le sinistre, les niveaux d'eau qui seront atteints de même que les dommages pécuniaires estimés en cas d'inondation.
- 4 Cette dernière information profite aussi aux compagnies d'assurance. Grâce à E-nundation, elles pourront déterminer les primes des sinistrés de manière fiable plutôt que de simplement refuser de les assurer, faute de connaissances sur la nature du risque.

SONX: écoute sélective

Un appareil créé par la PME Eers protège l'ouïe des travailleurs des bruits excessifs tout en permettant les échanges entre collègues.

Par Etienne Plamondon Emond



COMMENT ÇA MARCHE

- 1 Des microphones internes et externes sont intégrés à des écouteurs qui, une fois vissés dans des mousses mémoires, sont insérés dans les oreilles.
- 2 Un algorithme calcule la différence entre le volume des bruits extérieurs capté par le microphone externe et celui détecté par le microphone intraauriculaire entre le tympan et le bouchon de manière à évaluer l'étanchéité de ce dernier. Une lumière rouge, jaune ou verte signale le degré de protection auditive.
- 3 Les microphones atténuent le volume des bruits extérieurs entendus dans les écouteurs – une opération complétée en moins de 10 millisecondes – afin d'éviter qu'un bruit soudain endommage l'oreille.
- 4 En appuyant sur un bouton, le microphone intraauriculaire capte et discrimine notre voix pour retransmettre ce qu'on dit, par l'entremise d'une bande radio dédiée, dans les écouteurs des collègues.
- 5 Pour évaluer le stress subi par les employés, le microphone interne permet aussi de noter le rythme cardiaque et la profondeur de la respiration, tandis qu'un capteur mesure la température corporelle. Le microphone externe aide aussi à évaluer l'intensité du bruit auquel sont exposés les travailleurs.

NICK LAPERLE,
président-directeur
général de la PME
montréalaise Eers



ines, chaînes de production, pistes d'aéroports : plusieurs milieux exposent les travailleurs à du bruit excessif. Et le nombre de personnes souffrant de surdité professionnelle explose. Les cas déclarés à la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail sont passés de 4 781 en 2014 à 10 608 en 2018. L'an dernier, ils représentaient plus de 10 % des lésions professionnelles enregistrées au Québec.

Nick Laperle, président-directeur général de la PME montréalaise Eers, tient entre ses mains – et enfoncée dans ses oreilles – une solution pour contrer ce fléau : le SonX.

Dans la salle de conférences de son entreprise, un haut-parleur crache une ambiance industrielle. Le sonomètre indique 95 décibels et la table tremble. Avec les bouchons et écouteurs du SonX vissés dans mes oreilles, je ne perçois pourtant qu'un bruit étouffé. Devant moi, Nick Laperle remue les lèvres sans que j'entende sa voix. Sans rien porter devant sa bouche, il appuie sur un bouton de son appareil et je discerne aussitôt ses paroles, la cacophonie derrière ne s'élevant pas d'un ton.

Ce dispositif est le fruit du défi qu'il s'est donné : protéger l'ouïe des travailleurs sans gêner leurs conversations. « Dans le bruit, si vous n'êtes pas capable de communiquer, vous allez enlever votre protecteur auditif ou relever le masque

que vous portez pour respirer, souligne-t-il. C'est dangereux, puis c'est stressant tant pour la personne qui crie que pour celle qui se fait crier dessus. »

L'entrepreneur n'en est pas à sa première invention pour prévenir la surdité professionnelle. Dès la fin des années 1990, il constate la gravité du problème en aidant sa mère propriétaire de cliniques d'audioprothèses. Avocat de formation, il fonde Sonomax, conçoit un système passif d'atténuation du bruit, puis un logiciel pour évaluer l'étanchéité des protecteurs auditifs qu'il vend à la compagnie américaine 3M en 2009.

Six ans plus tard, il déménage son entreprise, rebaptisée Eers, en face de l'École de technologie supérieure – où il finance la création de la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Eers en technologies intra-auriculaires. Pour perfectionner le SonX, il fait appel à une quinzaine d'employés et une vingtaine d'étudiants. Parmi eux, la posdoctorante Rachel Bouserhal met au point les algorithmes qui décortiquent et discriminent les bruits captés par l'appareil à l'intérieur du conduit auditif afin de retransmettre avec clarté les paroles prononcées par ondes radio.

Du personnel des usines de production et des installations ferroviaires de Rio Tinto au Saguenay ont commencé à tester le dispositif. Une douzaine d'autres compagnies du secteur manufacturier comme du transport aérien leur ont emboîté le pas à travers des projets pilotes. La commercialisation est prévue pour l'an prochain, mais déjà employeurs et employés tendent l'oreille à cette solution !

EQUIET: un murmure à l'oreille des chevaux

En révolutionnant les bouchons d'oreille pour chevaux, la jeune entreprise Ossicles pourrait aussi prévenir des maladies chez ces animaux.

Par Etienne Plamondon Emond



Lorsque le cheval piaffe, regarde ses flancs ou se couche à répétition, il est souvent trop tard: il souffre de « coliques », un douloureux trouble digestif potentiellement fatal. Les propriétaires et les entraîneurs pourraient bientôt prévenir cette situation à l'aide de données enregistrées par un bouchon d'oreille nouveau genre: l'eQuiet.

Passionné de chevaux, l'ingénieur du son Daniel Ferland se consacre à cette invention depuis le moment où il a assisté à une compétition hippique au parc équestre de Blainville en 2014. Ce jour-là, la construction dans le voisinage et des enfants turbulents dans les gradins déconcentraient et stressaient les bêtes. Un professeur d'équitation lui a alors demandé si de meilleurs protecteurs auditifs auraient pu changer la donne.

À l'affût des avancées en matière d'écouteurs antibruits, Daniel Ferland s'attaque au problème. Avec l'aide d'audiologistes, il conçoit d'abord un bouchon qui épouse

adéquatement la forme du conduit auditif du cheval, question de diminuer de 25 à 40 décibels le bruit entendu par l'animal, comparativement à 5 décibels pour les bouchons traditionnels. En le dotant de microphones interne et externe, qui permettraient aux utilisateurs de moduler l'atténuation du son, il profite de l'occasion pour y insérer un gyroscope, un accéléromètre et un GPS pour mesurer les performances des chevaux à l'entraînement. Mais surtout, des capteurs biométriques donnent de nouveaux indices sur l'état de santé de l'animal, notamment des modifications de la température et du rythme cardiaque avant-coureurs de coliques.

« L'idée est de se rendre compte que le cheval ne va pas bien avant que les symptômes se manifestent », explique celui qui a fondé l'entreprise Ossicles. Les microphones intraauriculaires, en captant la respiration sans les distorsions provoquées par des bruits extérieurs, pourraient par ailleurs détecter un emphysème. L'entreprise travaille avec Mathilde Leclère, professeure à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal spécialisée dans les maladies respiratoires équinées, pour valider les données amassées.

Daniel Ferland montre une photo de son premier modèle installé sur un cheval avec une multitude de « fils qui dépassent ». « J'ai vite réalisé que ce n'est pas le genre de travail qu'on peut faire dans un garage. » Il commence dès lors à s'entourer. Par l'entremise d'un projet financé par la compagnie de télécommunications Ericsson et l'organisme sans but lucratif Mitacs, il obtient l'aide d'étudiants en génie électrique de l'École de technologie supérieure pour miniaturiser son dispositif. Pour analyser des données à l'aide de l'intelligence artificielle, il intègre en janvier 2019 la première cohorte montréalaise de l'incubateur Next AI. En entraînant la machine avec des données issues de la littérature scientifique et d'autres enregistrées par l'appareil, « on peut déjà déceler des anomalies », souligne Abdhallah Bari, embauché depuis comme directeur scientifique de la jeune entreprise. Ce dernier cherche maintenant à ce que les données soient traitées en temps réel dans le bouchon même, sans avoir à les envoyer dans l'infonuagique, question d'analyser l'information au grand galop!



Vous n'avez pas la berlué : nous avons bien inclus deux technologies liées à l'audition dans notre sélection ! Une coïncidence qui s'explique peut-être par le fait que ces entreprises ont un certain lien de parenté. Au cours de nos entrevues, nous avons appris que Daniel Ferland a d'abord proposé le concept de ses protecteurs auditifs pour chevaux à Nick Laperle, qui l'a plutôt encouragé à poursuivre le travail sur son projet – tout en devenant son mentor. Comme quoi ils étaient faits pour s'entendre!

COMMENT ÇA MARCHE

- 1 Un bouchon en mousse de la forme du conduit auditif du cheval renferme des microphones interne et externe pour atténuer le son entendu par l'animal.
- 2 En plus des microphones, d'autres capteurs, dont un oxymètre, un accéléromètre et un gyroscope, recueillent des informations.
- 3 Les données sont envoyées dans l'infonuagique, où elles sont regroupées et analysées par l'intelligence artificielle.
- 4 Une application mobile affiche les signes vitaux de l'animal, ainsi que sa vitesse et son nombre de foulées lors d'un entraînement, en plus de reconstituer son parcours.
- 5 L'intelligence artificielle fait des prévisions sur la performance du cheval en compétition ou sur sa santé, voire lancera une alerte en cas d'urgence.



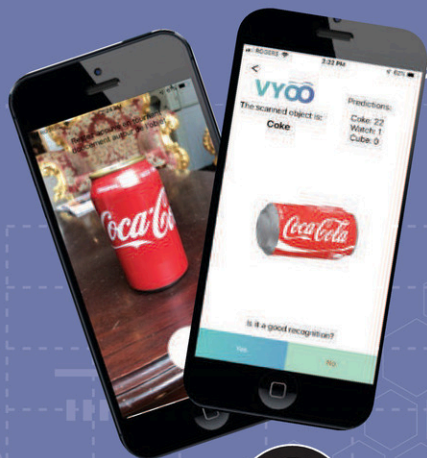
VYOO: le futur Google de la recherche en 3D

Des entrepreneurs français se sont installés au Québec pour mettre au point une technologie qui fait entrer les moteurs de recherche dans une nouvelle dimension.

Par Etienne Plamondon Emond



Une partie de l'équipe derrière Vyoo : Lionel Le Carlier, Sherif Abuelwafa, Danaë Blondel et Laurent Juppé



COMMENT ÇA MARCHE

- 1 Avec des données fournies par des lidars ou la caméra d'un téléphone intelligent, un logiciel procède par photogrammétrie et reconstruit en un nuage de points tridimensionnels l'objet numérisé pour déterminer ses dimensions, son volume et ses contours.
- 2 La grande innovation entre ensuite en jeu : l'IA reconnaît l'objet, soit en comparant le nuage de points à d'autres, identiques ou similaires, dans une base de données, soit en le décomposant en formes géométriques de base pour déduire son identité.
- 3 Une IA plus classique effectue une interprétation des données ou une analyse prédictive selon des besoins commerciaux ou industriels. Elle peut, par exemple, signaler des différences entre une pièce neuve et une pièce usée dans le domaine manufacturier, ou entre un plan virtuel et sa réalisation concrète dans le secteur de la construction.

En randonnée dans une forêt néo-zélandaise en 2012, Danaë Blondel se retrouve devant une espèce d'arbre qu'elle ne reconnaît pas. La juriste de formation et cavalière émérite tente de le décrire avec des mots dans un moteur de recherche. Ce dernier affiche... plus d'un million de résultats! Elle se dit qu'il aurait été intéressant de pouvoir l'identifier avec une simple numérisation réalisée à l'aide de son téléphone intelligent.

C'est ainsi que lui vient l'idée de créer un moteur de recherche visuel 3D. Son conjoint, Lionel Le Carlier, suspend sa carrière en finance pour mener à bien avec elle ce projet. Le couple d'origine française s'associe à Laurent Juppé, qui concevait des technologies d'animations 3D en temps réel pour la télévision et les jeux vidéo. Ils lancent ensemble l'entreprise Applications mobiles Overview en France, où ils mettent au point un prototype baptisé Vyoo. Puis, ils font un voyage déterminant au Québec. Ils y trouvent de potentiels soutiens financiers, mais surtout une expertise universitaire en apprentissage automatique et en vision numérique cruciale pour atteindre leurs objectifs. Les trois cofondateurs s'incorporent, transfèrent leurs activités et déménagent à Montréal en 2017.

« Le Québec nous a permis d'aller trois fois plus vite », assure Lionel Le Carlier, rencontré dans un local de l'accélérateur d'entreprises Centech, affilié à l'École de technologie supérieure. La jeune pousse d'une quinzaine d'employés vient d'y achever un accompagnement de deux ans dans le programme Propulsion. En collaboration avec Denis Laurendeau,

professeur spécialisé en vision numérique à l'Université Laval, la PME a élaboré un réseau de neurones artificiels pour apprendre à partir des formes géométriques de base. L'intelligence artificielle (IA) décompose ainsi les contours, les volumes et les dimensions afin de reconnaître les objets. Pour perfectionner son outil, l'entreprise en démarrage collabore avec des partenaires selon leurs besoins. Plusieurs applications sont actuellement testées : la reconnaissance de pièces industrielles dans le secteur manufacturier; l'inventaire dans des bâtiments pour assurer la traçabilité du matériel dans le domaine de la construction – notamment pour comparer les plans avec leur réalisation physique ou améliorer le recyclage et le réemploi de matériaux lors d'une démolition ; la mesure corporelle pour des besoins relatifs à la santé ; et la géolocalisation et l'évaluation de nids-de-poule pour les services de voirie.

L'entreprise s'affaire en parallèle à concevoir une IA capable de détecter certains fichiers, lors d'un usage destiné à une imprimante 3D, afin de bloquer une production matérielle interdite. Le filtre pourrait ainsi freiner l'impression d'objets protégés par une propriété intellectuelle ou ceux qui posent un risque à la sécurité, comme les composants d'une arme à feu.

Est-ce qu'il est désormais possible de balayer un arbre avec la caméra de son téléphone pour en déterminer la nature ? Pas pour l'instant, admet Lionel Le Carlier, puisqu'en matière arboricole les bases de données ne possèdent pas suffisamment d'éléments comparables. Même si la technologie est pour le moment affectée au milieu industriel, l'entreprise n'abandonne pas pour autant le rêve qui a donné naissance à Vyoo : celui de devenir à terme le Google de la recherche visuelle en trois dimensions.

IMAGES: VYOO



ANTONIN BÉRUBÉ,
podiatre et fondateur
de Bodyform 3D

PODFORM 3D: une application pour sortir du moule

À partir d'une vidéo filmée avec un téléphone, la technologie de l'entreprise Bodyform 3D permet de commander une orthèse plantaire parfaitement ajustée.

Par Etienne Plamondon Emond

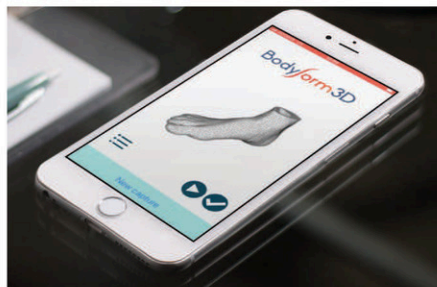
Trouver orthèse à son pied demeure compliqué. Règle générale, un podiatre prend une empreinte à l'aide de plâtre de Paris. Il attend une quinzaine de minutes

que le moule sèche pour l'envoyer par la poste à un manufacturier. Ce dernier s'en sert pour mouler une reproduction physique du pied en plâtre (encore !) qu'il numérise ensuite pour créer l'orthèse commandée. « C'est long, fastidieux, salissant, ça coûte cher et ça brise souvent dans le transport », soulève Antonin Bérubé, podiatre à temps partiel. Ne serait-il pas plus simple de numériser directement le pied ? Et pour ce faire, pourquoi ne pas recourir aux téléphones intelligents, dont les fonctionnalités sont de plus en plus avancées ?

En août 2018, il partage ses réflexions avec un patient, Pierre Laferrière, qui est maître d'enseignement invité à l'École de technologie supérieure (ÉTS). Ce dernier lui suggère de concevoir lui-même la solution et lui fait découvrir le soutien à l'entrepreneuriat offert par l'ÉTS. Dans les mois qui suivent, Antonin Bérubé rencontre l'équipe de l'entreprise en démarrage Applications mobiles Overview (voir le texte de la page précédente) à l'accélérateur d'entreprises

Centech. Elle lui montre comment l'un de ses logiciels acquiert des données en trois dimensions à partir d'une vidéo réalisée avec un téléphone cellulaire. La concrétisation de son concept semble alors à portée de main.

À partir des données brutes fournies par le logiciel, il suffit maintenant de reconstruire en trois dimensions la modélisation du pied avec la précision et les propriétés nécessaires à la production d'une orthèse. Dès le début de 2019, Antonin Bérubé fonde Bodyform 3D, embauche une ingénieure logicielle spécialisée en vision numérique et reconstruction tridimensionnelle, puis développe son application Podform 3D. Au printemps, la jeune pousse commence un parcours de 12 semaines au Centech, puis s'engage à la fin de l'été dans un processus d'accompagnement de deux ans au même endroit. Depuis, Bodyform 3D a réduit de façon radicale le temps requis par l'application pour traiter l'information et modéliser un pied, qui passe de 45 à 2 minutes.



Récemment, l'entreprise a aussi entamé un projet en collaboration avec le centre collégial de transfert technologique Topmed, spécialisé en innovations médicales. D'ici le printemps 2020, les partenaires compareront les performances de Podform 3D avec celles d'autres scanners, outils et logiciels qui établissent la norme actuelle dans l'industrie.

La première clientèle visée ? Les manufacturiers d'orthèses plantaires, car ils pourront mettre la solution à la disposition des podiatres qui leur passeront des commandes. Antonin Bérubé ne cache pas son ambition de s'attaquer dans un deuxième temps à des logiciels servant à la conception d'orthèses destinées à d'autres parties du corps, mais aussi à la vente en ligne de vêtements, de souliers ou de casques personnalisés. « Est-ce que quelqu'un a déjà porté une paire de patins qui étaient vraiment confortables ? » interroge le podiatre. Il imagine pour son application mobile la possibilité de fabriquer cet équipement sportif de manière à épouser parfaitement la forme de nos pieds malgré ses matériaux rigides. À l'aune de ses avancées, il lui apparaît possible de franchir le pas.



COMMENT ÇA MARCHE

- 1 Avec un téléphone intelligent, le podiatre filme un pied en effectuant des balayages de bas en haut et de droite à gauche.
- 2 À l'aide des données brutes acquises à partir de cette captation vidéo, l'application Podform 3D effectue dans l'infonuagique une reconstruction virtuelle précise et en trois dimensions du pied du patient.
- 3 La modélisation est retouchée automatiquement pour, entre autres, obtenir des formes arrondies et lisses afin que l'orthèse épouse exactement la forme du pied.
- 4 L'application transforme la modélisation en un fichier qui permet aussitôt une impression 3D.

LA DÉPRESSION, CE MAL INSAISSISSABLE

Si l'on a tant de mal à soigner la dépression, c'est parce que ses mécanismes échappent encore aux chercheurs. Le syndrome engloberait peut-être des maladies variées.

PAR MÉLISSA GUILLEMETTE

ILLUSTRATIONS: PIERRE-PAUL PARISEAU

« **S**i seulement j'avais su à ce moment-là qu'il fallait agir. » Ces mots, Mashrura Tasnim y songe encore souvent. Ils ont été prononcés par son amie, une intervenante psychosociale, après le suicide d'un étudiant dépressif dont elle assurait le suivi dans une université du Bangladesh.

Mashrura Tasnim s'est alors interrogée: serait-il possible de suivre en temps réel la détresse des patients souffrant de dépression pour intervenir en cas de crise et donc éviter des suicides? Tout son parcours universitaire a été influencé par cette question.

Aujourd'hui doctorante au département d'informatique de l'Université de l'Alberta, Mashrura Tasnim travaille sur une application pour téléphone intelligent qui analysera la voix de son propriétaire pour suivre l'évolution de la maladie. Il y a en effet toute une littérature scientifique qui lie la voix et le diagnostic de dépression. « Notre dispositif ne s'intéresse pas aux mots, mais à une foule de paramètres comme l'acuité de la voix et le niveau d'énergie. »

Ce travail d'analyse se fera automatiquement, au fil des appels que l'utilisateur passera. Si le dispositif repère une intensification de la détresse, un message sera envoyé à une personne désignée comme ressource en cas d'urgence.

Mashrura Tasnim cherche ainsi un moyen de combattre le risque le plus grave – le suicide – d'une maladie encore mystérieuse. Pourtant le nombre de recherches à son sujet va toujours croissant. Environ 22 000 études ont été publiées l'an dernier contre 12 000 il y a 10 ans dans la base de données en sciences biomédicales PubMed.

Mais la biologie de la maladie demeure insaisissable, alors même que le syndrome est désigné par l'Organisation mondiale de la santé comme l'un des plus grands fardeaux dans le monde, touchant plus de 300 millions d'individus. Le flou est tel que le diagnostic ne peut se faire à partir de tests objectifs – sanguins, génétiques ou d'imagerie par exemple. Les médecins le posent uniquement en se basant sur un éventail de symptômes, qui varient énormément d'un individu à l'autre et



“ Plus on comprend la dépression, moins on comprend en fait. ”

– Bruno Giros,
chercheur au Centre de recherche Douglas

selon qu'on est un homme ou une femme. Une aberration pour Thomas Insel, un neuroscientifique et psychiatre influent aux États-Unis. En 2013, à la sortie de la dernière mouture du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (le DSM-5), il écrivait d'ailleurs que les malades « méritent mieux ».

Bien que la psychothérapie ait démontré son efficacité, le traitement le plus commun demeure pharmacologique et fonctionne par essai-erreur ; on dit généralement qu'un tiers des patients parvient à la rémission au premier antidépresseur essayé, qu'un autre tiers doit essayer plus d'un médicament et que le dernier tiers n'obtiendra pas de soulagement. Faute de comprendre la biologie derrière la maladie, la mise au point de nouveaux médicaments piétine, car les cibles à favoriser sont inconnues. Il faut savoir que les médicaments utilisés pour vaincre la dépression ont tous été découverts de façon fortuite, souvent en cherchant à traiter d'autres problèmes médicaux (congestion, tuberculose...). Résultat : des patients vraiment joyeux !

« La dépression, c'est très hétérogène », souligne Bruno Giros, chercheur au Centre de recherche Douglas et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en neurobiologie des troubles mentaux.

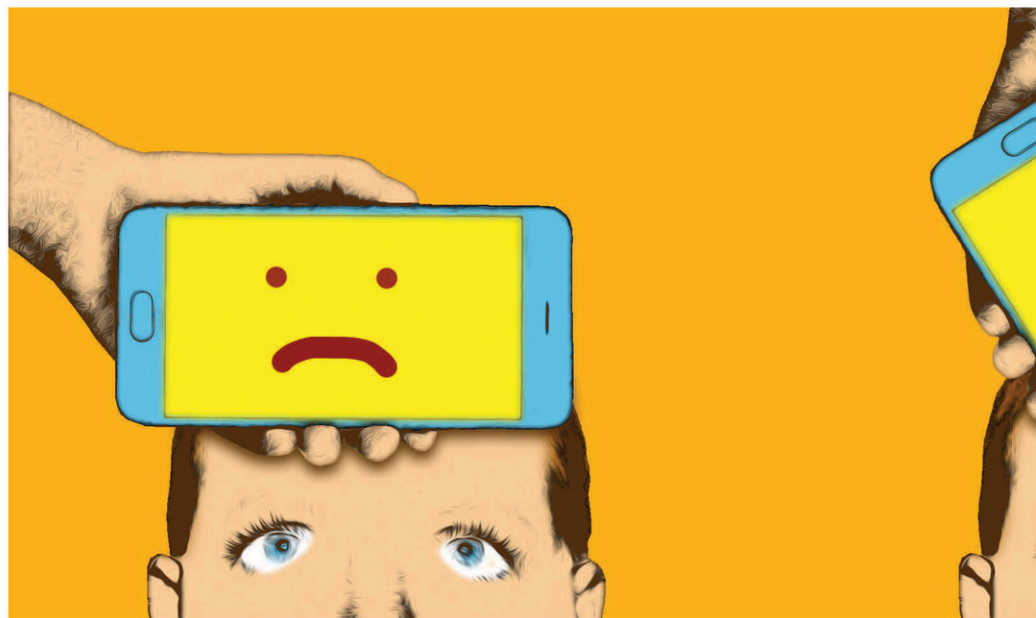
Il la compare au cancer, qu'on ne voit plus comme un seul trouble, mais comme un groupe de maladies : le cancer du poumon à petites cellules, le cancer de la prostate, etc. « Pour la dépression, c'est pareil, dit-il. On doit passer par un raffinement de l'évaluation diagnostique. Mais trouver des sous-classes de la dépression est compliqué. » À l'image des dessins de striatums, d'hippocampes et de synapses qui ornaient son tableau le jour de notre visite à son bureau ! « Plus on comprend la dépression, moins on comprend en fait », déclarait-il alors.

Pourtant, de 1970 à 1990, les choses semblaient sur le point de se régler. On pensait avoir découvert le nœud du problème, le facteur sur lequel intervenir pour guérir la dépression : un déséquilibre chimique dans le cerveau.

SE HEURTER À UN MUR

À cette époque, les chercheurs s'emballent pour la « psychiatrie biologique », raconte Bruno Giros, qui est aussi professeur à l'Université McGill. « C'était l'explosion de la biologie moléculaire. On a mis au jour des récepteurs des neurotransmetteurs et on les a clonés. On faisait des progrès à pas de géant. »

Comment les chercheurs en sont-ils venus à l'hypothèse du « déséquilibre



chimique», selon laquelle la dépression était due au niveau anormal d'un neurotransmetteur, plus particulièrement la sérotonine, qui contribue à la maîtrise des émotions? Ils savaient que plusieurs des médicaments efficaces contre la dépression agissent sur la production de sérotonine: on parle des antidépresseurs tricycliques, des inhibiteurs de monoamine oxydase et des inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine. Il n'y avait alors qu'un pas à faire pour imaginer un lien de cause à effet.

Cette théorie offrait l'avantage de réduire la stigmatisation des personnes dépressives (mais des chercheurs ont depuis remarqué qu'elle semble aussi donner une plus grande crédibilité à la pharmacothérapie qu'à la psychothérapie). Mais la communauté scientifique a rapidement réfuté cette vision simpliste de la maladie... qui a néanmoins percolé dans l'imaginaire collectif. En réalité, «les données laissent entendre qu'une altération de l'activité de la sérotonine peut causer la dépression dans certaines circonstances, mais qu'elle n'est ni nécessaire ni suffisante», peut-on lire dans un article de 2015 qui revient sur l'histoire de cette théorie dans *World Psychiatry*.

Après les grands espoirs portés par la psychiatrie biologique, «on s'est heurtés

à un mur, et les avancées ont été minimes, reconnaît Bruno Giros. Quand les psychiatres voient un patient, il ne leur est pas utile de connaître les récepteurs...».

Les recherches des dernières décennies ne cessent de prouver que la maladie n'est pas qu'un trouble du cerveau. Dans son postdoctorat en neurosciences à l'Icahn School of Medicine at Mount Sinai, à New York, Caroline Ménard a entrepris de produire une synthèse des connaissances sur la pathogenèse de la dépression, c'est-à-dire les mécanismes à sa source, à partir d'études sur des animaux et des humains. «C'est le genre de texte, se dit-on, qui comptera 8 000 mots et finalement, c'est un monstre!» L'article publié en 2016 dans *Neuroscience* fait plus de 19 000 mots...

Évidemment, son «monstre» parle des circuits concernés dans le cerveau. «Mais il y a désormais une grande ouverture vis-à-vis d'autres mécanismes biologiques. Tout l'aspect immunitaire était nouveau à ce moment-là, le côté vasculaire aussi», se souvient Caroline Ménard. L'inflammation semble ainsi jouer un rôle dans la maladie: en manipulant le système immunitaire de souris, des chercheurs ont réussi à les rendre plus ou moins susceptibles de développer ce qui s'apparente à une dépression (elles ont moins envie de boire de l'eau sucrée

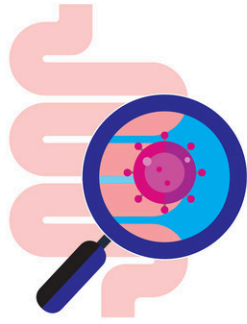
LA QUÊTE D'UN «BIOMARQUEUR»

La dépression se voit-elle à partir d'un examen d'imagerie du cerveau? Le chercheur et psychiatre Argyris Stringaris a récemment publié, avec des collègues, un article dans *JAMA Psychiatry* sur l'anhédonie, une manifestation fréquente chez les gens dépressifs qui se résume à une impossibilité à éprouver du plaisir. À partir d'images par résonance magnétique du cerveau de quelque 4 500 enfants (car oui, la dépression touche aussi les enfants), son équipe a observé que l'anhédonie est associée à une hypoconnectivité au repos entre différentes régions du cerveau ainsi qu'à une faible activation des circuits en jeu dans l'anticipation d'une récompense.

A-t-on pour autant trouvé une façon objective de diagnostiquer la maladie? «Non, lâche le directeur de la Mood, Brain and Development Unit du National Institute of Mental Health, basé à Bethesda, au nord de Washington, joint par téléphone. Cette découverte permet de tirer des conclusions relativement à un groupe de patients, mais elle n'est pas assez significative sur le plan individuel. Voilà le problème le plus commun auquel on est confrontés» dans la recherche d'un biomarqueur de la maladie.

Pour surmonter cet obstacle, selon lui, il faudrait davantage d'études longitudinales — un véritable suivi des patients dans le temps —, mais elles coûtent très cher. Il se réjouit donc de savoir que les jeunes ayant participé à son étude seront suivis jusqu'à l'âge adulte.





LA FLORE INTESTINALE DU PATIENT DÉPRESSIF

Depuis une dizaine d'années, on cherche des traces de la maladie dans l'intestin ou plutôt dans son microbiote, soit l'ensemble des microorganismes qui le colonisent.

De nombreuses études réalisées sur des rongeurs ont révélé un lien entre la vulnérabilité au stress et la composition de la flore intestinale, et les travaux avec des humains commencent à voir le jour. Une équipe belge a ainsi effectué une grande étude sur deux cohortes de plus de 1 000 patients.

Elle a découvert que deux souches bactériennes, *Coprococcus* et *Dialister*, sont moins nombreuses chez les personnes dépressives. Et cela a du sens ! « *Coprococcus* produit du butyrate, une molécule connue pour ses effets anti-inflammatoires. Or, les patients qui souffrent de dépression ont de l'inflammation », explique Mireia Valles-Colomer, qui a participé à cette recherche au cours de son doctorat au VIB-KU Leuven Center for Microbiology. À l'inverse, la présence de cette même *Coprococcus* et de *Faecalibacterium* est associée à une meilleure qualité de vie. « On constate que le microbiote est un important contributeur alors qu'il n'était pas du tout pris en considération jusqu'à tout récemment, dit Mireia Valles-Colomer. On est encore loin de pouvoir utiliser cette information pour le diagnostic ; par exemple, on ne sait pas si le microbiote de tous les patients atteints de dépression est perturbé. » Actuellement, elle collabore avec des cliniciens pour analyser le microbiote de patients qui ne répondent pas aux traitements classiques. Des prébiotiques ou des probiotiques pourraient ainsi un jour entrer dans la pharmacopée de la maladie.

IMAGES : SHUTTERSTOCK.COM

ou de se débattre pour survivre si on les immerge). Cette inflammation finirait par abîmer la barrière hématoencéphalique (BHE) protégeant le cerveau. « Il y a même des compagnies pharmaceutiques qui veulent réutiliser des molécules employées afin de soulager l'arthrite ou d'autres problèmes d'inflammation pour traiter la dépression », commente Caroline Ménard.

Son article évoque les nouvelles recherches indiquant qu'un microbiote intestinal altéré pourrait contribuer à affaiblir la BHE. Il décrit également l'effet du stress dès l'enfance et celui des traumatismes, de l'isolement et du rejet social, de l'épigénétique (l'influence de l'alimentation, de l'exercice et des autres facteurs environnementaux sur l'expression des gènes)... Bref, on est loin du simple déséquilibre chimique. Ou du gène qui expliquerait tout.

L'hypothèse qu'un gène ou un petit lot de gènes nous mettraient plus à risque de dépression semble en effet de moins en moins plausible. Une étude publiée en mars dernier dans *The American Journal of Psychiatry* à partir de données relatives à des dizaines de milliers de personnes n'a pas trouvé de corrélations entre la maladie et 18 gènes scrutés depuis des années dans l'espoir d'en faire des biomarqueurs de la dépression.

« On dit souvent que la dépression court dans une famille, mais c'est difficile de discerner si c'est bien l'hérédité qui est en cause ou un milieu socioéconomique similaire de génération en génération, dit Caroline Ménard, qui est aujourd'hui professeure au Département de psychiatrie et de neurosciences de l'Université Laval. Nous, on le voit : si l'on donne un environnement enrichi à des souris [c'est-à-dire une cage plus grande avec un nid, des jouets, une roue, des cachettes et des congénères pour augmenter les interactions sociales], ça améliore leur résilience face au stress et elles sont plus heureuses. »

Pour déterminer des sous-classes de la dépression à partir de cette variété de facteurs, il faudra encore beaucoup de travail. « On va éventuellement avoir une médecine plus personnalisée : par exemple, ceux qui ont une réponse immunitaire forte pourraient être traités avec tel médicament », indique la chercheuse.

Pareille prouesse a peut-être été réalisée au Toronto Western Hospital. L'équipe du clinicien-chercheur Jonathan Downar et ses collègues américains sont parvenus à diviser un groupe de personnes dépressives en quatre sous-types à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle et d'un algorithme. Ces « biotypes » se traduisent par des variations dans le dysfonctionnement des réseaux limbique et fronto-striatal, des régions liées aux émotions et au raisonnement.

Ces travaux, publiés dans *Nature Medicine* en 2017, ont été effectués à partir de données rétrospectives (le dossier médical et les examens d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle du cerveau de patients déjà traités) ; il reste donc à tester la technique sur des malades cherchant un traitement et à reproduire le tout. Fait intéressant : la technique pourrait prédire la réponse à un traitement utilisé auprès des patients chez qui les médicaments ont échoué, soit la stimulation magnétique transcrânienne répétitive. On se rapproche donc de l'idée de lier un type de dépression à un traitement précis.

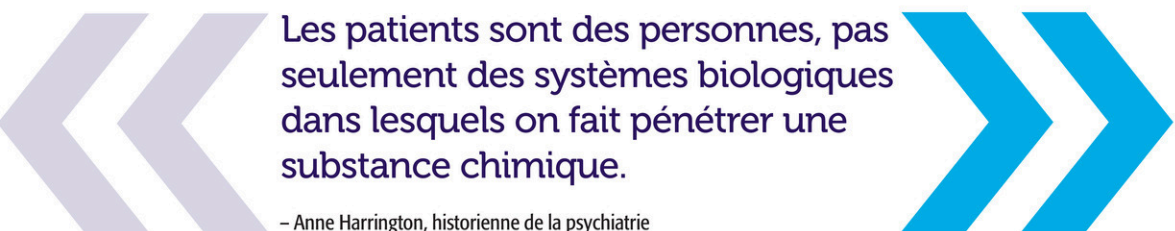
« Mais soumettrait-on vraiment tous les patients à des scans ? demande le Dr Downar. Ça en ferait beaucoup ! » Il garde toujours en tête cette idée de faciliter le diagnostic et le traitement, pas de les compliquer, car, en tant que psychiatre, il sait bien que l'accès aux soins demeure un problème au pays.

« Une autre piste qu'on poursuit est l'observation [en parallèle des tests d'imagerie] des symptômes autres que ceux de la dépression. Certains patients ont depuis toujours une tendance à s'en faire avec un rien, d'autres sont très impulsifs et d'autres encore ont un trouble alimentaire ; peut-être tombent-ils dans des catégories différentes. » Tout cela reste à voir.

QUELLE BIOLOGIE ?

Et si les données des différentes études sur la dépression étaient faussées par des patients qui n'avaient tout simplement pas de problème biologique ? C'est la question que pose Anne Harrington, historienne de la psychiatrie et professeure à l'Université Harvard, dans l'essai *Mind Fixers: Psychiatry's Troubled Search for the Biology of Mental Illness*, paru au printemps dernier.

En mettant l'accent uniquement sur le



Les patients sont des personnes, pas seulement des systèmes biologiques dans lesquels on fait pénétrer une substance chimique.

– Anne Harrington, historienne de la psychiatrie


côté «biologique» de la dépression – ce qui a eu pour effet de favoriser la profession de psychiatre, selon elle –, tout le monde est perdant. Où se trouve la limite entre la maladie et la tristesse passagère qui peut envahir un individu? «Cela ne signifie pas qu'il n'y a pas moyen d'aider ces personnes aux prises avec une souffrance mentale, une catégorie plus vaste que la maladie mentale», explique-t-elle en entrevue, ajoutant que les travailleurs sociaux et les psychologues devraient avoir une plus grande place dans nos systèmes de santé.

Et les chercheurs en sciences sociales devraient quant à eux être intégrés aux travaux sur les causes biomédicales de la dépression, poursuit-elle. «Les patients sont des personnes, pas seulement des systèmes biologiques dans lesquels on fait pénétrer une substance chimique! Ils ont des attentes, des réactions. On a besoin des disciplines qui utilisent d'autres méthodes et d'autres types de données, et surtout il ne faut pas considérer cela comme une rivalité.» Par exemple, comment comprendre l'énorme effet placebo observable chez les individus dépressifs sans ces scientifiques?

Bruno Giros, au Centre de recherche Douglas, croit pour sa part que la participation des cliniciens à la recherche devrait aller de

soi. Il est très optimiste et demeure persuadé que des découvertes majeures sont à venir (lui-même cherche activement de nouvelles cibles de traitement). «Les promesses des neurosciences sont encore récentes, rappelle le chercheur. On a fait d'énormes avancées en 20 ans avec les techniques d'imagerie cérébrale, les approches génétiques et l'optogénétique [une technique qui permet de stimuler des neurones grâce à la lumière]. Il faudra encore un peu de temps avant de tout éclaircir. Est-ce que les chercheurs sont déprimés pour autant? Non!»

Mashrura Tasnim fait partie de ces chercheurs pleins d'espoir. Elle a déjà testé son application pour téléphone intelligent sur des lots de données audios en anglais et en allemand. Son taux de succès dans le diagnostic de la dépression est encourageant: 81 %.

Pour ce qui est de déterminer la gravité de la maladie, l'algorithme demeure à améliorer, mais pour cela, il lui faut obtenir plus de données, c'est-à-dire persuader des patients d'installer l'application sur leur téléphone. Elle est convaincue d'y parvenir. «Le défi sera ensuite de s'assurer que les personnes-ressources agissent vraiment quand elles recevront un signal.» Ce qui, elle le sait, pourrait bien être une question de vie ou de mort. 

PRESCRIPTION PERSONNALISÉE

Une analyse génétique pourrait servir un jour à désigner le bon traitement pour chaque patient. Un grand essai clinique, appelé ADOPT-PGx, a cours aux États-Unis en ce moment. Les participants, des hommes et des femmes en dépression depuis au moins trois mois, sont tous soumis à un test génétique. Deux gènes sont particulièrement d'intérêt: CYP2D6 et CYP2C19, car ils encodent les enzymes qui métabolisent une classe importante d'antidépresseurs, les inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine. «Ils ont un effet sur la quantité de médicament actif qui circule dans le sang», signale le Dr Josh Peterson, professeur de bio-informatique à l'Université Vanderbilt, au Tennessee, qui dirige cet essai. Pour la moitié des participants, le médecin traitant recevra le résultat du test génétique et des recommandations dès le début du suivi et pourra s'en servir pour choisir l'antidépresseur à prescrire. Dans l'autre moitié des cas, l'information sera acheminée seulement à la fin de l'essai clinique afin de comparer le rétablissement des deux groupes. Le résultat déterminera s'il vaut la peine d'intégrer l'outil à l'arsenal médical. «La pharmacogénomique n'explique pas à elle seule la résistance aux antidépresseurs, mais on tente de montrer que les facteurs génétiques sont un élément majeur dans la variabilité de la réponse au traitement», indique le Dr Peterson.





PRÊTS POUR LA PROCHAINE PANDÉMIE ?

Dans le laboratoire le plus sécurisé du Canada, des microbiologistes surveillent de près les pires pathogènes de la planète. Le but : répondre au mieux à la prochaine grande épidémie, qui se produira peut-être plus rapidement qu'on le pense.

PAR MARINE CORNIOU

Le taxi s'arrête au cœur d'un quartier semi-industriel de Winnipeg, le long d'un boulevard où quelques entrepôts côtoient des maisonnettes sans charme. Aussi improbable que cela puisse paraître, les plus grands ennemis du genre humain se trouvent presque tous entre les murs de l'immeuble fédéral banal dans lequel je m'apprête à entrer. Impossible de ne pas ressentir un frisson...

Autour, pas de clôture, encore moins de barbelés. Certes, les visiteurs doivent montrer patte blanche à l'entrée – présentation d'une pièce d'identité, signature du registre, port du badge –, mais ces mesures n'ont rien d'exceptionnel. « Nous ne

pouvons pas vous donner de détails, mais il y a bel et bien des systèmes de sécurité à l'extérieur et à l'intérieur », assure l'agente des communications qui me guidera tout au long de la journée.

Ici, les « détenus » sont aussi dangereux que minuscules. Ils ont pour noms Ebola, Marburg, Nipah et ils font partie du club des virus les plus mortels de la planète. Tuant de 25 à 90 % des gens qu'ils infectent, leur réputation n'est plus à faire. Celle du Laboratoire national de microbiologie (LNM) de l'Agence de la santé publique du Canada, qui m'ouvre exceptionnellement ses portes, non plus. C'est ici qu'ont été mis au point un traitement et un vaccin contre la fièvre hémorragique Ebola, le dernier étant utilisé pour contenir l'épidémie actuelle en République démocratique du Congo.

Mais la principale mission du LNM est défensive : il s'agit du point névralgique de la riposte nationale contre les maladies infectieuses. Et de notre rempart le plus solide contre les épidémies de toutes sortes, même les plus exotiques qui se tiennent pour l'instant à distance du pays.

Car tous les experts, ceux de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en tête, sont d'accord sur un point : l'arrivée de la prochaine pandémie n'est qu'une question de temps et ses conséquences seront majeures.

Pour s'en convaincre, il suffit de penser à la grippe espagnole de 1918, qui a infecté le tiers de la population mondiale et tué de 50 à 100 millions d'individus. Ou encore à la peste noire du 14^e siècle, qui aurait décimé en cinq ans de 30 à 50 % de la population européenne. Ou à la variole, l'une des maladies les plus contagieuses



En cas de crise, les équipes de Winnipeg formées à la gestion des urgences s'installent dans cette salle équipée de moyens de communication dernier cri et coordonnent les opérations. Il existe quatre niveaux d'urgence et, dans les situations les plus graves, tous les postes sont occupés 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. En ces lieux, la hiérarchie habituelle vole en éclats; au total, 15 personnes sont en mesure de diriger le centre et c'est l'une d'elles qui prend les rênes. Autour des tables, chacun revêt un gilet de couleur qui permet de savoir dans quelle équipe il se trouve (logistique, communications...).

et dévastatrices que l'humanité ait connues. Imaginez l'équivalent dans notre monde surpeuplé et hyperconnecté, où les déplacements de personnes et de marchandises ne cessent de s'intensifier... S'il est vrai que la médecine a progressé, l'humanité n'a pas fini d'en découdre avec les infections. Rien que depuis 1980, le nombre annuel de flambées épidémiques, toutes causes confondues, aurait triplé.

Lorsque la prochaine pandémie touchera le territoire canadien, les 600 employés du centre de Winnipeg, des biologistes aux informaticiens en passant par les agents administratifs, seront prêts à y faire face. Lors de la dernière frayeur qu'a connue la planète, la grippe H1N1 en 2009, le personnel s'est relayé 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 (même si, finalement, cette nouvelle souche s'est révélée peu meurtrière).

Que l'épidémie majeure à venir se présente sous les traits d'une grippe fulgurante ou d'une réplique du SRAS (le syndrome respiratoire aigu sévère), la première étape sera de reconnaître le pathogène en cause le plus tôt possible. « Nous sommes le laboratoire de référence pour diagnostiquer n'importe quelle menace infectieuse dans le pays, résume Matthew Gilmour, directeur scientifique du LNM. Nous avons aussi une mission de surveillance. Nous nous penchons sur les microorganismes émergents et sur ceux déjà connus à l'étranger, même s'ils n'ont encore jamais posé de problème au Canada. Dès qu'une menace surgit au pays, nous devons être capables d'offrir des tests diagnostiques aux Canadiens. »

Pour faciliter ce travail de veille, le LNM collabore avec un réseau international d'instituts de recherche qui lui envoient, par colis hautement sécurisés, des spécimens de tous les microbes inquiétants. Le Laboratoire national de microbiologie travaille aussi étroitement avec toutes les provinces, notamment avec l'Institut national de santé publique du Québec. Dès qu'un hôpital observe des symptômes inhabituels chez un patient, repère une série de cas suspects ou une maladie exotique rare, les experts du LNM sont avertis. « Le Zika en est un bon exemple. Aucune clinique, aucun hôpital public ou privé du pays ne connaissait ce virus avant l'épidémie [NDLR: qui a débuté au Brésil en 2015]. Personne n'offrirait de tests diagnostiques, à part nous », illustre le Dr Gilmour.

CONFINEMENT MAXIMAL

Évidemment, on ne manipule pas des bestioles aussi virulentes à la légère. Des précautions extrêmes doivent être prises pour garantir la sécurité des employés, limiter les risques d'accident, de fuite ou d'attaque terroriste. D'ailleurs, les consignes sont claires: il m'est interdit de photographier les portes, les fenêtres et les caméras de surveillance, histoire de prévenir tout acte malveillant.

Le LNM, qui fête ses 20 ans cette année, est la seule installation au Canada à être classée niveau 4 sur l'échelle de sécurité biologique. Cela correspond au plus haut degré de confinement, indispensable pour manipuler les « P4 », les pathogènes de classe 4. « Cette catégorie regroupe des pathogènes susceptibles de provoquer des maladies graves, avec des taux de mortalité et de transmission élevés, et contre lesquels nous n'avons en général ni vaccins ni traitements », explique Mike Drebot, virologue réputé du LNM. Tous les P4 connus sont des virus, dont la plupart causent des fièvres hémorragiques comme Ebola.

Après avoir franchi une multitude de portes, qui ne s'ouvrent qu'avec les badges des rares employés autorisés (lesquels ne me lâchent pas d'une semelle), j'arrive finalement dans l'enceinte de haute sécurité. Mais impossible pour moi d'y entrer: il faut au moins un an de formation et d'entraînement pour pouvoir y mener des expériences. Je me contente par conséquent de regarder à travers les vitres.

Côté matériel, rien ne diffère des laboratoires de microbiologie classiques: comptoirs en acier, microscopes, pipettes et hottes ventilées. L'équipement des chercheurs, en revanche, ne passe pas inaperçu! Dans une énorme combinaison de plastique bleue, ressemblant à un scaphandre avec casque intégral, un employé s'affaire ce jour-là à démonter toutes les machines pour la désinfection annuelle. Sa combinaison est reliée à un câble jaune en spirale fixé au plafond qui la gonfle tel un costume de bonhomme Michelin. « C'est comme un équipement d'astronaute: l'air est injecté à l'intérieur pour maintenir une pression positive », indique Brad Pickering, scientifique responsable des installations de niveau 4. Si par malheur le plastique protecteur était transpercé, l'air irait

ainsi de l'intérieur vers l'extérieur, tenant les virus à distance du scaphandrier. « Quant à la pièce, elle est maintenue en sous-pression par rapport au reste du bâtiment: l'air ne peut pas s'en échapper », ajoute-t-il.

On ne s'en rend pas compte, mais l'enceinte est construite comme une « boîte en béton dans une autre boîte en béton », un peu selon le principe des poupées russes. Au-dessus du plafond, un compartiment est réservé aux installations de traitement de l'air, doublement filtré; sous le plancher, les effluents liquides sont également décontaminés deux fois par jour.

Avant d'entrer dans ce bunker, les chercheurs enfilent, dans un sas, une tenue chirurgicale avec des sous-vêtements jetables (on ne plaisante pas avec la sécurité!) avant de se glisser dans le « scaphandre », équipé d'une radio pour les communications. « La règle est qu'on ne travaille pas dans le laboratoire plus de quatre heures d'affilée. Évidemment, à l'intérieur, on ne peut ni boire ni manger, ni aller aux toilettes », détaille Brad Pickering. Pas question, donc, d'avalier un litre de café avant d'y pénétrer: il faut compter au moins 20 minutes de procédure pour sortir du laboratoire. « Il faut d'abord prendre une douche chimique pour décontaminer la combinaison, puis une douche personnelle. »

Imperturbable, le technicien-astronaute essuie toutes les surfaces avec des gestes lents et appliqués. « Certaines manipulations sont plus difficiles à faire que dans un laboratoire de moindre sécurité. Nous devons porter deux paires de gants sous la paire de gants de la combinaison, qui ressemblent à des gants de vaisselle. Cela demande beaucoup de dextérité! » précise Brad Pickering.

Les échantillons viraux sont eux-mêmes confinés dans des fioles spéciales. On refuse de me pointer l'endroit où ils sont stockés dans le laboratoire... Reste que les pires virus du monde sont tapis là, dans l'un des frigos ou derrière la porte close que j'aperçois au fond. Y compris celui de la grippe espagnole de 1918, que des scientifiques ont « ressuscité » ici, en 2007, dans le but de l'étudier.

Car le LNM ne se contente pas de confirmer des diagnostics. « Nous tentons aussi d'une part de comprendre ce qui fait qu'une maladie a émergé et pourquoi elle est virulente et d'autre part de déchiffrer la biologie



Dans le laboratoire de niveau 4, les chercheurs sont équipés d'une combinaison intégrale gonflée d'air et plusieurs paires de gants couvrent leurs mains. Un casque et un micro permettent de communiquer.



Le LNM possède aussi un laboratoire de niveau 3 installé dans un camion. Il permet de faire des analyses sur les lieux d'un rassemblement, comme la réunion du G7 en 2018, pour parer au bioterrorisme.

Il n'existe qu'une cinquantaine de laboratoires de niveau 4 sur la planète, conçus pour résister aux pannes de courant, aux séismes et à toute autre catastrophe naturelle.



La combinaison (ici, un modèle de démonstration) est faite d'un seul morceau pour être entièrement étanche. Elle est stérilisée par une douche chimique après chaque utilisation.

COMBIEN DE VICTIMES POURRAIT FAIRE UN VIRUS RESPIRATOIRE GRAVE ?

1 SEMAINE	25 000
1 MOIS	700 000
6 MOIS	33 000 000



Au printemps 1918, alors que la Première Guerre mondiale tire à sa fin, la grippe espagnole se répand en Europe. En France, à Aix-les-Bains, des soldats américains atteints du virus sont traités dans un hôpital d'une base militaire. La pandémie de grippe fauchera plus de 50 millions de vies, un nombre cinq fois plus élevé que les soldats tués sur les champs de bataille.

de l'agent infectieux et d'améliorer les tests diagnostiques. Parfois, ces recherches aboutissent à un vaccin, comme dans le cas d'Ebola», mentionne Matthew Gilmour, qui ajoute que ses collègues et lui publient plus de 300 articles scientifiques chaque année. En 2009 par exemple, l'équipe de Winnipeg a été l'une des premières dans le monde à séquencer le génome de H1N1.

Le but: tenter autant que possible d'avoir une longueur d'avance sur ces pathogènes, que très peu de chercheurs ont les moyens d'étudier. En effet, il n'existe qu'une cinquantaine de laboratoires de niveau 4 sur la planète, conçus pour résister aux pannes de courant, aux séismes et à toute autre catastrophe naturelle.

LES VIRUS ANIMAUX SOUS LA LOUPE

Les installations de Winnipeg demeurent uniques au monde: elles abritent non pas un, mais deux laboratoires de niveau 4 sous le même toit. Le second appartient au Centre national des maladies animales exotiques de l'Agence canadienne d'inspection des aliments. C'est l'équivalent vétérinaire du LNM. «Nous travaillons sur les maladies

qui pourraient toucher le bétail et avoir des conséquences dramatiques sur l'économie canadienne et le commerce, comme la peste porcine africaine», dit Alfonso Clavijo, directeur du volet animal. Cette maladie virale hémorragique fait paniquer les éleveurs du monde entier. Depuis 2018, elle se propage de façon fulgurante en Asie et a déjà conduit à l'abattage de plus d'un million de porcs en Chine. Aucun cas n'a été rapporté au Canada pour l'instant, mais on craint le pire.

Si la peste porcine épargne les humains, elle fait figure d'exception... Au total, les trois quarts des maladies animales émergentes peuvent se transmettre aux humains, selon l'Organisation mondiale de la santé animale. L'étroite collaboration entre les experts en santé animale et ceux en santé humaine est donc hautement stratégique. «C'est vraiment la force de notre centre. Tous les pathogènes de niveau 4 qui infectent l'humain actuellement sont d'origine zoonotique», poursuit Alfonso Clavijo.

Pas besoin de chercher loin pour trouver des exemples. Les virus grippaux sont véhiculés par les volailles et les oiseaux sauvages; le VIH vient des singes; la peste et la fièvre de

Lassa, des rats; le redoutable virus Marburg et le virus du SRAS, des chauves-souris; et le virus Ebola, d'un animal dont on ignore encore le nom...

Ainsi, de 60 à 80 % des pathogènes humains émergents sont des virus qui affectent initialement les animaux, selon les estimations. La viande de brousse, les marchés de volailles, les élevages industriels ou même les animaux domestiques sont souvent le point de départ des pires épidémies. Dans cette promiscuité, les virus peuvent franchir la barrière des espèces et acquérir la capacité à se propager directement d'une personne à une autre. De cette capacité dépend leur destin: la transmission peut tourner court après quelques cas ou, au contraire, être à l'origine d'une flambée épidémique, voire d'une pandémie.

En moyenne, une nouvelle maladie infectieuse a surgi chaque année au cours des 30 dernières années, souvent en provenance directe des forêts tropicales denses d'Afrique ou d'Asie, à la faveur de la déforestation galopante, qui favorise les contacts avec la biodiversité. Les plus menaçantes font toutes partie du bestiaire du LNM.



IMAGES : WIKIMEDIA COMMONS, SHUTTERSTOCK.COM

Pris le 19 novembre 1918, ce cliché montre le personnel soignant d'un hôpital militaire situé à Fort Porter, dans l'État de New York. Là aussi, le masque était de rigueur pour se protéger de la grippe.

MALADIE X... OU Y

Mais le LNM a beau tenir son stock de virus à jour, rien ne garantit que le prochain tueur de masse en fait partie. Les chercheurs le savent bien : réussir à prédire la prochaine souche pandémique relève plus de la boule de cristal que de la science ! Et les chances sont grandes que le virus en question nous prenne par surprise. En 2009, tout le monde avait les yeux tournés vers l'Asie, surveillant de près la grippe aviaire. Finalement, la pandémie a été causée par un virus de grippe porcine originaire d'Amérique, que personne n'avait vu venir... «L'une de nos forces, à Winnipeg, est notre capacité à diagnostiquer rapidement l'inconnu, grâce au séquençage génétique et à la bio-informatique», assure Matthew Gilmour.

De son côté, pour composer avec l'imprévu, l'OMS a ajouté en 2018 la «maladie X» sur sa liste des grandes menaces pour la santé mondiale, qui serait provoquée par un agent «potentiellement épidémique encore inconnu.» L'objectif : inciter la communauté internationale à se préparer à tous les scénarios.

À quoi pourrait ressembler l'agent X ? Probablement à un virus transmis par voie respiratoire, à en croire un rapport du Johns Hopkins Center for Health Security sorti fin 2018. Une sorte de grippe, sans doute, ou un nouveau syndrome respiratoire comme celui du Moyen-Orient, détecté pour la première fois en 2012 en Arabie saoudite et transmis par les chameaux. Même si le risque de pandémie bactérienne (comme la peste) n'est pas à écarter, notent les experts, notamment à cause de la résistance croissante aux antibiotiques, les virus ont une force à ne pas négliger : ils peuvent muter et se répliquer à toute allure, et il n'existe aucun antiviral efficace contre une vaste gamme de pathogènes viraux.

En une semaine, un seul malade infecté par un virus transmissible par voie aérienne pourrait contaminer 25 000 individus. En un mois, 700 000. Et en six mois, ledit virus pourrait tuer 33 millions de personnes, selon des modélisations effectuées par l'Institute for Disease Modeling. De quoi faire passer le virus Ebola, qui ne se transmet «que» par

contact avec les fluides corporels, pour un amateur.

«Un virus respiratoire grave serait une catastrophe. Le monde n'est pas prêt à se défendre contre une telle maladie», confiait le directeur général de l'OMS, Tedros Adhanom Ghebreyesus, à mon passage au siège de l'Organisation à Genève en juillet dernier.

Il ne cesse d'exhorter les gouvernements des États membres à investir dans le renforcement des systèmes de santé, incluant la mise en place de laboratoires d'analyse, la formation d'un réseau de détection précoce, l'accès aux diagnostics et aux vaccins. Plus de 400 millions de personnes n'ont toujours pas accès aux services de santé les plus essentiels. «La sécurité sanitaire mondiale est largement sous-financée. Il faut réparer le toit avant que la pluie tombe, a-t-il martelé. Il faut aussi lutter contre la guerre, la pauvreté, le manque d'infrastructures dans les pays les plus à risque.»

Le Laboratoire national de microbiologie de Winnipeg exporte d'ailleurs son expertise là où les moyens font défaut, à

la demande du Réseau mondial d'alerte et d'action en cas d'épidémie (GOARN), dont il fait partie. Ce réseau, coordonné par l'OMS, réunit des établissements de plus de 100 pays. Le LNM a ainsi envoyé des troupes en Afrique de l'Ouest entre 2014 et 2016: certains chercheurs et techniciens ont passé des mois sur place, testant plus de 5 500 échantillons sanguins potentiellement contaminés par Ebola. Allen Grolla a fait partie du voyage. Ce biologiste a mis au point un système unique au monde, un laboratoire mobile «fait maison» qui ressemble à une table couverte d'une bulle de plastique transparent. «Ces petits laboratoires de niveau 4 sont facilement transportables sur le terrain, puisque tout se plie et tient dans une valise», illustre-t-il en insérant un tube de sang factice dans une boîte vitrée qui fait office de sas attenant à la «bulle» hermétique. Des gants intégrés à la paroi permettent de faire les tests diagnostiques en deux à trois heures en pleine brousse sans avoir à revêtir de scaphandre protecteur.

Depuis 2003, Allen Grolla a trimbalé son laboratoire mobile en Chine pour traquer le SRAS, au Bangladesh pour le virus Nipah, en Angola pour la fièvre de Marburg, et il s'est frotté à Ebola un nombre incalculable de fois. Il peut en témoigner mieux que personne: virus et bactéries n'ont que faire des frontières.

Advenant une crise mondiale, c'est à Genève, à 7 000 km de Winnipeg, que s'organiserait la riposte. Dans le sous-sol du bâtiment principal de l'OMS se niche la SHOC room, connue en français comme le Centre stratégique d'opérations sanitaires. Le jour de ma visite, tout était calme, mais on imagine facilement l'effervescence qui doit régner dans la salle en temps de crise, lorsque tous les postes sont occupés autour des tables disposées en rectangle et que les téléphones ne déroutent pas. Le mur du fond est couvert d'un immense écran; sur les côtés, plusieurs téléviseurs sont suspendus, branchés en continu sur les chaînes d'information ou affichant des cartes géographiques détaillées. Des horloges numériques indiquent l'heure de New York, d'Auckland, de Londres.

C'est ici qu'on coordonne, depuis 2003, la collaboration entre les États membres, les partenaires humanitaires et les réseaux tels que le GOARN en cas de drame sanitaire. Autant dire que ces murs recouverts de boiseries surannées ont dû entendre des conversations tendues...


Sur l'écran principal, les pays du monde entier apparaissent en vert, orange ou rouge selon l'état d'urgence dans lequel ils se trouvent. Sans surprise, la République démocratique du Congo est en rouge à cause de l'épidémie d'Ebola qu'elle subit depuis plus d'un an; le Yémen aussi, à cause du choléra; la Somalie à cause d'une éclosion de poliomyélite.

Même si les experts font le point quotidiennement, ils n'activent le Centre qu'une quinzaine de fois par année, lorsqu'une situation dégénère quelque part. De son côté, le LNM de Winnipeg dispose d'un centre d'opérations de crise, très similaire, qui orchestre la lutte contre les épidémies et le bioterrorisme au Canada et communique, au besoin, avec l'équipe de l'OMS.

«Nous recevons 7 500 signalements par mois, formels ou informels, à propos de morts par maladies infectieuses ou de cas considérés comme inhabituels. Sur le lot, nous en suivons en moyenne 450 de près, nous menons une trentaine d'enquêtes et nous attribuons un niveau de risque à une dizaine de situations. Si le problème surgit dans un pays qui est équipé pour le surmonter, le risque est faible. Si le risque est élevé, l'OMS peut

entrer en scène», explique Jorge Castilla, chargé des programmes de réponse d'urgence à l'OMS.

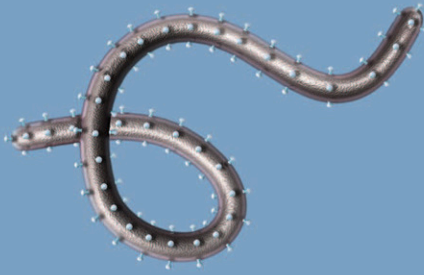
De toutes les crises récentes, c'est celle d'Ebola en Afrique de l'Ouest, de 2014 à 2016, qui a mobilisé le plus de personnel dans cette salle. L'OMS a pourtant été vertement critiquée pour sa riposte tardive à l'épidémie, pour les lacunes en matière d'expertise et de coordination et pour son manque de transparence. «Nous travaillons désormais avec des anthropologues pour nous aider à mieux lutter contre Ebola en favorisant la collaboration des communautés», a dit le directeur général de l'OMS, Tedros Adhanom Ghebreyesus, juste avant d'entrer dans la SHOC room.

Il sait que le monde doit désormais faire face à un nouveau fléau, qui n'a rien de microbien: les fausses rumeurs et la désinformation, qui entravent la lutte partout où une maladie émerge. Lors de la dernière pandémie, en 2009, les réseaux sociaux en étaient à leurs balbutiements. «Aujourd'hui, ils ont une puissance inouïe: en quelques heures, une fausse information peut atteindre des millions de personnes. Les dommages sont déjà immenses. Personne ne s'attendait à voir la rougeole réapparaître dans les pays développés par exemple», se désole-t-il. Une épidémie d'un nouveau genre que les experts d'ici et d'ailleurs risquent d'avoir du mal à contenir. 

“ Un virus respiratoire grave serait une catastrophe. Le monde n'est pas prêt à se défendre contre une telle maladie. ”

— Tedros A. Ghebreyesus, directeur général de l'OMS

QUELQUES VIRUS PARMIS LES PLUS MENAÇANTS



VIRUS EBOLA

Afrique subsaharienne
(épidémie en cours en République démocratique du Congo)

Transmission : par le sang, les liquides biologiques, les sécrétions

Létalité : de 50 à 90 %

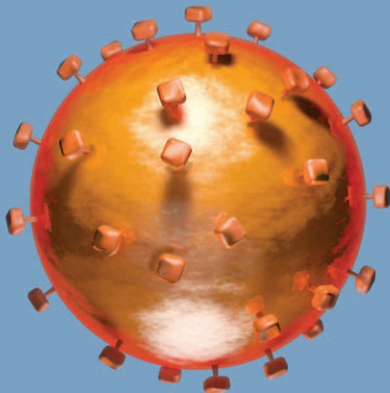


VIRUS MARBURG

Afrique subsaharienne

Transmission : par le sang, les liquides biologiques, les sécrétions

Létalité : de 25 à 80 %

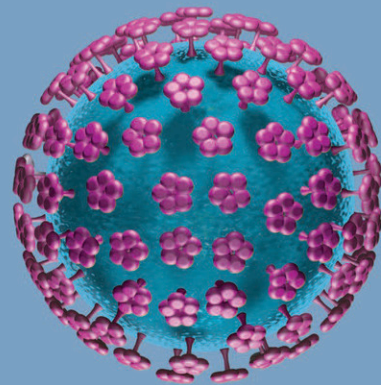


VIRUS DE LA FIÈVRE HÉMORRAGIQUE DE CRIMÉE-CONGO

Afrique, Balkans, Moyen-Orient et Asie

Transmission : tiques, animaux d'élevage et par le sang, les sécrétions ou liquides biologiques de sujets infectés

Létalité : jusqu'à 40 %

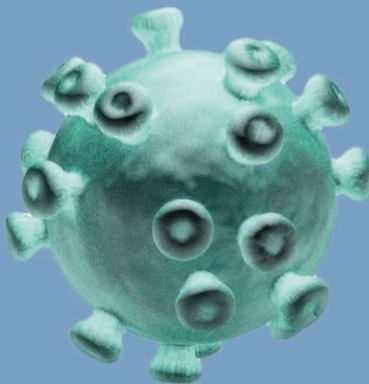


VIRUS DE LA FIÈVRE DE LASSA

Afrique de l'Ouest

Transmission : par l'urine ou les excréments de rongeurs

Létalité : 1 %

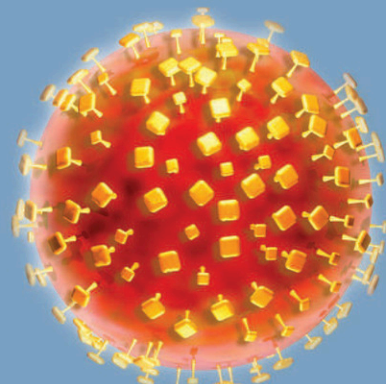


VIRUS DU SYNDROME RESPIRATOIRE DU MOYEN-ORIENT

Arabie saoudite

Transmission : chameaux, dromadaires et par contact étroit avec une personne infectée

Létalité : de 10 à 60 %



INFECTION À VIRUS NIPAH (SYNDROME RESPIRATOIRE ET ENCÉPHALITE)

Asie (Malaisie, Bangladesh, Inde)

Transmission : porcs et par les sécrétions de personnes infectées

Létalité : de 40 à 75 %

LE GARDE-MANGER DES QUÉBÉCOIS SE MEURT



Si rien n'est fait, les terres qui produisent la moitié des légumes du Québec pourraient disparaître d'ici 50 ans. Un chercheur et des cultivateurs font équipe pour trouver des solutions.

PAR MARTIN PRIMEAU

ILLUSTRATIONS : DORIAN DANIELSEN

Sherrington, au cœur d'une région fertile de la Montérégie baptisée le « triangle d'or ». En ce mois de mai, c'est le début de la saison des semis pour le producteur maraîcher Denys Van Winden. Ses employés ont transplanté des pousses de laitue il y a quelques jours. Ce matin, ce seront des oignons. Mais une ombre plane sur tous ces champs. « Vous voyez, là au centre, il n'y en a presque plus », indique l'agriculteur en pointant la section d'une parcelle où la terre noire laisse sa place à un sol qui tire plutôt sur le brun. Et le constat n'a rien d'anodin : ce substrat d'ébène, le terreau fertile de ces champs, s'amenuise peu à peu.

Cette terre noire, c'est un sol organique formé par l'accumulation de résidus végétaux et animaux. Il a commencé à se constituer il y a des milliers d'années dans le lit de la mer de Champlain, qui submergeait à l'époque les basses terres du Saint-Laurent. Recouvert par la suite de

« Dans des essais préliminaires, on a mesuré que jusqu'à un centimètre de terre peut disparaître d'un coup lorsqu'il y a des épisodes de rafales [de vent]. »

– Jean Caron, spécialiste de la physique du sol

milieux humides, il a patiemment attendu l'arrivée d'agriculteurs, venus notamment des Pays-Bas et d'Italie, pour être drainé, puis cultivé au début des années 1950. Maintenant exposé à l'air, il disparaît au rythme de deux centimètres d'épaisseur par année. « Avant, le champ arrivait à la hauteur du chemin, confie d'ailleurs M. Van Winden, mais maintenant il se retrouve un mètre plus bas. » Tous les producteurs maraîchers de la région sont touchés. Si la situation ne change pas, les Québécois devront bientôt importer leurs laitues, oignons et carottes... même pendant l'été.

Cherchant à éviter la catastrophe, Denys Van Winden et 13 autres producteurs de la région se sont regroupés pour s'attaquer au problème. Ils financeront au cours des cinq prochaines années une chaire de recherche du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada assortie d'une enveloppe globale de 11,2 millions de dollars. De ce montant, 7 millions seront versés par les producteurs.

Jean Caron, professeur à la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval, en sera le titulaire. Spécialiste de la physique du sol, il collabore

depuis une dizaine d'années avec ces producteurs pour améliorer leurs techniques d'irrigation. Il tentera maintenant de freiner la disparition de ce concentré de précieuse matière organique.

Le chercheur sait déjà de quoi a l'air la bête à laquelle il s'attaque. « Sur les deux centimètres qui s'en vont chaque année, la moitié vient de la biodégradation », explique le chercheur. Le carbone qui s'y trouve s'oxyde et se dissipe dans l'air sous forme de gaz carbonique. « Ce sol est essentiellement un tas de compost, ajoute-t-il. On ne peut rien y faire. »

Le second centimètre, lui, se trouve balayé par l'érosion éolienne. « En culture maraîchère, le sol est laissé à nu et est exposé aux vents, poursuit M. Caron. Dans des essais préliminaires, on a mesuré que jusqu'à un centimètre de terre peut disparaître d'un coup lorsqu'il y a des épisodes de rafales. »

Pour tenter de résoudre ce problème, le chercheur et son équipe vont déployer tout un arsenal technologique dans les champs. Au cœur de celui-ci, une cinquantaine de stations météorologiques réparties à des endroits stratégiques sur deux parcelles pour chaque année ce durera l'étude. Des

plaques métalliques géoréférencées seront quant à elles enfouies profondément dans le sol. Elles serviront à mesurer l'épaisseur de celui-ci à divers endroits tout au long de l'étude. Les chercheurs s'appuieront aussi sur des collecteurs de sol érodé qui agiront comme de véritables pièges à insectes pour calculer les déplacements des couches superficielles dus au vent. Et l'on n'a pas parlé encore des détecteurs de mouvement ! Éole n'aura plus de secret pour les chercheurs : ceux-ci auront pour chaque parcelle un tableau précis de la circulation de l'air.

« Le vent vient généralement de l'ouest, mais c'est vrai seulement à 30 m dans le ciel, précise M. Caron. Au sol, on sait que ça peut être différent. » L'aménagement de murs « brise-vents » composés d'arbres et d'arbustes plantés perpendiculairement aux vents dominants s'est révélé d'une efficacité qualifiée jusqu'ici de « mitigée » par le chercheur. « Notre hypothèse, c'est qu'on pourrait être beaucoup plus efficaces en utilisant plusieurs simultanément », dit-il.

Pour ce faire, son équipe testera l'emploi de murs brise-vents mobiles, faits de toiles ajourées. Elle les installera dans les champs à chaque tempête. Les chercheurs mesure-



ront également l'efficacité de l'arrosage en surface destiné à alourdir les particules de terre pour éviter leur dispersion par le vent. Des murs permanents composés de deux espèces arbustives, le miscanthus et le saule, seront aussi dressés en bordure des champs. « Ces deux espèces sont bien adaptées à la terre noire, signale M. Caron. De plus, elles produisent un fort tonnage de biomasse sur une superficie limitée de culture. »

Si le chercheur parle de biomasse, c'est parce que le saule et le miscanthus seront périodiquement fauchés et broyés en fins copeaux afin d'amender le sol et d'y retourner de la matière organique. « En étendant ces résidus à la fin de la saison de culture, on pense aussi qu'ils vont réduire l'érosion éolienne », mentionne le chercheur, qui pense diminuer de moitié le rythme de disparition de la terre noire en combinant toutes ces approches. Question d'allonger encore plus la durée de vie des terres noires montérégiennes, l'équipe du professeur Caron se penchera en outre sur la gestion de l'eau. Elle pense entre autres pouvoir freiner la décomposition du sol en ralentissant le drainage des champs en dehors de la saison de culture.

Si les solutions envisagées par l'équipe de M. Caron ne promettent pas de renverser complètement le processus de dégradation des sols organiques, elles auront au moins le mérite de le contenir. Ailleurs dans le monde, on lance plutôt la serviette. Denys Van Winden, qui produit aussi des légumes en

Floride durant l'hiver, en sait quelque chose. « Là-bas, lorsqu'une terre devient infertile, on la retourne à son état initial en la noyant de nouveau, raconte-t-il, puis on détruit un autre milieu humide pour commencer à le cultiver. »

Le professeur Caron, lui, souhaite offrir une solution pérenne. En emmagasinant une série de données sur la dizaine de parcelles étudiées, il compte concevoir des algorithmes qui produiront un plan de gestion « personnalisé ». « Les solutions qu'on est en train d'élaborer pourront servir autant en Ontario qu'en Floride ou en Europe », affirme-t-il.

LES SOLS MINÉRAUX AUSSI

Malheureusement, le problème de dégradation des terres agricoles ne se limite pas aux sols organiques. Les sols dits « minéraux », formés essentiellement d'argile, de limon ou de sable et qui servent entre autres à la culture de maïs, de soja et de céréales, montrent également des signes de fatigue.

Un premier drapeau rouge avait été levé en 1990, avec la publication d'une grande étude intitulée « Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec ». Afin de vérifier plus de 25 ans plus tard si la situation avait changé, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) a commandé une nouvelle étude en 2017, codirigée par Marc-Olivier Gasser, chercheur à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement.

L'équipe de M. Gasser recueille depuis l'an dernier des échantillons de terre sur 71 sites au Québec, dont 68 sont d'origine minérale. Il en extirpe une série de données, tant sur la physicochimie du sol que sur sa biologie. Dans 25 % des cas, les lieux étudiés en 1990 sont revisités. « On est vraiment chanceux de pouvoir comparer nos données avec celles d'il y a presque 30 ans, note le chercheur. On est les seuls au Canada à avoir cette possibilité. »

En attendant les résultats de cette étude qui prendra fin en 2022, le professeur Gasser s'en remet à des résultats qu'il a publiés en 2012 pour commenter l'état des terres minérales au Québec. Il avait alors révélé qu'elles avaient perdu un pour cent de matière organique en l'espace de 11 ans. « La situation n'a rien de dramatique, souligne tout de suite le chercheur, mais c'est un signe qu'on ne va pas dans la bonne direction. » Les terres minérales du Québec comptent encore de trois à huit pour cent de matière organique, selon lui. « On est loin des seuils critiques qu'on trouve en Europe et aux États-Unis par exemple, où ils sont à un et deux pour cent », précise le chercheur.


Alors qu'on cherche toujours des façons de sauver les sols organiques, les méthodes pour préserver et même améliorer la qualité des sols minéraux sont bien connues. Un groupe d'agronomes du MAPAQ s'évertue d'ailleurs à convaincre les producteurs du Québec de les adopter.



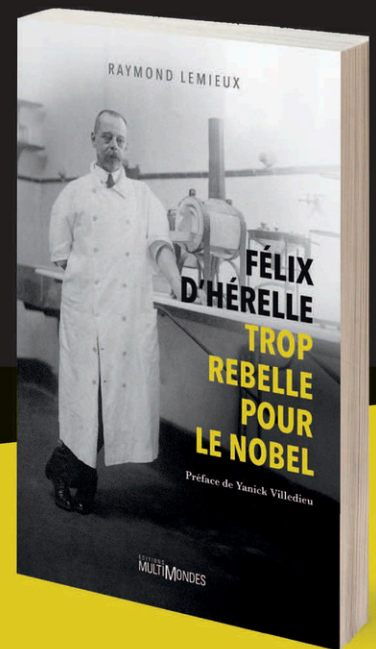
« En Floride, lorsqu'une terre devient infertile, on la retourne à son état initial en la noyant de nouveau, puis on détruit un autre milieu humide pour commencer à le cultiver. »

– Denys Van Winden, producteur maraîcher

« L'idée principale, c'est de limiter le travail du sol de manière à réduire sa compaction et à le rendre plus vivant », explique Odette Ménard, ingénieure et agronome au MAPAQ. Exit le labour qui tasse le sol et permet d'enfouir les résidus de la culture précédente. On les laisse désormais en surface. Les producteurs adeptes de cette méthode vont même intégrer dans leur rotation de cultures des engrais verts, des plantes qui ont pour seul rôle de nourrir la terre en se décomposant afin d'y augmenter la quantité de matière organique. « Avec le temps, le sol devient comme une éponge, fait observer M^{me} Ménard. Il absorbe l'eau rapidement lorsqu'il pleut et la retourne à la plante lorsqu'elle en a besoin. » La couverture de résidus de culture, elle, limite l'évaporation et l'érosion éolienne. Un écosystème microbien s'installe avec le temps dans le sol pour tenir compagnie aux vers de terre.

Présentement, de 8 à 10 % des producteurs québécois auraient adopté cette pratique, selon M^{me} Ménard. « Il faut comprendre que les rendements mettent de cinq à huit ans avant d'être au rendez-vous. Mais selon nos résultats, un sol en santé finira par produire plus. » Pareille approche ne peut toutefois pas être envisagée par des producteurs horticoles comme Denys Van Winden, qui cultivent un sol « à nu », sans résidus de culture en surface pour protéger la terre. Malgré tout, il leur reste du temps pour trouver des solutions et permettre à une prochaine génération de cultiver laitues, oignons et carottes en sol québécois. 


L'INCROYABLE DESTIN D'UN AUTODIDACTE DE GÉNIE



28 fois
nommé pour
le prix **NOBEL**
sans jamais
le remporter !

ÉDITIONS
MULTIMONDES
TRENTÉ ANS



 Également disponible
en version numérique



VISITER



IMAGE: MUSÉE RUTHERFORD

Un trésor montréalais bien caché

C'est un aparté dans un livre qui m'a menée sur la piste d'un lieu dont je n'avais jamais entendu parler: le musée Rutherford de l'Université McGill. Il est dédié au physicien néo-zélandais Ernest Rutherford, qui a enseigné la physique expérimentale sur ce même campus entre 1898 et 1907 avant de remporter le Nobel de chimie pour ses recherches sur le phénomène des transmutations nucléaires.

Si cette modeste exposition présente une sélection d'appareils utilisés par M. Rutherford pour étudier la radioactivité, la magie opère réellement lorsque l'histoire nous est racontée par son conservateur, le professeur Jean Barrette. Pendant plus d'une heure, il sait autant captiver les férés en physique que piquer la curiosité de ceux et celles pour qui l'isotope est une notion vague.

Car M. Barrette ne manque pas d'anecdotes fascinantes qu'il adapte selon l'intérêt des visiteurs. Par exemple, en évoquant la première étudiante du professeur Rutherford (Harriet Brooks, première physicienne canadienne), il rebondit sur les difficultés des femmes de l'époque à accéder à des carrières en recherche. Il attire aussi notre attention sur les 69 articles scientifiques qu'a écrits Ernest Rutherford pendant ses neuf années à Montréal. Un tel rythme de rédaction, il y a 120 ans, équivaldrait aujourd'hui à un papier toutes les six semaines, s'exclame-t-il.

La visite (gratuite !) donne aussi accès à la collection McPherson, constituée d'instruments scientifiques datant du milieu du 19^e siècle jusqu'en 1920. Thermomètres ultraprécis, premiers appareils à rayons X pour le corps humain, phonographe et matériel optique sont soigneusement préservés. Si le temps le permet, une démonstration viendra illustrer les explications de certains dispositifs !

Visites des collections Rutherford et McPherson sur rendez-vous (curator@physics.mcgill.ca) au pavillon Rutherford, à Montréal. On peut également observer les objets de la collection Rutherford à cette adresse (en anglais) : www.physics.mcgill.ca/museum/rutherfordcollection.html



VOIR

Quel est ton métier ?

Prenez neuf chercheurs calés dans leur domaine (de l'astrophysique aux neurosciences). Puis sortez-les de leur zone de confort dans une rencontre scientifique arrangée où ils deviennent étudiants d'un jour et tentent de comprendre le sujet qui anime un autre chercheur. Cela donne *The Most Unknown*, un inspirant documentaire datant de 2018 qui s'avère une joyeuse célébration des sciences. Les participants se prêtent au jeu en toute humilité et s'extasient devant les grandes questions de l'humanité sans réponse. Du microbiologiste hipster qui amène un doctorant en psychologie cognitive BCBG observer des créatures quasi « extraterrestres » dans les sources thermales américaines à l'astronome qui plonge dans les abysses pour scruter des microbes mangeurs de gaz à effet de serre, ces rencontres créent des étincelles jusque dans notre salon.

The Most Unknown, réalisé par Ian Cheney, sur Netflix (avec sous-titres français).

IMAGE: NETFLIX.COM

Quand l'ingénieur dit « Oups ! »

Les cerveaux les plus brillants ne sont pas à l'abri des faux pas et la série documentaire *Les pires erreurs de l'ingénierie* nous donne les exemples les plus spectaculaires de ces constructions défectueuses. Chaque épisode propose une fine sélection de cas ayant tourné au drame et d'autres dont la fin a été heureuse : gratte-ciel new-yorkais qui menace de s'écrouler, cathédrale qui s'effrite et route qui s'effondre. La bévue structurelle la plus célèbre, celle de la tour de Pise, n'est pas en reste !

Une armada d'ingénieurs civils et mécaniques et d'autres experts défile à l'écran pour expliquer où tout a basculé. Instructive sans trop appuyer sur les ficelles du suspense, la série nous fait prendre conscience du travail et du savoir-faire nécessaires à la construction des structures qui nous entourent. Et elle ébranle juste assez notre confiance pour qu'on retienne notre respiration en traversant un pont ! **Les pires erreurs de l'ingénierie**, les lundis à 20 h à Canal D, dès le 14 octobre.



En voiture

Les chemins de fer exercent une fascination sur plusieurs d'entre nous et la nouvelle série documentaire *Les trains de l'impossible* a tout pour ébahir. Imaginez un monorail du 19^e siècle en Allemagne qui épouse le cours sinueux d'une rivière à 12 m du sol ! Ou un funiculaire de Lisbonne qui permet aux habitants de dompter la ville et de gravir des rues à 25 % d'inclinaison. Chaque épisode présente des voies ferrées construites en terrains hostiles. Ce joli convoi ferroviaire rend également hommage aux ingénieurs qui facilitent nos déplacements.

Les trains de l'impossible, les mercredis à 21 h à ICI Explora, dès le 30 octobre.



LIRE La fille du labo

Hope Jahren est franchement douée. Cette géobiologiste américaine au délicieux sens de l'humour sait vulgariser les sciences avec l'agilité d'une poète. Bien qu'elle ait figuré parmi les 10 personnalités les plus influentes selon le magazine *Times* en 2016, elle s'émerveille toujours devant le monde végétal avec l'enthousiasme contagieux d'une enfant. Mais avant de gagner des prix prestigieux et d'acquiescer la reconnaissance de ses pairs, cette bourreau de travail a passé des années à tenter de s'imposer dans un monde d'hommes pour obtenir un financement adéquat.

La fille qui aimait les sciences est le sublime récit de son parcours, où l'on découvre ses (més)aventures sur le terrain avec Bill Hagopian, son fidèle allié, ainsi que les réalités du quotidien de son laboratoire. Le tout est présenté de façon originale, alors qu'elle entrelace les pans de sa vie avec le cycle de la vie des arbres. Une lumineuse autobiographie qui se lit d'un trait et fait souvent éclater de rire.

La fille qui aimait les sciences : une histoire d'arbres et de vie, par Hope Jahren, Flammarion, 408 p.



La parenté s'amène

Pourquoi *Néandertal, mon frère* : 300 000 ans d'histoire de l'homme fait-il vibrer une corde sensible ? Est-ce à cause de la menace qui plane sur la survie de notre espèce ? Ou la finesse du récit en est-elle responsable ? Qu'importe, toutes les raisons sont bonnes pour se laisser porter par le portrait captivant de ce grand chasseur sous la plume des auteurs Silvana Condemi et François Savatier. Lauréat du Grand Prix du livre d'archéologie en 2017, l'ouvrage déboulonne des mythes et suggère des pistes de réflexion afin de mieux comprendre le quotidien de Néandertal. Comment survivait-il au froid — sans Canada Goose ? Comment a-t-il pu enrichir son bagage génétique si sa minuscule population occupait un immense territoire ? Et pourquoi faudrait-il éviter de lui faire un *high five* si l'on croisait cet être à la poigne spectaculaire au supermarché ? Voilà quelques-uns des angles intrigants à partir desquels on découvre ce cousin lointain aussi primitif qu'on le pense.

Néandertal, mon frère : 300 000 ans d'histoire de l'homme, par Silvana Condemi et François Savatier, Flammarion, 250 p.





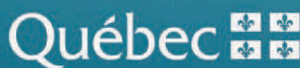
SUR LA ROUTE,
NOTRE SÉCURITÉ EST LIÉE
À CELLE DES AUTRES.

PARTAGELAROUTE.COM

Une initiative de



Réalisée grâce au soutien de





Le poids des mots



En mai, le réputé journal britannique *The Guardian* a annoncé un changement sémantique loin d'être anodin: désormais, ses journalistes utiliseront les termes «urgence» ou «crise climatique» de préférence à la formulation traditionnelle «changements climatiques», qui «ne reflète pas adéquatement la gravité de la situation».

Dans un même élan, l'Association canadienne des journalistes a invité les médias à mieux couvrir l'enjeu du réchauffement planétaire, notamment en parlant d'«urgence climatique».

Que ce soit dans les médias, au sein des groupes environnementaux ou même dans vos propres discussions entre amis et collègues, les mots qu'on emploie pour décrire notre réalité environnementale contemporaine semblent avoir de plus en plus de mordant: «négationnisme climatique», «apartheid du climat», «effondrement des écosystèmes»...

Les formulations descriptives couramment utilisées en sciences sont remplacées par des expressions plus sensationnalistes. Je n'y échappe pas: même le thème de mes chroniques, «Anthropocène», n'est pas anodin, puisque cette notion n'est toujours pas officiellement approuvée par la communauté scientifique. Mea-culpa.

Alors, a-t-on raison de recourir à un tel vocabulaire ou y a-t-il exagération? Devons-nous instiller émotions et jugements de valeur dans la description d'une réalité scientifique?

Pour le *Guardian* comme pour d'autres, la «dramatisation» sémantique est un moyen de susciter l'intérêt du lecteur et une réaction de sa part (citoyens, politiciens, décideurs, etc.) quant à l'enjeu ciblé, ce que plusieurs groupes et individus ont su maîtriser au fil des ans à tort ou à raison.

Mais poussons la réflexion un peu plus loin. Même les membres très respectés de la communauté scientifique n'hésitent plus à employer des expressions qui semblent trahir ce «devoir» de réserve qui leur est souvent associé.

Le chercheur en écologie forestière appliquée de l'Université du Québec en Outaouais (UQO) Christian Messier fait figure d'exemple. Devant les périls qui guettent les forêts du Québec et l'accumulation des connaissances scientifiques à ce sujet, il ne met pas de gants blancs et parle de «risques d'effondrement» de ces écosystèmes. Jérôme Dupras, également professeur à l'UQO, lui emboîte le pas, craignant un «effondrement de la biodiversité», m'a-t-il confié.


S'ils se permettent ces mots durs, c'est parce que le degré de

certitude quant à la réalité des changements climatiques et au rôle des activités humaines menant à l'augmentation des températures planétaires ne cesse de croître. Est-ce si étonnant que le langage, lui aussi, suive cette courbe et soit de plus en plus affirmé?

Cela étant, traiter d'enjeux environnementaux et sociétaux si complexes requiert l'utilisation d'une sémantique qui se doit d'être adaptée au contexte.

«Lorsque nous parlons du phénomène physique des changements climatiques, c'est le terme que nous devrions utiliser. Si nous parlons des répercussions économiques et sociopolitiques plus larges des changements climatiques, il est sans doute opportun de parler de «crise», voire d'une «urgence», m'a indiqué par courriel le climatologue américain Michael Mann. Or, s'il soutient sans gêne la démarche de l'adolescente militante Greta Thunberg, il n'est pas friand des expressions «rupture du climat» ou encore «dérèglement climatique». Expressions qu'emploie notamment la jeune fille... et auxquelles j'ai moi-même recouru à plusieurs reprises. Pour le climatologue, il ne fait aucun doute que le climat ne s'effondre pas, mais qu'il évolue plutôt de manière dangereuse, ce qui devrait être suffisant pour provoquer l'inquiétude et souligner l'urgence de la situation.

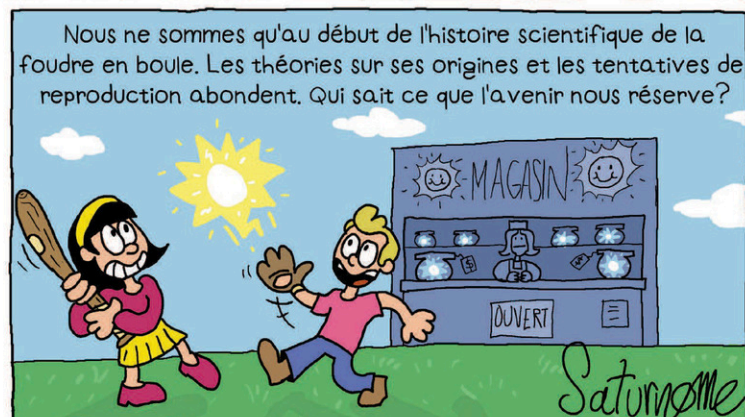
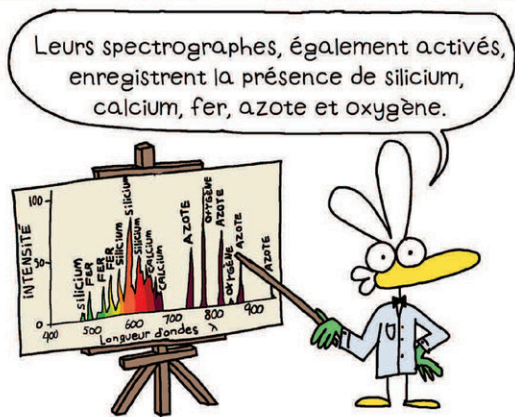
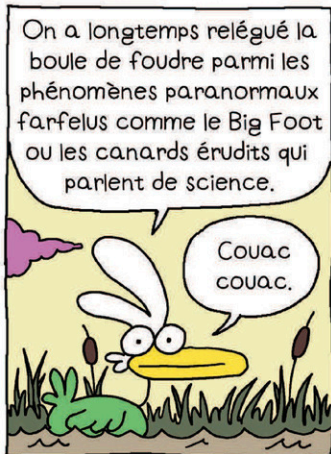
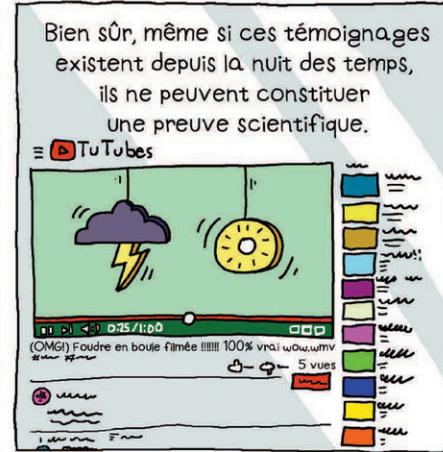
Verdict?

Les mots ont un poids qu'il ne faut pas sous-estimer. Devant le besoin irréfutable d'actions climatiques ambitieuses, il peut être tentant d'adopter un discours enflammé. Toutefois, même si le vocabulaire utilisé est parfois juste, la réaction suscitée n'est pas toujours celle escomptée. Parlez-en à Greta Thunberg, qui subit (bien injustement) l'opprobre de toute une frange d'analystes et de politiciens qui conspuent ses paroles et qui, eux-mêmes, exploitent une sémantique lourde de sens: «sainte Greta», «religion de l'écologie», «figure messianique», etc. Soyons très clairs: ce retour de bâton ne signifie pas qu'il faille se censurer. Mais j'estime que certains contextes se prêtent mieux que d'autres à l'utilisation d'un langage plus acéré pour décrire la situation environnementale actuelle. Par exemple, s'il m'apparaît de plus en plus évident que l'humain est devenu sa plus grande menace quant à sa capacité de prospérer sur Terre, il me semble quelque peu réductionniste d'affirmer qu'il nous reste «18 mois pour sauver la planète». La prudence demeure donc de mise afin que nos mots se conjuguent avec la rigueur scientifique requise. Une notion qui n'est pas exclusive à quelques groupes ou organisations et qui devrait s'appliquer à tout un chacun, moi le premier... et tout autant à ceux qui déchargent tout le poids de leurs mots sur les épaules d'une adolescente engagée. 

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

RÉTROVISEUR

L'HISTOIRE DES SCIENCES VUE PAR SATURNOME



Saturnome

NOUVELLE APPLICATION NUMÉRIQUE

OFFRE DE LANCEMENT



ÉCONOMISEZ
73%
sur le prix en kiosque



ABONNEMENT NUMÉRIQUE

Offre en vigueur jusqu'au 15 octobre 2019, 23 h 59

1 AN > 8 numéros • 15\$

2 ANS > 16 numéros • 30\$

3 ANS > 24 numéros • 45\$

(plus taxes)

ABONNEZ-VOUS >

quebecscience.qc.ca/abonnement
514 521-8356 - 1 800 567-8356, poste 504

Portes ouvertes

Venez vous informer sur nos 300 programmes
aux 3 cycles d'études.

Samedi 26 octobre 2019 | 10 h à 16 h

UQÀM
50 ans d'audace