



ENTREVUE

CURIEUX BOUCAR EMBALLEZ LA SCIENCE !



Même
nos vêtements
deviennent
intelligents

QUÉBEC SCIENCE

Avril-Mai 2016 QUEBECSCIENCE.QC.CA

L'AMOUR... SOMMES-NOUS FAITS POUR VIVRE EN COUPLE?

04
6,45\$

7 783 13 038 15 6
MESSAGERIE DYNAMIQUE 10682

PP 40065387

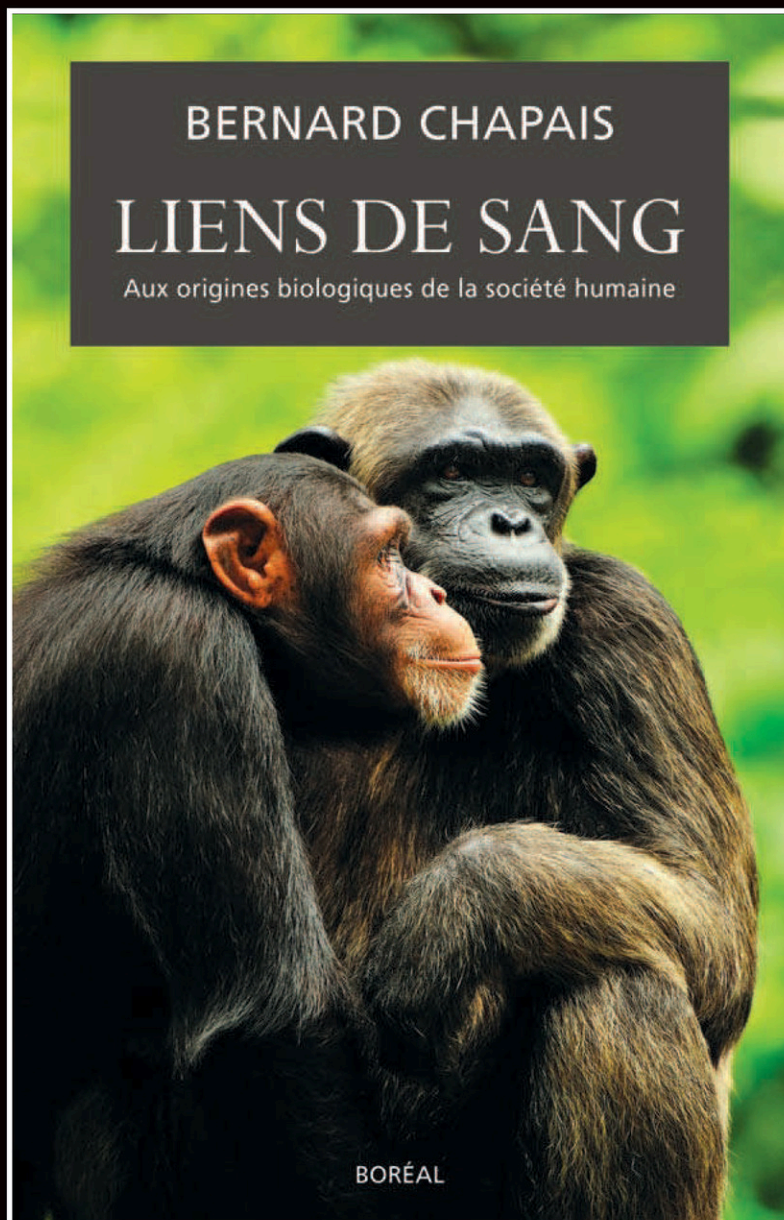
CARIES
À LA RACINE
DU MAL

AÉRONAUTIQUE
VOLER VERT

ASTRONOMIE
ONDES DE CHOC

L'homme est un singe (pas) comme les autres

Bernard Chapais signe un livre révolutionnaire qui fait dialoguer anthropologie et primatologie.



« Bernard Chapais propose un récit neuf et stimulant des origines des hominidés. Sa thèse nous oblige à réfléchir très attentivement sur ce qui fait que les humains sont si différents des autres primates. »

Monique Borgerhoff
Mulder, *Nature*

« Le livre est érudit, redessine les frontières entre de ombreuses disciplines et ouvre des perspectives nouvelles. »

Normand Baillargeon,
Les Libraires

Traduit de l'anglais par Hervé Juste

368 pages • 29,95 \$ • PDF et ePub : 21,99 \$

Boréal



www.editionsboreal.qc.ca



HAUTE COUTURE

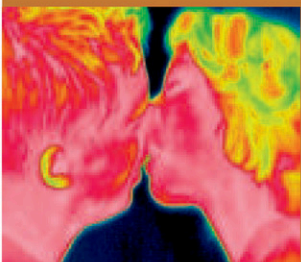
28 L'intelligence prête-à-porter

On réussit à confectionner des vêtements tissés de coton et de composantes électroniques, mais leur mise en marché est difficile.

Par Maxime Bilodeau

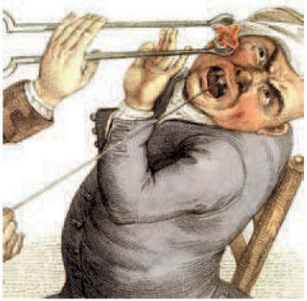
En couverture

20 Sommes-nous faits pour être en couple ?



Qu'est-ce que l'amour? Chimère hollywoodienne? Pulsion primaire? Le couple prend-il racine dans notre imaginaire, notre culture, nos hormones, nos émotions ou nos gènes?

Par Kenza Bennis



SANTÉ

34 Caries: les racines du mal

Depuis la nuit des temps, les caries nous pourrissent les incisives, canines et molaires! Pourquoi? Comment? La réponse vient des archéologues.

Par Marie Lambert-Chan



AÉRONAUTIQUE

38 Voler vers le futur

La bataille contre le CO₂ est engagée dans l'industrie de l'aérospatiale, qui s'est résolue à réduire ses émissions polluantes de moitié d'ici 2050. Et l'initiative va métamorphoser les avions.

Par Guillaume Roy

ACTUALITÉS

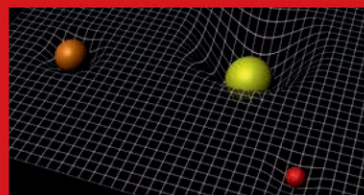
ENTREVUE AVEC BOUCAR DIOUF

6 EMBALLEZ LA SCIENCE!

« À partir du moment où on dit : "Asseyez-vous, je vais vous raconter une histoire", les gens sont disponibles. Leur cerveau est "sarclé", il est prêt à recevoir. »



Propos recueillis par Chantal Srivastava



ASTRONOMIE

10 EINSTEIN AVAIT ENCORE RAISON

La détection des ondes gravitationnelles ouvre la voie à une toute nouvelle façon de découvrir l'Univers.

Par Mélissa Guillemette

BIOLOGIE

14 PARESSEUSE COMME UNE FOURMI

Des travailleuses infatigables, les fourmis? Pourtant, la moitié d'entre elles se toument les pattes et sont de vraies fainéantes.

Par Mélissa Guillemette



AU CENTRE

SANTÉ

Un système dans la tourmente

Un supplément réalisé en collaboration avec le réseau de l'Université du Québec.

PAGE COUVERTURE: KATE JACOBS/SPL - JULIE DUROCHER - SHERMINE SAMALHA

RUBRIQUES

4 BILLET La science contre le mal Par Raymond Lemieux 5 AU PIED DE LA LETTRE 45 À LIRE

CHRONIQUES



12 Normand Baillargeon
C'est pour demain!
(Ou peut-être pas...)



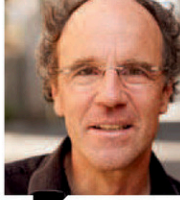
18 Jean-Pierre Rogel
L'intelligence
de la pieuvre



49 Jean-François Cliche
Le «man cave»
de Kim Jong-un



50 Serge Bouchard
Nous sommes de
belles machines



Billet

Par Raymond Lemieux

La science contre le mal

Peut-on opposer la puissance des pulsars, l'incroyable épopée d'Homo sapiens et les impérieux défis écologiques aux idées obscurantistes du terrorisme?

Paris, New York, Ouagadougou, Tunis, Bagdad, Istanbul... Les mercenaires de l'invisible et de la lâcheté frappent partout, n'importe quand, sans avertissement.

Certes, c'est Alfred Nobel qui a inventé la dynamite, Mikhaïl Kalachnikov qui a développé le redoutable fusil d'assaut et de véreux chimistes qui ont mis au point le Captagon, une drogue adoptée par les combattants fous en Syrie. La science serait complice des forces du mal? Peut-être. Mais ce pourrait aussi être le contraire.

Forte de l'espoir qu'elle porte, cohérente par la compréhension du monde qu'elle offre, la science peut mener une bataille contre la culture du mal. C'est ce que pensent plusieurs chercheurs français, choqués par les attentats de Paris, en novembre dernier, qui se sont engagés dans une association appelée *Les étoiles brillent pour tous*, dont Hubert Reeves est le parrain.

Ces scientifiques ont compris que, si les prêches obscurantistes des recruteurs de chair à canon ont trouvé un terrain fertile, c'est bien dans le désert de l'ignorance et dans les milieux où se concentrent les exclus de la société civile. C'est à la rencontre de ces « publics empêchés » qu'ils se portent.

« Nous leur permettons de s'extraire de leur milieu, de rompre leur solitude, d'ouvrir leurs esprits et surtout de réfléchir et de rêver en exacerbant leur curiosité; ils prennent conscience qu'il existe un monde, voire un univers, au-delà des quatre murs de leur cellule, de leur chambre ou de leur cité. C'est enfin l'opportunité, en discutant de grands sujets sociétaux actuels, comme l'évolution du climat, de leur rappeler leur rôle de citoyens dans une cité qui souvent les abandonne, les stigmatise, les marginalise, ou les renie », écrivent les astrophysiciens Didier Barret, Bernard Dupré, Thierry Contini, membres de l'Asso-

ciation, dans un manifeste récemment paru dans le magazine *Ciel et espace*.

« Une société qui exclut et stigmatise ne peut conduire qu'à la montée des extrémismes et, dans les pires cas, à la violence et au terrorisme. Permettre à tous, en particulier aux plus vulnérables d'entre nous, d'accéder à l'éducation et à la culture scientifique doit être une absolue priorité d'une démocratie en danger », poursuivent-ils.

On comprend aussi que la culture scientifique, ça ne sert pas qu'à former une relève utile au marché du travail et à faire rouler l'économie. « Lutter contre les formes d'exclusion en rendant la culture scientifique accessible à tous par des initiatives de terrain, au plus près des exclus, c'est promouvoir l'égalité et contribuer à plus de justice dans notre société », disent les chercheurs.

L'initiative de l'association *Les étoiles brillent pour tous* n'est pas sans rappeler l'extraordinaire travail abattu depuis 1990 par les *Souverains anonymes*, une émission radiophonique devenue une production web télé réalisée à partir de la prison de Bordeaux, à Montréal. Des scientifiques connus comme l'éthicien René Villemure, le toxicologue Jacques Mabit, l'astrophysicien Hubert Reeves, ou les regrettés Bernard Arcand, l'anthropologue, et Albert Jacquard, le généticien, y ont déjà contribué.

Efficace? « La qualité d'écoute et d'échange que nous rencontrons devant les publics empêchés est très souvent supérieure à celle des publics ordinaires », témoignent les instigateurs de l'Association.

Incroyable force d'inspiration, d'éducation et – pourquoi pas? – de réinsertion sociale, la science a tout ce qu'il faut pour ouvrir les esprits et les horizons. Peut-être faudrait-il songer à octroyer un prix Nobel de la paix à tous ceux et celles qui contribuent à l'extraordinaire aventure de la communication scientifique. N'est-ce pas, Alfred? ☑

QUÉBEC SCIENCE

AVRIL-MAI 2016 VOLUME 54, NUMÉRO 7

Rédacteur en chef Raymond Lemieux
r.lemieux@quebecscience.qc.ca

Reporters Marine Corniou, Mélissa Guillemette
Collaborateurs Normand Baillargeon, Kenza Bennis, Maxime Bilodeau, Serge Bouchard, Jean-François Cliche, Marie Lambert-Chan, Jean-Pierre Rogel, Guillaume Roy et Chantal Srivastava

Édition Hélène Matteau
Correcteur-réviseur Luc Asselin

Directeur artistique François Émond
Photographes/illustrateurs Louise Bilodeau, Frefon, Julie Durocher, Caroline Hayeur, Hugo Lacroix, Jean-François Leblanc, Donald Robitaille, Marc Robitaille

Éditrice Suzanne Lareau
Coordonnatrice des opérations Michèle Daoust
Comptabilité Mimi Bensaid
Chargée de projet, marketing et partenariats Stéphanie Ravier
Attachée de Presse Stéphanie Couillard

Publicité
Claudine Mailloux Tél.: 450 929-1921
514 909-4601 cmailloux@velo.qc.ca
Dominique Roberge Tél.: 514 623-0234
droberge@velo.qc.ca

Impression Transcontinental Interweb
Distribution Messageries Dynamiques

SERVICE AUX ABONNÉS

Pour vous abonner, vous réabonner ou offrir un abonnement-cadeau. www.quebecscience.qc.ca
Pour notifier un changement d'adresse.
Pour nous aviser d'un problème de livraison.
changementqs@velo.qc.ca

1251, rue Rachel Est
Montréal (Qc) H2J 2J9
Tél. : 514 521-8356 poste 504
ou 1 800 567-8356 poste 504

Tarifs d'abonnements
Canada : 1 an = 35 \$ + taxes,
États-Unis : 64 \$, Outre-mer : 95 \$

Parution : Mars 2016 (529^e numéro)

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 2016 – La Revue Québec Science. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Le magazine sert avant tout un public qui recherche une information libre et de qualité en matière de sciences et de technologies. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les manuscrits soumis à Québec Science ne sont pas retournés.

Indexé dans **repère**

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations. Nous reconnaissons l'appui financier du gouvernement du Canada par l'entremise du Fonds du Canada pour les périodiques, qui relève de Patrimoine canadien.



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.



La Revue Québec Science
514 521-8356
courrier@quebecscience.qc.ca
www.quebecscience.qc.ca





Au pied de la **lettre**

courrier@quebecscience.qc.ca

Recyclage intelligent

Danielle Coutu est abonnée depuis très longtemps à *Québec Science*. Elle a ainsi accumulé des dizaines de numéros. «*Je ne voulais pas les jeter, car j'estime le contenu trop valable. J'ai communiqué avec une école secondaire qui les a acceptés après avoir consulté le professeur de sciences qui va les utiliser dans son cours. N'est-ce pas génial?*» Elle salue aussi notre concours des Découvertes de l'année : «*Il contribue à l'éducation de tous en science.*» Grand merci!

Piquête

«*Depuis quand, en science, y a-t-il des questions "qui ne devraient pas être posées?"*» demande Hildegund Janzing, en faisant référence à notre entrevue publiée dans le numéro de janvier-février 2016 («*Un vaccin contre l'obscurantisme*»). «*Se peut-il que le mouvement mené contre les vaccins soit justement nourri par l'attitude arrogante – sinon obscurantiste! – de l'industrie pharmaceutique et de ses collaborateurs? Pour pouvoir départager le vrai du faux, le mythe de la science, ainsi que l'émotif du rationnel – et afin de permettre des choix éclairés –, un débat ouvert est indispensable dans tous les domaines. Si les questions concernant les risques des vaccins sont invariablement reçues avec condescendance (parce qu'elles "ne devraient pas être posées"), cela ne nourrit certainement pas la confiance envers notre corps médical ni nos chercheurs. Par ailleurs, si tous les pays n'appliquent pas la même politique en termes de vaccination (vaccins prescrits, nombre de rappels, âge recommandé, etc.), c'est bien parce qu'il y a des questions à poser et que, même devant les faits scientifiques, tous les experts et décideurs n'y répondent pas de la même façon.*»

Trop positif, Québec Science?

«*Dans sa chronique, Normand Baillargeon nous informe que "une [...] carence [des revues scientifiques sérieuses] est cette tendance à publier des résultats positifs"*» («*Malaise en psycho*», janvier-février 2016),

remarque Yves Panneton. Il continue en disant : «*Le travail réalisé par Brian Nosek offre en somme une occasion précieuse de nous interroger sur les effets, pas toujours bénéfiques, de cette course à la publication qu'entretient désormais un certain contexte organisationnel et financier dans lequel se déroulent typiquement les activités de recherche scientifique. Son article n'est-il pas, en soi, une invitation pour Québec Science de se démarquer en présentant, de temps à autre, des articles sur des projets scientifiques dont l'échec ouvre les portes sur une connaissance tout aussi valable que ceux qui présentent des résultats positifs?*» Un défi?

Plus que Dieu

«*La religion embrasse plus qu'une simple notion de Dieu*», affirme Marius Morin qui réagit à l'entrevue accordée par l'historien Yves Gingras («*Dieu et la science, irréconciliables!*», mars 2016). «*Cette vision est très réductrice, malheureusement. La science pointe vers un réel non matériel et non physique. Soyons ouverts et moins dogmatiques!*»

Vous avez des questions qui vous tarabustent? Envoyez-les à notre chroniqueur Jean-François Cliche. (Voir page 49.)

Foie de pharmacien

L'article sur le foie (décembre 2015) a laissé Jean B. Couvrette quelque peu perplexe. Surtout l'entrevue menée auprès d'Olivier Bernard, alias le «*Pharmacien*», qui critique les cures antitoxines à base de produits naturels. «*Ce pharmacien suggère aux gens atteints de maladies du foie de s'abstenir de consommer des plantes parce qu'on ne connaît pas les effets qu'elles pourraient avoir. Et la combinaison de médicaments? N'est-ce pas tout aussi dangereux? C'est quand même étrange qu'il n'en parle pas, parce que ces mauvaises combinaisons médicamenteuses sont plus néfastes pour la santé que de manger deux ou trois plantes...*»

Précisons qu'Olivier Bernard parle d'herbes médicinales censées soutenir la fonction hépatique, comme le chardon-Marie ou l'artichaut, et qui peuvent, en réalité, causer du tort à des personnes déjà affectées par des maladies chroniques du foie.

Bar
des sciences

TERRORISME, LA GUERRE SANS FIN?

Les terroristes sont devenus les nouveaux ennemis des puissances militaires et démocratiques, mais nos connaissances et nos moyens sont-ils à la mesure de ces menaces clandestines? Les nouvelles technologies jouent-elles vraiment un rôle catalyseur dans ce domaine? Doit-on combattre les terroristes ou plutôt lutter contre le terrorisme à sa source?

Animé par
Yanick Villedieu

Le mercredi 20 avril 2016,
de 17h30 à 19h, au bistro l'Barouf,
4171, rue Saint-Denis, Montréal

Surveillez notre site web
ou notre page Facebook.
L'entrée est gratuite.

Un bar des sciences
Radio-Canada/Québec
Science organisé en
collaboration avec le
Consulat général de
France à Québec.

QUÉBEC SCIENCE

RADIO
PREMIÈRE CHAÎNE



Votre découverte de l'année 2015



BENJAMIN TURQUET

C'est la découverte de l'équipe de Salma Taktek, regroupant des scientifiques de l'Université Laval, de l'entreprise Premier Tech et de l'Université de Montréal, qui a obtenu la faveur de nos lecteurs et de nos lectrices. Elle remporte donc le titre «*Découverte de l'année 2015*». Ses travaux portaient sur l'utilisation de nouveaux engrais pour l'agriculture. Le prix sera remis prochainement, à l'Université Laval.

Boucar Diouf

Emballez la science!

À partir du moment où on dit : « Asseyez-vous, je vais vous raconter une histoire », les gens sont disponibles. Leur cerveau est « sarclé », il est prêt à recevoir.

Les contes ont bercé son enfance au Sénégal où il est né. Aujourd'hui, il raconte la science, sa muse. Et il s'amuse. Tout a commencé alors qu'il enseignait la biochimie à l'Université du Québec à Rimouski. Ses étudiants l'ont trouvé tellement drôle qu'ils l'ont inscrit aux auditions d'un festival d'humour. De fil en aiguille, le docteur en océanographie a fini par troquer le sarrau pour la plume. Il est devenu humoriste, conteur et animateur. Sur scène, dans les livres, à la radio; partout, la science l'inspire. Rencontre avec un homme tellement polyvalent et éclectique qu'il donne le tournis ! Un conteur-né qui s'inspire de tout ce qui bouge et qui, en plus, vous explique le pourquoi et le comment de ce mouvement.

**Propos recueillis
par Chantal Srivastava**

Qu'est-ce que le conte apporte à la science? Pourquoi passer par lui pour en parler?

Parce que le conte entre plus facilement dans le cerveau humain! Je blague, mais j'exagère à peine. C'est probablement parce que, au cours de notre évolution, pendant longtemps – bien avant d'inventer l'écriture –, nous nous sommes raconté des histoires. C'est aussi parce que les enfants apprennent à partir des contes. Le conte touche les gens. C'est simple: tu mets en scène un personnage, tu ajoutes de la chair autour de l'os et tu l'envoies aux gens. Et puis ça marche! Les religions ont compris ça. Elles racontent tout sous forme de contes.

Mais la science exige de la rigueur. C'est compatible avec le charme et la poésie du conte?

Oui. Le conte permet d'emballer la science. Ce qu'il y a à l'intérieur est vrai, mais il faut un emballage attirant pour que les gens aient le goût de venir voir. Nous vivons dans une société d'images. Dans mon spectacle *Pour une raison X ou Y*, sur la physiologie de la reproduction, lorsque je parle aux gens du spermatozoïde, je ne leur parle pas des protéines de fixation; je vais à l'essentiel pour piquer leur curiosité. Comment le spermatozoïde a-t-il été découvert? Quelles sont ses différentes parties: la tête, la pièce intermédiaire, le flagelle. Quels sont les mythes qu'on véhicule sur le spermatozoïde? Et ça intéresse tout le monde.

On peut aussi, de la même manière, raconter la photosynthèse: dire que les

arbres ont leur manière de respirer; raconter comment ils fabriquent toutes ces molécules carbonées qui stockent les nutriments dans leurs racines, leurs tiges et leurs fruits. À partir du moment où on leur dit: « Asseyez-vous, je vais vous raconter une histoire », les gens sont disponibles. Leur cerveau est « sarclé », il est prêt à recevoir.

Prêt à recevoir de la science complexe? Vraiment?

C'est difficile de raconter comment une enzyme se lie à son substrat. Mais c'est possible. Il n'y a pas de limites. Il faut trouver la bonne image. Un de mes professeurs disait tout le temps: « La pédagogie, c'est l'art de dire la même chose de quatre façons différentes. » L'intelligence est plurielle. Quand tu changes ta façon de dire, tu vas chercher d'autres gens qui n'avaient pas compris auparavant. Pour moi, c'est la base.

J'ai enseigné la biochimie structurale à l'université: les protéines, les lipides, les hydrates de carbone, la composition des membranes cellulaires, etc. Rapidement, j'ai compris que mes étudiants s'intéressaient davantage à la gestion de la faune et des habitats qu'aux molécules. Alors je les ai raccrochés en utilisant des voies de contournement. J'ai eu l'idée de me servir de la cuisine. J'ai monté le cours complet à partir des aliments, des réactions de Maillard. D'où vient le goût d'un aliment cuit au barbecue? Pourquoi le lait déborde-t-il quand on le fait bouillir? Autant de



« L'intelligence est plurielle. Quand tu changes ta façon de dire, tu vas chercher d'autres gens qui n'avaient pas compris auparavant. »

petits exemples qui permettent de faire comprendre un concept sans assommer avec de la grosse théorie.

Diriez-vous que vous avez trouvé comment allumer la flamme pour que la science puisse en même temps instruire et séduire ?

À cet égard, j'ai été bien inspiré. Au lycée, au Sénégal, un professeur d'écologie m'a profondément marqué. Il s'appelait Weber. Dans nos villages, on disait que, lorsque les geckos pissaient dans la nourriture, ils nous transmettaient la diarrhée. Un beau jour, en classe, Weber nous a dit : « Ça suffit ! Premièrement, un gecko, ça ne pisse pas. C'est un reptile. Les reptiles n'ont même pas d'organes individualisés pour pisser. Deuxièmement, le gecko n'est pas votre ennemi. C'est plutôt votre ami, car il mange les moustiques dans vos maisons. Et – vous le savez – les moustiques peuvent vous transmettre la malaria. » Puis, un jour, il est arrivé en classe avec un gecko. On a trouvé dégueulasse le simple fait qu'il le touche ! Il a mis le gecko dans un verre d'eau, il l'a ressorti et il nous a dit : « Maintenant, je vais boire. » On pensait qu'il était fou ! Le lendemain, il est revenu et nous a dit : « Vous voyez que je n'ai rien, hein ? Absolument rien ! » Ça, c'est *hot* ! Parce qu'il a déboulonné un mythe. Un mythe profondément ancré dans notre culture et qu'on se transmettait de génération en génération. Moi, c'est

JULIE DUROCHER

ça qui m'intéresse dans la science. Voir les yeux qui brillent et me dire: « Ayoye! ils l'ont "pogné" pour de vrai, là! »

Vous avez enseigné la biochimie à l'Université du Québec à Rimouski lorsque vous étiez étudiant au doctorat en océanographie. Pourquoi avez-vous abandonné la recherche scientifique ?

Je voulais faire de l'emballage! Quand j'ai commencé à enseigner, j'ai réalisé que j'adorais ça. L'enseignement, c'est du spectacle; je faisais des capsules d'humour en classe! En plein cours sur les protéines, je pouvais commencer à parler de cannibalisme; raconter que, puisqu'on mange un bœuf, on pourrait tout aussi bien manger un humain. Au fond, ce sont les mêmes protéines; les mêmes séquences d'acides aminés. Et les étudiants rigolaient! À tel point que le vice-recteur m'a dit un jour: « Boucar, il faut que tu "slaques" un peu l'humour dans tes cours. » Mes étudiants m'ont même inscrit aux auditions du Festival juste pour rire! Puis j'ai commencé à faire les festivals d'humour. C'est devenu trop difficile d'enseigner en même temps. Au fond, je pense que c'est quand on s'approche de ce que l'on est vraiment qu'on réussit à convaincre les gens. Quand on aime la vulgarisation et qu'on aime la scène, il faut faire un spectacle d'humour sur la vulgarisation! Et il y a des sujets en quantité industrielle.



PHOTOS : JULIE DUROCHER

Y a-t-il une démarche pour écrire un conte ou un sketch d'humour, comme il y a une démarche en science ?

À la base du conte, il y a des personnages. Je dois donc trouver des personnages et faire en sorte que les gens puissent s'y attacher. Dans mon livre *Rendez à ces arbres ce qui appartient à ces arbres*, j'ai fait raconter une histoire à un baobab. Des amis m'ont dit que mon baobab ne pouvait pas savoir tout ça. Mais dans un conte, tout est permis. L'important, c'est que les gens soient émus d'entendre le baobab leur dire: « Nous, les vieux arbres, nous sommes là, mais toute la jeunesse est partie. On s'ennuie. Vous savez, la solidarité, c'est important. Même pour les végétaux. » En disant cela, le baobab parle de la symbiose avec les bactéries et les mycorhizes. Si j'avais raconté tout ça moi-même, ça aurait moins marché. Qu'un baobab de 800 ans le raconte, cela fait toute la différence.

Si vous aviez à mettre une étiquette sur vos écrits, diriez-vous que c'est de la science, de la culture ou de la culture scientifique ?

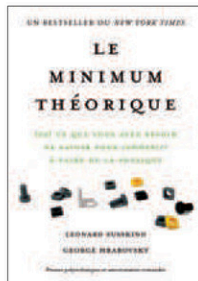
De la culture scientifique. L'important, pour moi, c'est de rendre les sujets accessibles. C'est fondamental. C'est aussi – sinon plus – important que la recherche en laboratoire.

Pouvoir compter sur une base de connaissances scientifiques, c'est un atout incroyable dans la vie. Il faut se familiariser avec les sciences de l'évolution, savoir d'où l'on est parti. Savoir que, il y a 70 000 ans, l'humain était en Afrique. Qu'il y a eu une révolution cognitive. Qu'*Homo sapiens* s'est ensuite répandu partout sur la planète. Que la sédentarisation s'est faite il y a à peu près 10 000 ans. Quelqu'un qui sait ça, c'est dur de lui dire: « Viens! On va aller se faire tuer, car tout a été créé en sept jours par un dieu! » La culture scientifique est un facteur de « dé-radicalisation ». Cela étant dit, connaître n'empêche pas de croire. Il faut croire. Il y a quelque chose chez l'humain que la croyance sécurise. Penser qu'on peut faire fi des religions, c'est une erreur fondamentale. Mais la connaissance permet de relativiser. De ne pas aller se faire

Les meilleures ventes des Presses Polytechnique et Universitaires Romandes



Traité de la matière
Livre de science et livre d'art à la fois



Le minimum théorique
Véritable phénomène d'édition aux États-Unis (40 000 ex. vendus)



Traces d'armes à feu, 2^e édition
Pour une expertise dans le domaine des armes à feu



Comprendre la physique
Une référence dans l'enseignement de la physique

PRESSES INTERNATIONALES POLYTECHNIQUE
Éditeur-Distributeur

En vente chez votre libraire et sur notre site internet pressespoly.ca



« C'est quand on s'approche de ce que l'on est vraiment qu'on réussit à convaincre les gens. »


exploser en Syrie. De se dire : « OK. On va prendre ça mollo. » C'est pour ça que je pense que la culture scientifique, la vulgarisation scientifique, c'est fondamental.

Le problème, c'est que, contrairement au conte, la science n'est pas d'emblée charmante !

Si la science n'est pas charmante, c'est parce qu'on ne mise pas sur la communication. Mais dans le monde universitaire, si tu veux surtout communiquer, enseigner, faire de la vulgarisation, tu ne seras pas très *hot* ! Le plus *hot*, c'est celui qui fait de la recherche et va chercher des subventions. Il y a des exceptions mais, en règle générale, les chercheurs les plus prolifiques sont rarement ceux qui font le plus d'enseignement. Je crois qu'il faudrait une mondialisation des disciplines. La sociologie a quelque chose à apprendre à la biologie et inversement. Je suis en train de lire *Sapiens : une brève histoire de l'humanité*, de l'historien israélien Yuval Noah Harari. Tout se croise dans ce livre. On va de la physiologie à la domestication du blé, en passant par la disparition des gros animaux quand l'homme est arrivé en Australie il y a 45 000 ans. Il est aussi question du rôle de la religion qui a réussi à propulser *Homo sapiens* en resserrant les liens. Ce livre, c'est à la fois de l'histoire, de la paléontologie et de la physiologie. Tout ce qu'a écrit Richard Dawkins – *Le gène égoïste, Pour en finir avec Dieu* –, tous ces bouquins de vulgarisation, j'adore.

Sur scène et dans les livres, vous avez raconté les bélugas, le baobab, la sexualité et la reproduction. Sur quoi travaillez-vous, en ce moment ?

J'aimerais faire un spectacle sur le fleuve Saint-Laurent. Revenir à l'eau. J'aimerais aussi écrire sur l'héritage de Samuel de Champlain, mais en m'inspirant des animaux. Si on ramenait aujourd'hui le chef amérindien Donnacona, que Jacques Cartier avait emmené de force en France et qui n'est jamais revenu, qu'est-ce qu'il faudrait lui expliquer ? Que la vache, le mouton, la chèvre, le chat sont arrivés ici

en son absence. Même le ver de terre, c'est un immigrant. Les abeilles mellifères aussi. Tout comme le pissenlit. Ces animaux, ces végétaux sont tous venus d'ailleurs. Le retour au bercail de Donnacona servirait de prétexte pour parler de ça, pour faire réaliser aux gens que les Indiens d'Amérique avaient domestiqué la dinde et le lama; et c'est tout. Donc, que nous sommes tous des immigrants, ici ! C'est le genre de thème qui m'inspire. 

Pour en savoir plus :

Sur scène

Pour une raison X ou Y, www.boucar-diouf.com

En librairie

Rendez à ces arbres ce qui appartient à ces arbres, Éditions La Presse, octobre 2015.

Sous l'arbre à palabres, mon grand-père disait..., Intouchables, octobre 2013.

Le Brunissement des baleines blanches, Intouchables, avril 2011.

À la radio

La nature selon Boucar

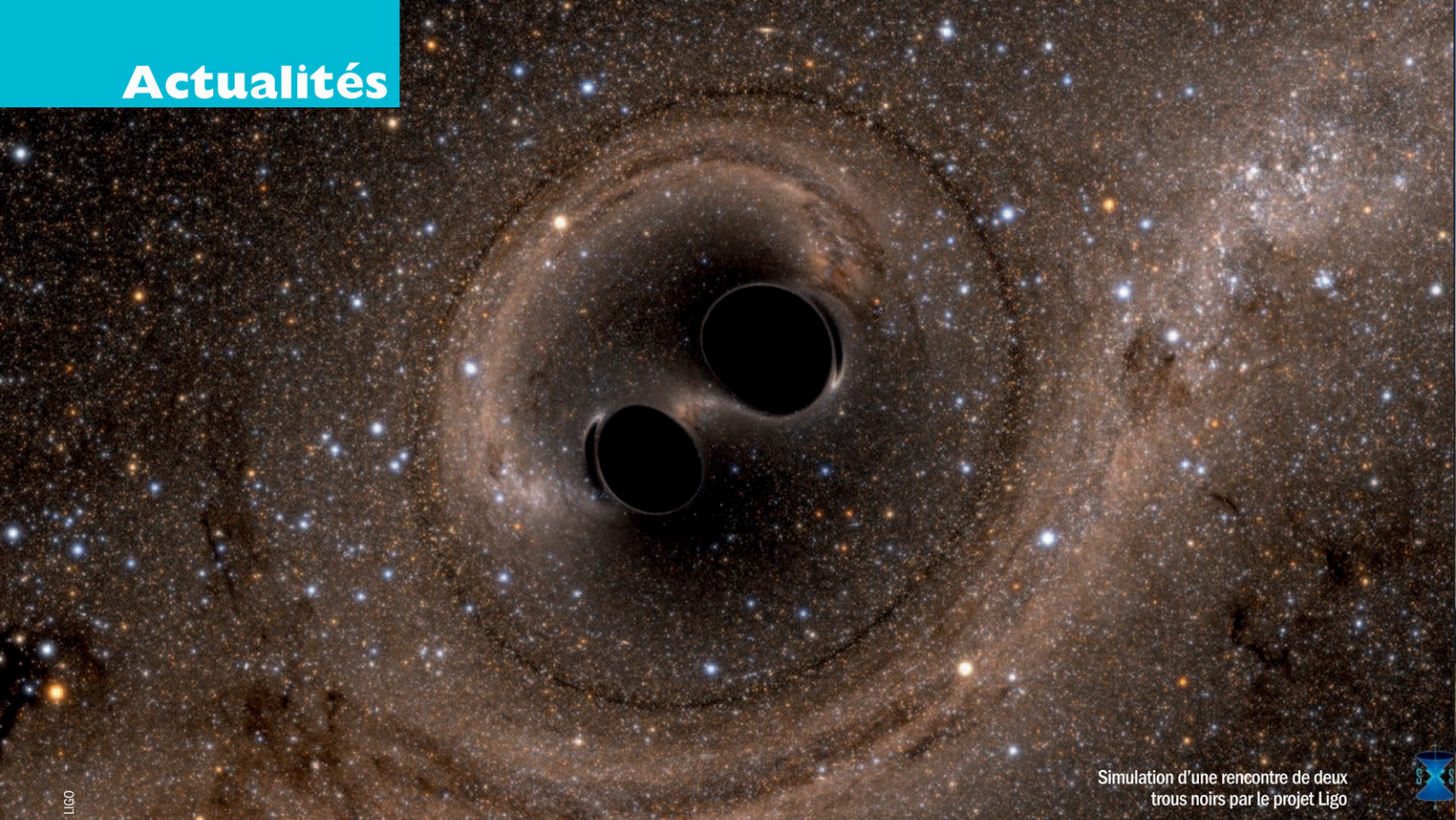
Début de la 3^e saison, le samedi 14 mai, à 11h. Rediffusion les dimanches à 16 h, Ici Radio-Canada Première.



LA PASSION DES SCIENCES, ÇA COMMENCE À L'ÉCOLE !

Fédération des établissements d'enseignement privés
Savoir réussir

annuairefeep.com/sciences



Simulation d'une rencontre de deux trous noirs par le projet Ligo



Einstein avait encore raison

La détection des ondes gravitationnelles ouvre la voie à une toute nouvelle façon de découvrir l'Univers. Après le télescope, l'interféromètre.

Par Mélissa Guillemette

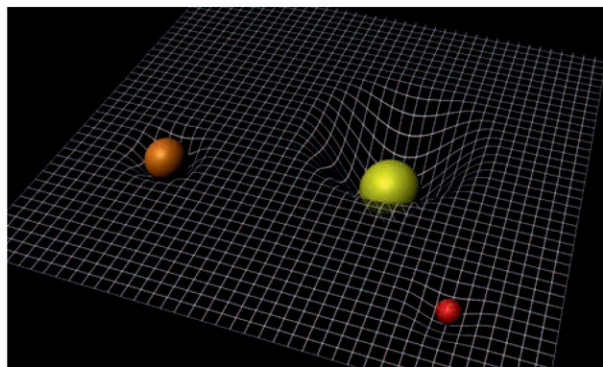
Le signal en dents de scie détecté le 14 septembre 2015 ne dure qu'une fraction de seconde. Même pas le temps d'un tic ou d'un tac. Pourtant, il porte assez d'information pour décrire un événement survenu il y a 1,3 milliard d'années dans une autre galaxie.

Ce signal, telle une signature, nous informe de la fusion fracassante de deux trous noirs. L'annonce de sa détection, en février dernier, a fait entrer l'astronomie dans une nouvelle ère, après que les scientifiques eurent étudié le ciel pendant des décennies au moyen des ondes électromagnétiques. « La lumière visible, les ondes radio et les rayons X, ça fait partie d'un même spectre, rappelle Serge Pineault, astrophysicien et professeur à l'Université Laval. Mais les ondes gravitationnelles, c'est complètement différent. »

Contrairement à un signal lumineux, qui traverse l'espace-temps, les ondes gravitationnelles déforment cet espace-temps en s'éloignant du site de l'événement qui les a causées. Comme des vagues qui traverseraient l'Univers à la vitesse

de la lumière pour nous informer que quelqu'un a fait un plongeon, là-bas, depuis un tremplin!

Quand la vague venue des profondeurs de l'espace a traversé la Terre, ce 14 septembre 2015, les deux détecteurs du Ligo (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) l'ont perçue. Chacun de ces interféromètres installés aux États-Unis – l'un dans l'État de Washington, l'autre en Louisiane – a deux bras de quatre kilomètres de longueur, placés en L. Un faisceau laser les parcourt aller-retour grâce à un jeu de miroirs. Si la lumière des deux bras ne revient pas au même moment au détecteur situé au creux du L, c'est que des ondes gravitationnelles les ont étirés et comprimés lors de leur passage. Des déformations de l'ordre du millième de la taille d'un noyau atomique, et qui n'ont duré



Représentation de l'espace-temps à deux dimensions. Elle permet de comprendre schématiquement l'effet des masses sur la courbure de l'espace selon la relativité générale. Un astre plus massif (en jaune) déforme davantage l'espace, qu'un astre plus « léger » (en rouge et en orange). Le passage d'ondes gravitationnelles déforme aussi cette grille.

CHRISTOPHE CARREAU/ESA



L'interféromètre installé dans l'État de Washington. Il peut écouter l'espace.

que 0,12 seconde lors de cette première détection !

Le signal, qui rappelle un cardiogramme, transmet donc sur écran la subtile déformation des bras des interféromètres. Mais comment de petites oscillations sur un schéma peuvent-elles nous permettre de mieux comprendre l'Univers ? « Le nombre de petites bosses dans le signal, leur rapidité, leur intensité : tout ça, c'est très, très riche en information », explique Julie Hlavacek-Larrondo, professeure adjointe à l'Université de Montréal et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en astrophysique observationnelle des trous noirs. « Par exemple, dans le cas des deux trous noirs, le signal nous indique la masse des objets avant la fusion, leur vitesse de rotation et la masse du nouveau trou noir après la fusion. » Pour déchiffrer ce message de l'Univers, il a suffi d'utiliser les équations de la théorie de la relativité générale qu'Albert Einstein a publiée, il y a 100 ans.

Le meilleur est à venir, car le Ligo venait tout juste de commencer à utiliser de nouveaux détecteurs sophistiqués quand les ondes ont été perçues. Les scientifiques espèrent repérer quelques « événements » du genre chaque année.

Ce nouvel outil d'étude de l'espace devrait s'avérer efficace, car rien ne brouille les ondes gravitationnelles. Elles traversent

tous les objets sur leur passage. Cependant, elles sont faibles et faiblissent encore plus à mesure qu'elles s'éloignent de leur lieu d'origine. Parce que les détecteurs, bien qu'impressionnants par leur précision, seront bien plus performants dans quelques années. On ne peut même pas imaginer ce qui s'en vient, estime Serge Pineault : « Quand Galilée a pointé sa première lunette astronomique vers le ciel, il ne pouvait pas se douter qu'on fabriquerait un jour des télescopes de 30 m ! »

Il faudra cependant plus d'interféromètres comme ceux du Ligo. Il existe présentement un seul autre interféromètre dans le monde, le Geo600 en Allemagne, beaucoup plus petit avec ses bras de 600 m. « Les interféromètres du Ligo ne peuvent pas localiser l'événement ayant causé les ondes gravitationnelles. Ils donnent une idée de la région de l'espace où la fusion s'est produite, mais ça couvre une trop grande partie du ciel. À mesure qu'il y aura plus d'interféromètres, la détection va s'améliorer. »

On attend donc avec impatience la mise en marche de Virgo, en Italie, prévue cet automne, tandis que l'interféromètre Kavra est en construction au Japon et fera ses premières observations en 2018. L'Inde souhaite également se doter d'un tel instrument. Ces installations pourront travailler sur des fréquences

différentes, pour détecter d'autres types d'événements.

De plus, un premier interféromètre devrait être positionné en orbite à partir de 2034, le *eLISA* (Evolved Laser Interferometer Space Antenna), de l'Agence spatiale européenne. Il aura l'avantage de ne pas être perturbé par les mouvements sismiques, un facteur que les chercheurs doivent contrôler au sol. Ça promet !

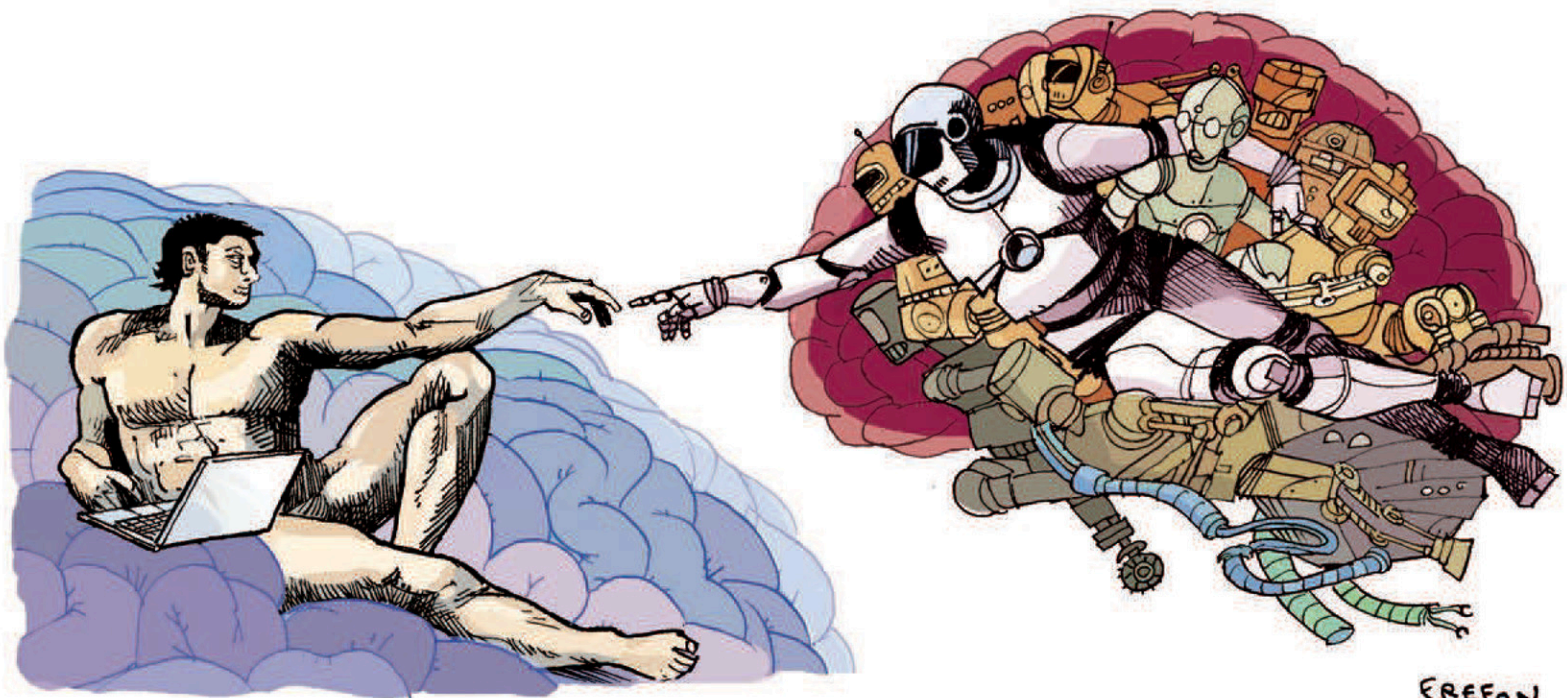
Les ondes gravitationnelles pourraient aussi nous permettre d'étudier l'origine de l'Univers. Ce dernier a 13,6 milliards d'années et, avec les ondes électromagnétiques, les scientifiques peuvent seulement retourner jusqu'à environ 300 000 ans après le big-bang. Au-delà de ce seuil, l'Univers est opaque. « Les ondes gravitationnelles causées lors du big-bang, ça a dû être sérieux ! dit le professeur Pineault. C'est sûr qu'elles se seront promenées longtemps avant de nous parvenir – elles auront faibli –, mais on espère pouvoir les détecter. »

Ce n'est donc qu'un début. Quels seront les prochains messages de l'Univers ? « En astronomie, on prédit beaucoup de choses et on essaie ensuite de trouver les signaux pour confirmer nos théories, dit Julie Hlavacek-Larrondo. Mais la plupart des grandes découvertes se font finalement en rapport à des choses qu'on n'attendait pas ! » ☞



C'est pour demain (ou peut-être pas...)

Les machines arriveront-elles vraiment à être plus intelligentes que l'humain? On peut toujours le penser et l'imaginer. C'est l'hypothèse de la singularité.



FREFON

Le mot « singularité » passe pour avoir été employé la première fois, en 1983, par Vernor Vinge, chercheur en mathématiques et auteur de science-fiction. Mais, ce moment où l'intelligence artificielle (IA) surpassera l'intelligence humaine, avait été pressenti par un autre mathématicien, John von Neumann, dans les années 1950. Puis, en 1965, dans un article intitulé « Speculations Concerning the First Ultra-intelligent Machine », le statisticien britannique Irving J. Good (1916-2009) la formulait très clairement: « Posons la définition suivante d'une machine super intelligente: dans toutes les activités intellectuelles, elle surpasse l'être humain le plus intelligent. Puisque la conception de machines se trouve être l'une de ses activités intellectuelles, cette machine super intelligente pourra concevoir de meilleures machines qu'elle. Il s'ensuivra une explosion de l'intelligence et celle des êtres humains sera rapidement dépassée. La première machine

super intelligente ne pourra donc qu'être l'ultime invention des êtres humains. »

On le devine, une telle hypothèse soulève de nombreuses questions très sérieusement débattues, notamment en philosophie, en biologie, en informatique, mais aussi chez Google, chez Apple et jusque dans cette nouvelle Singularity University, située bien entendu dans la Silicon Valley californienne.

Est-il plausible qu'un tel événement survienne? Si oui, quand se produira-t-il? Sera-t-il, globalement, une bonne ou une mauvaise chose pour l'être humain? Et comment nous y préparer?

À toutes ces questions, les intellectuels et scientifiques apportent des réponses variées, au point d'être irréconciliables.

Il y a d'abord ceux qui sont convaincus que la singularité est proche. Le grand champion de cette catégorie est l'inventeur Ray Kurzweil, auquel on doit entre autres la « Kurzweil

Reading Machine », un dispositif permettant aux aveugles de lire et dont le premier exemplaire a appartenu au chanteur Stevie Wonder. Kurzweil est persuadé que la singularité va survenir vers 2045.

Il arrive à cette date en se fondant, entre autres théories, sur la fameuse loi de Moore, jusqu'ici vérifiée, et souvent interprétée comme prédisant le doublement de la puissance des ordinateurs aux 18 mois. Kurzweil y croit tellement qu'il prend quelque 250 comprimés et vitamines par jour afin d'augmenter ses chances d'être vivant à cette date; il est né en 1948.

Certes, Kurzweil admet que la singularité nous posera quelques défis, mais il pense qu'elle nous apportera surtout d'immenses bienfaits, par exemple la possibilité de télécharger notre cerveau sur une machine et de parvenir ainsi à une forme d'immortalité. On comprend mieux sa consommation de pilules!

Puis il y a ceux qui, parce qu'ils croient la singularité possible et dangereuse, exhortent à l'urgence d'approfondir la réflexion. Comme le philosophe australien David Chalmers qui assure qu'elle s'avèrerait l'un des plus importants événements de l'histoire de la Terre, entraînant des effets bénéfiques (comme l'élimination de toutes les maladies connues et de la pauvreté), aussi déterminants que de possibles bouleversements funestes (la fin de la race humaine, une guerre entre machines pouvant détruire la planète, etc.).

Elon Musk, P.D.G. de Tesla Motors, craint tant ces catastrophes qu'il a créé une société pour les prévenir. Le célèbre cosmologiste Stephen Hawking est aussi de cet avis et émet de sérieuses mises en garde contre l'IA: « Les humains, limités par leur lente évolution biologique, dit-il, ne pourront gagner la compétition contre [ces machines] et seront surpassés. »

Enfin, d'autres penseurs tout aussi éminents n'ont pas peur du tout, pour la simple et bonne raison qu'ils ne croient pas la singularité possible. C'est le cas du linguiste et philosophe Noam Chomsky qui la décrit comme ni plus ni moins que de la science-fiction.

Les machines, dit-il, exécutent simplement des programmes formulés par des êtres humains et le font de mieux en mieux. Cela explique que le superordinateur Deep Blue ait, dès 1996, pu vaincre Garry Kasparov, le meilleur joueur d'échecs au monde. De la même manière, le programme informatique *Watson* a pu battre les meilleurs au jeu *Jeopardy!*; et on pose déjà des voitures se conduisant elles-mêmes.

Mais entre cela et penser, parler ou être conscient, activités spécifiquement humaines, il y a une marge que les programmes des ordinateurs ne franchiront pas. L'IA résoudra sans doute

dans les années à venir des problèmes liés à la reconnaissance vocale ou visuelle. Mais ceux du langage ou de l'intelligence générale, dont la singularité exige la résolution, ne le seront pas.

Le philosophe du langage John Searle a formulé de manière claire ce type d'argumentaire par une célèbre expérience de pensée appelée la « Chambre chinoise ».

Une personne est enfermée dans une pièce entièrement close, à l'exception d'une fente pratiquée dans l'un des murs par laquelle elle reçoit des bouts de papier couverts de signes qui lui sont incompréhensibles. Elle consulte alors un immense registre, y repère les signes se trouvant sur la feuille. À ceux-là

correspondent d'autres signes qu'elle recopie sur une autre feuille qu'elle envoie à l'extérieur, par la fente.

Cette chambre est appelée « chinoise », parce que les signes reçus et envoyés sont du chinois, une langue qu'ignore totalement la personne.

Mais, à l'extérieur, un autre individu a posé une question dans cette langue et a reçu une réponse pleinement satisfaisante. Il pourrait donc croire que la chambre (ou quoi que ce soit qui s'y trouve ou la constitue) parle chinois. Mais ce n'est pas le cas.

La signification de cette analogie est limpide. La personne dans la pièce représente l'unité centrale de l'ordinateur; les instructions qu'elle consulte dans le registre représentent le programme; les bouts de papier qui entrent et sortent sont respectivement les intrants et les extrants.

La chambre chinoise fait donc exactement ce que ferait un ordinateur programmé pour « parler » chinois et elle le fait comme lui.

Mais c'est sans les comprendre qu'elle manipule les symboles. Cela constitue l'intelligence artificielle en version faible; la singularité demanderait de l'intelligence artificielle en version forte. Mais selon les sceptiques, nous ne l'aurons sans doute jamais. Les partisans de la singularité ne se laissent pas démonter et attendent que les progrès de l'IA fassent mentir ces pessimistes.

Ils pourraient par exemple invoquer ce « Deep Learning », auquel prend activement part le chercheur en IA Yoshua Bengio, de l'Université de Montréal, et qui met en jeu de nombreuses couches de modules computationnels, constituant des sortes de neurones artificiels simulant mieux, espère-t-on, l'intelligence humaine, et possédant à terme ce qui ressemble à son pouvoir d'abstraction. Le premier programme à l'emporter au jeu de go à la fin de 2015, tâche redoutablement difficile, a été conçu sur cette base.

Je pense pour ma part qu'on est ici face à un de ces désaccords d'experts où il est sage, pour le néophyte, de réserver son jugement. ☞

L'IA résoudra sans doute dans les années à venir des problèmes liés à la reconnaissance vocale ou visuelle. Mais ceux du langage ou de l'intelligence générale, dont la singularité exige la résolution, ne le seront pas.

Paresseuse comme une fourmi

Des travailleuses infatigables, les fourmis? Pourtant, la moitié d'entre elles se tournent les pattes et sont de vraies fainéantes.

Par Mélissa Guillemette



Pour étudier le rôle des fourmis dans leur colonie, et les reconnaître, les chercheurs les ont peintes de couleurs différentes.



Fainéantes! Opportunistes! Plus de la moitié des fourmis *Temnothorax rugatulus* paressent, pendant que l'autre moitié soignent les larves, cherchent de la nourriture et travaillent à aménager le nid. Non, la fourmi n'est pas toujours la besogneuse mise en scène par Jean de La Fontaine et Ésope. À l'instar des autres insectes sociaux (abeilles, guêpes, termites), elle sait aussi se la couler douce.

Daniel Charbonneau, un biologiste québécois, chercheur doctorant à l'université d'Arizona, à Tucson, et Anna Dornhaus, sa directrice de thèse, ont remarqué que le farniente est même une spécialité – un métier, quoi! – chez cette espèce de fourmis.

Ils ont recueilli cinq colonies de *Temnothorax rugatulus* dans les monts Santa Catalina, au nord de la ville, pour les réinstaller dans des fourmilières artificielles en laboratoire. Ils ont ensuite peint de petits points de différentes couleurs sur la tête, l'abdomen et le dos des bestioles pour arriver à les reconnaître individuellement. Chaque nid a été filmé 18 fois, pendant 5 minutes, à différentes heures, et sur une période de 2 ou 3 semaines.

Quatre groupes ont émergé dans cette étude publiée dans *Behavioral Ecology and Sociobiology*: les travailleuses extérieures, les nourricières, les patrouilleuses-toiletteuses et... les inactives.

Au total, 46 % des fourmis observées assez régulièrement pour compter dans l'échantillon ne faisaient rien. « Elles ne travaillent pratiquement pas; de façon générale, elles sont complètement immobiles, explique Daniel Charbonneau. Si la charge de travail augmente, ce sont les autres qui en font plus. Pas elles. » Les rares fois où certaines s'activent, c'est pour se laver ou nettoyer une autre fourmi, ou encore pour soigner les jeunes. Rien pour remporter le titre d'employé du mois.

Voilà un comportement qui soulève plusieurs questions. Peut-être ces désœuvrées sont-elles des superviseuses? « Non, ce sont elles qui interagissent le moins avec les autres individus, a remarqué le chercheur. Bien pis, elles

sont dans les jambes des travailleuses. Il me semble que si je ne voulais pas travailler, j'irais me cacher dans mon coin! Mais non, elles tendent à rester quelque part entre le centre du nid et le mur extérieur. Si une autre fourmi leur rentre dedans, on voit qu'elles se réveillent: leurs antennes bougent un peu. Puis elles se figent de nouveau. »

Peut-être la vie en laboratoire est-elle tellement simplifiée que tout le monde n'a pas besoin de mettre la patte à la pâte. Pas du tout, ont démontré Daniel

« Elles ne travaillent pratiquement pas; de façon générale, elles sont complètement immobiles. Si la charge de travail augmente, ce sont les autres qui en font plus. »

Charbonneau et ses collègues en 2014, dans une étude publiée par *Insectes sociaux*, la revue de l'Union internationale pour l'étude des insectes sociaux. Ils ont comparé le temps alloué aux différentes tâches par des *Temnothorax rugatulus* observées en laboratoire et par d'autres dans leur milieu naturel pour conclure que le taux de flemmardise est le même.

Pourquoi tant de temps perdu, alors? Certaines semblent le faire par pur égoïsme, affirme Daniel Charbonneau. « Normalement, explique-t-il, les travailleuses ne se reproduisent pas; tout passe par la reine. Arrive-t-il que certaines décident: "Moi, je ne travaille pas. Vous allez me nourrir et je produis mes propres œufs"? Un de mes étudiants a vérifié cette explication et conclu qu'elle ne s'applique qu'à une toute petite portion. »

Les autres hypothèses laissent plutôt croire que les inactives servent la colonie. La plus répandue étant que ces flâneuses sont des employées en

réserve. « Une seule expérience a réussi à "réveiller" les inactives, raconte le chercheur. Les auteurs ont enlevé toutes les fourmis du nid, sauf les inactives et, alors, elles ont commencé à travailler. Ça prenait donc une catastrophe majeure pour qu'elles se mettent au boulot. Ce genre de situation arrive-t-il assez souvent dans la nature pour que ça vaille la peine, pour la colonie, d'entretenir des travailleuses en réserve? » Après tout, produire de nouvelles ouvrières ne se fait pas en criant ciseaux; il faut des semaines, voire des mois.

Ou peut-être ces fourmis ne voient-elles tout simplement pas l'urgence de travailler. « Le concept de "seuil de réponse" est prévalent chez les insectes sociaux, dit Daniel Charbonneau. Chacun aurait son seuil à partir duquel il devient actif; les inactives auraient donc un seuil très élevé. » Comme un coloc qui fait la vaisselle uniquement quand toutes les assiettes et tous les bols sont sales...

Autre chose, les inactives tendent à présenter un abdomen gonflé. Peut-être alors sont-elles des garde-mangers, au cas où la nourriture viendrait à manquer. « Les fourmis partagent la nourriture, souligne l'entomologiste. Elles ont un jabot social, un estomac où elles peuvent entreposer de la bouffe pour la régurgiter ensuite. » Son équipe fait présentement des analyses du contenu des abdomens.

Dernière hypothèse, les fourmis inactives sont des individus trop jeunes pour travailler; ou, au contraire, trop vieux. Le chercheur suit une colonie sur plusieurs années pour y voir plus clair.

Daniel Charbonneau pense que l'explication, quand elle sera connue, pourrait servir aux organisations humaines. « Si, par exemple, les inactives sont des employées en réserve, et que cela confère un avantage à la colonie, peut-être que des entreprises gagneraient à payer des ouvriers à ne rien faire la plupart du temps, mais qui seraient là quand on aurait vraiment besoin d'eux, bien que ça semble contre-intuitif. » **CS**



PITIÉ POUR LES OISEAUX!

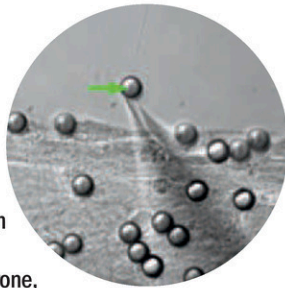
Selon l'American Bird Conservancy, entre 400 et 900 millions d'oiseaux meurent chaque année aux États-Unis parce qu'ils foncent dans une fenêtre. Ils confondent les vitres-miroirs, dont sont dotés plusieurs édifices, avec le ciel. Pour que cesse ce massacre, l'Association vient de produire un guide afin d'aider les architectes et les propriétaires d'immeubles à mieux choisir les matériaux vitrés.



Bricolage neuronal

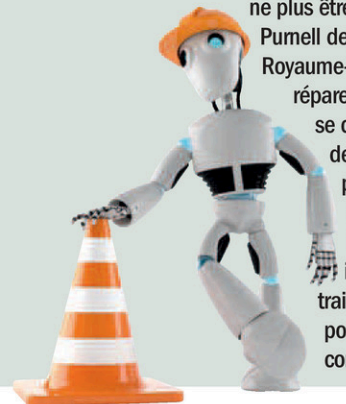
Les maladies du système nerveux sont difficiles à soigner. Si certaines lésions semblaient jusqu'ici irréparables, une équipe de chercheurs de l'Université McGill a réussi à créer de nouvelles connexions neuronales capables de transmettre l'influx nerveux, rien de moins.

C'est aussi un exploit technologique, démontre-t-on dans un récent article publié dans *The Journal of Neuroscience*, car les outils pour manipuler un neurone, lequel fait le centième du diamètre d'un cheveu, ne se trouvent pas nécessairement dans la trousse d'un bricoleur ou d'une dentellière. Avec un microscope atomique, les chercheurs ont réussi à attacher une bille de polystyrène à un segment de neurone pour ensuite l'étirer et le connecter à un autre neurone. Il reste maintenant à voir si ces connexions fabriquées ont les mêmes propriétés que les connexions naturelles.



Des villes autoréparables

Les fichus nids-de-poule, cadeaux du printemps, pourraient-ils ne plus être qu'un souvenir? L'équipe du professeur Phil Pumell de l'École de génie civil de l'université de Leeds, au Royaume-Uni, a commencé à concevoir des villes qui se répareraient toutes seules. La chose pourrait se concrétiser grâce à une armée de petits robots et de drones spécialisés capables de signaler tous les problèmes liés aux infrastructures, aux canalisations, au réseau routier ainsi qu'à l'éclairage, et de les régler rapidement avec un impact environnemental minime, sans perturber le train-train de la ville ni celui de ses habitants. On pourra alors parler de ville intelligente! Reste à voir comment se fera la cohabitation avec les cols bleus.



C'est le nombre d'érables à sucre entaillés au Québec. Ils fournissent 70% de tout le sirop d'érable consommé dans le monde, estime la Fédération des producteurs acéricoles du Québec. Mieux, la gastronomie rime avec l'écologie, notent les producteurs de sirop en faisant valoir que les forêts d'érables d'ici représentent 2,7 milliards de dollars dans un éventuel marché du carbone. En clair, les érablières en exploitation retiendraient l'équivalent des émissions de carbone de 770 000 voitures, soit le quart du parc automobile du Québec.



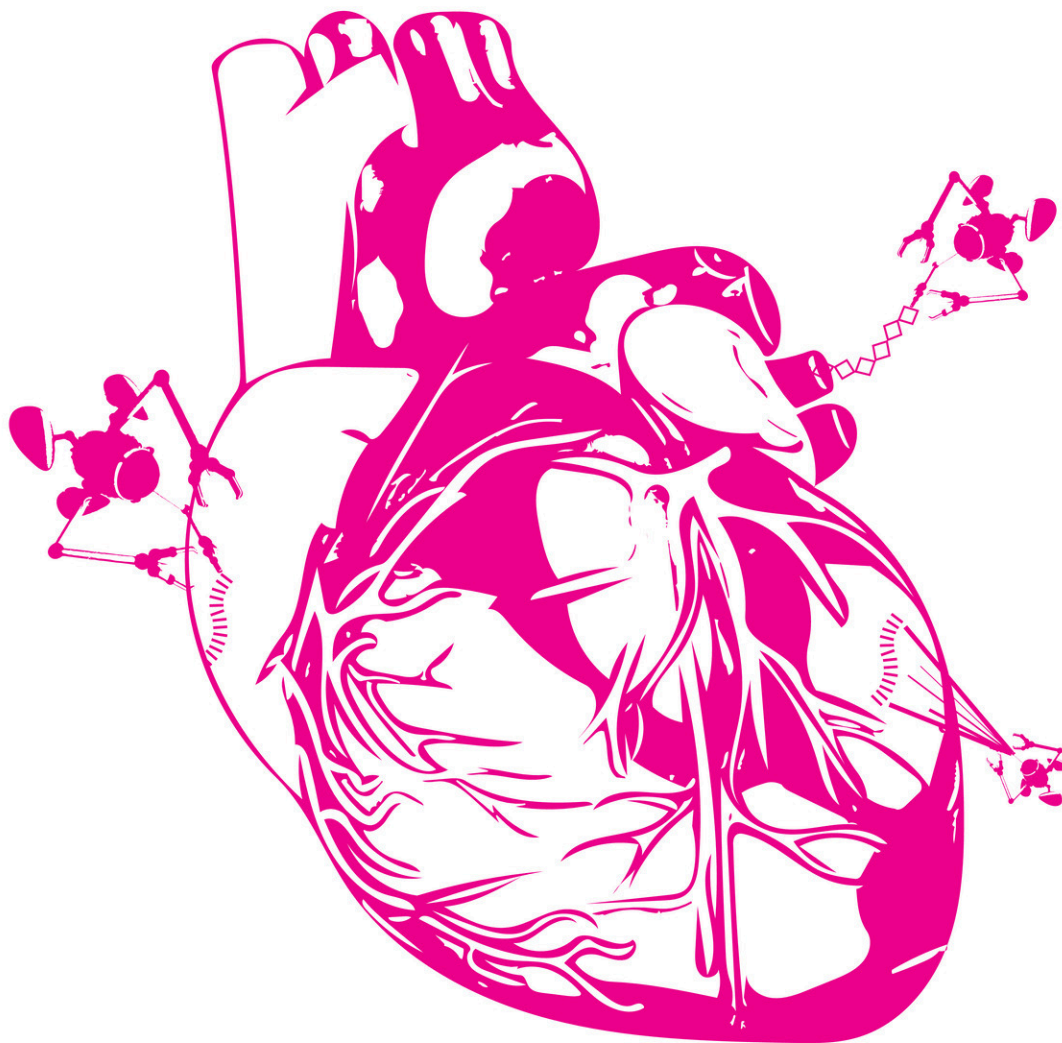
VISITE RARE!

«De loin, on voyait une nageoire qui sortait de l'eau, et ce n'était clairement pas un mammifère marin!» raconte Lyne Morissette. En effet, il s'agissait d'un poisson-lune. La chef de mission, à bord du voilier *Roter Sand* en mission récemment sur le fleuve Saint-Laurent, n'en revenait pas. «Les poissons-lunes, dit-elle, ne sont pas très agiles ni rapides; on a donc pu manœuvrer et bien le voir dans l'eau, surtout qu'il faisait plus de 1 m.» Le poisson-lune, appelé aussi môle, est le plus lourd poisson osseux de la planète: 1 000 kg pour 2 m de longueur, en moyenne. Que faisait-il là? L'histoire ne le dit pas. Normalement, ce mastodonte nage dans des eaux tropicales et tempérées, et se nourrit de méduses.

LYNE MORISSETTE

CONCORDIA

LE MONDE EST PETIT  NOUS VOYONS GRAND



OPÉRER LE CŒUR PLUS EN DOUCEUR
GRÂCE À LA NANOTECHNOLOGIE

ENSEMBLE, REPENSONS LE MONDE

CONCORDIA.CA



L'intelligence de la pieuvre

Plus on les étudie, plus les pieuvres apparaissent comme étant les nouvelles stars de la zoologie. Doit-on s'extasier sur ces céphalopodes?

La pieuvre prend la couleur noire et la « posture Nosferatu » pour annoncer une attaque.



DAVID SCHEEL

Un jour, alors que je plongeais en apnée, une pieuvre m'a volé mon harpon. C'était un dard avec un manche qu'on utilisait dans mon coin de Bretagne pour pêcher les plies, des poissons de fond, et je l'avais introduit dans une faille entre deux rochers. Le poulpe a fermement agrippé le harpon avec ses tentacules et ne l'a pas lâché. J'ai secoué et tiré, j'ai même coupé un bout de tentacule avec mon couteau – enfin, il me semble –, mais je paniquais un peu à vrai dire, craignant que les gros tentacules bruns ne s'enroulent autour de mon bras. Au bout du compte, j'ai dû lâcher prise.

Je me suis souvenu de cet incident en prenant récemment connaissance de nouvelles recherches sur les pieuvres. D'après les chercheurs, elles semblent avoir toutes les qualités: elles changent de couleur, chassent vite et bien, se fauflent dans de tout petits trous, boxent avec leurs huit bras et ont une vie sexuelle amusante. Plusieurs études ont démontré que, placées dans un labyrinthe dressé dans un aquarium, elles

trouveront rapidement la sortie. Leur intelligence dépasserait de loin celle des homards et des crabes, et se comparerait à celle des corbeaux.

Tout récemment encore, le biologiste David Scheel, de l'université du Pacifique en Alaska, et ses deux collaborateurs de l'université de Sydney, Peter Godfrey-Smith et Matthew Lawrence, publiaient dans la revue *Current Biology*, puis dans *Nature*, les résultats d'observations sur un site unique. C'est une baie peu profonde, située près de Jervis sur la côte est de l'Australie, où vivent côte à côte de nombreuses pieuvres de l'espèce *Octopus tetricus*. Une eau limpide, un endroit idéal pour filmer et observer.

Les chercheurs montrent que les pieuvres de cet endroit prennent des couleurs qui sont associées à des comportements de menace et d'attaque. Si une pieuvre veut en chasser une autre, elle se dresse de toute sa taille, étend ses bras et prend une couleur noire – les chercheurs appellent cela la « posture

Nosferatu » (les tissus des pieuvres contiennent des millions de cellules pigmentaires appelées chromatophores qui leur permettent de changer de couleur). Si l'autre animal ne fuit pas et montre aussi des couleurs sombres, il risque fort d'être attaqué. Tandis que s'il prend une couleur pâle, l'attaque n'aura pas lieu.

Les chercheurs qualifient ces comportements de « signaux ». Cependant, à la lecture des résultats, j'ai quelques doutes; je ne trouve pas qu'on puisse conclure que les signaux en question sont produits pour être vus par les autres animaux et induire des comportements de soumission ou de fuite. Si bien qu'il me semble qu'il faudra creuser un peu plus la question. Mais comme le soulignent les auteurs, « ces résultats suggèrent que les interactions ont un plus grand impact sur l'évolution des pieuvres que ce qu'on pensait jusqu'ici, et ils soulignent l'importance de l'évolution convergente dans les comportements ». C'est vrai que de nombreux oiseaux et mammifères affichent ce genre de comportements agressifs. Et à propos d'agressivité, notons qu'une autre étude rapporte que des pieuvres jettent des coquillages pour leurrer ou toucher leurs proies – autre preuve selon certains qu'elles seraient « très intelligentes ». Dans Internet, on ne compte plus les vidéos où on les voit dévisser des bouchons de bouteille en un clin d'œil.

D'accord, mais arrêtons-nous un instant sur la notion d'intelligence chez l'animal. Essentiellement, on présuppose ici que le système neuronal d'un modeste céphalopode, nettement moins développé que celui d'un mammifère par exemple, ne serait pas capable de produire des comporte-

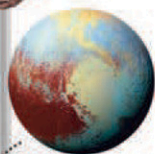
ments complexes, comme celui de trouver une sortie dans un labyrinthe d'aquarium. Et donc chaque fois qu'on découvre chez les poulpes des comportements semblables à ceux des animaux dits « supérieurs », on a tendance à s'émerveiller.

Ce qui est très bien, car la vie animale a effectivement de quoi nous étonner et chaque espèce est source d'émerveillement. Comme le disait si bien Charles Darwin, dans la dernière phrase de *L'origine des espèces*: « Tandis que notre planète, obéissant à la loi fixe de la gravitation, continue à tourner sur son orbite, une quantité infinie de belles et admirables formes, sorties d'un commencement si simple, n'ont pas cessé de se développer et se développent encore. »

Mais justement, il s'agit d'apprécier le vivant dans sa complexité. Pas besoin pour cela de comparer les performances des uns à celles des autres, et de les classer sur des échelles dites d'« intelligence », une notion plutôt floue et scientifiquement disputée. Pour ma part, je ne vois pas de raison particulière de s'extasier sur l'« intelligence des pieuvres ». Ni sur celle des corbeaux, des lions ou des papillons, à vrai dire. Ce qui est extraordinaire, c'est de pouvoir étudier tous ces animaux et de nous émerveiller de leur existence.

De ce point de vue, nous devons toujours nous garder de cette tendance à attribuer aux animaux des réactions humaines et à les juger selon des critères que nous valorisons – à faire de l'anthropomorphisme, en somme. Mais je reconnais que ce n'est pas toujours facile. Tenez, moi par exemple, j'ai déjà pensé et probablement même écrit que les pieuvres étaient intelligentes et rusées. La preuve : elles volent des harpons aux pêcheurs !

VOUS ENSEIGNEZ LES SCIENCES EN 4^e SECONDAIRE ? Utilisez les outils pédagogiques de **Québec Science** !



Dans chaque numéro, découvrez 3 Situations d'Apprentissage et d'Évaluation (SAÉ) en lien avec le contenu du magazine.

Cliquez sur
www.quebecscience.qc.ca/pedago

Économie, Science
et Innovation

Québec



QUÉBEC SCIENCE

À CŒUR BATTANT

SOMMES EN



-NOUS FAITS POUR VIVRE COUPLE?

Qu'est-ce que l'amour? Chimère hollywoodienne? Pulsion primaire? Le couple prend-il racine dans notre imaginaire, notre culture, nos hormones, nos émotions ou nos gènes?

Par Kenza Bennis

Le neurobiologiste Jean-Didier Vincent se souvient d'avoir visité, à sept ans, la grotte de Lascaux et d'y avoir ressenti une «émotion sacrée».

Sur les murs de ce «Versailles de la préhistoire», des peintures vieilles de près de 17 000 ans représentent des chevaux, des taureaux, des bisons et un homme couché sur le dos, en érection. Cette dernière image, dit-il, est à l'origine de son questionnement de scientifique sur le désir sexuel.

Il n'est pas le seul à s'être torturé les méninges sur l'amour, un thème longtemps chargé de tabous qui reçoit aujourd'hui une nouvelle lecture grâce à la biologie.

Et, 70 ans après son «émotion sacrée», Jean-Didier Vincent reste captivé par le sujet. Il a récemment fait publier l'essai *Biologie du couple* (Éditions Robert Laf-

font) dans lequel il fait appel aux dernières découvertes de l'écologie comportementale, de l'éthologie et de la physiologie pour tenter de percer les mystères du désir, de l'amour et du couple.

«Selon moi, dit-il, ce n'est ni la sélection naturelle ni la sélection sexuelle, qui sont l'essence de la vie. C'est la sélection érotique – c'est-à-dire le désir qui porte un individu vers l'autre – qui constitue le facteur essentiel du phénomène de reproduction et donc de conservation de l'espèce.» Le sexe, que l'auteur ne différencie pas de l'amour, devient donc, grâce au plaisir qu'il procure, le moteur de la reproduction sexuée, laquelle permet d'introduire la diversité génétique, assurant ainsi à notre espèce de meilleures chances de survie.

Cet instinct sexuel, soutient le neurobiologiste français, est inscrit depuis toujours dans nos gènes, notre cerveau et nos pro-



L'AMOUR EST « BIOCULTUREL »; IL EST CHIMIQUE, DÉMOGRAPHIQUE. LE DÉSIR, OU L'AMOUR, EST C'EST CHIMIQUE. MAIS CE QUI FAIT NAÎTRE CE

cessus physiologiques. Si, au fil du temps, nous avons rompu l'alliance biologique entre sexe et reproduction, nous restons programmés pour cette « intellectualisation du rut » qu'est l'amour.

L'anthropologue états-unienne Helen Fisher, elle, distingue le désir – une faim de gratification sexuelle, peu importe le partenaire – de l'amour – l'exultation et l'obsession associées à un partenaire spécifique. Mais elle aussi pense que le sentiment amoureux est profondément inscrit dans la structure et la chimie du cerveau humain. « À l'instar de la faim, de la soif ou de l'instinct maternel, l'amour est un besoin physiologique, écrit-elle dans son essai *Pourquoi nous aimons?* (Éditions Robert Laffont); un système de motivation primaire du cerveau, autrement dit, une pulsion fondamentale de l'accouplement humain. »

Helen Fisher tire ces conclusions de six années passées, en tant que chercheuse à l'Institut Kinsey de l'université d'Indiana, aux États-Unis, à analyser l'activité cérébrale d'hommes et de femmes amoureux grâce à la récente technologie d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle.

À partir de ces images du cerveau, l'anthropologue affirme que l'amour est un sentiment humain universel, élaboré par certaines substances neurochimiques et certains réseaux cérébraux. Ainsi, le désir serait lié à la testostérone; le sentiment amoureux, à la dopamine; et l'attachement, à l'ocytocine et la vasopressine. Est-ce le secret de l'amour humain?

Normand Voyer, professeur de chimie à l'Université Laval, connaît bien ce cocktail de molécules; il va donner en avril sa deux centième conférence sur la chimie de l'amour. Il explique: « L'amour se passe en trois phases, chacune associée à des molécules spécifiques. »

La première est celle du coup de fou-

dre ou de l'amour passionnel. Elle dure entre une journée et quatre ans. « Durant cette période, observe le chimiste, quatre neurotransmetteurs prennent notre corps en charge. C'est pourquoi, à cette étape, les amoureux ne sont pas dans un état normal! » Il y a d'abord la phényléthylamine qui induit un sentiment de bonheur et donne l'impression de flotter sur un nuage. Ce neurotransmetteur favorise aussi la production de deux autres molécules: la dopamine qui stimule la transmission nerveuse, améliore l'humeur et suscite l'enthousiasme, et la norépinéphrine qui provoque un sentiment d'euphorie et pousse à faire toutes sortes de folies. À son tour, la norépinéphrine va se transformer en dopamine, la « molécule de l'urgence », qui augmente le rythme cardiaque et la pression artérielle et fait si facilement rougir les amoureux. « Au bout de 18 mois, les concentrations de ces 4 molécules commencent à décliner, continue le chimiste. Si bien que, au bout de quatre ans, il n'y a plus aucune trace d'elles. »

Il faut souligner ici que tout le monde ne connaît pas cette étape passionnelle. Plusieurs couples accèdent directement à la deuxième phase,

qui est celle de l'amour durable. Elle se caractérise par la production d'ocytocine, la fameuse hormone de l'attachement que les femmes secrètent lors de l'accouchement et quand elles allaitent, et qui est aussi produite au moment de l'orgasme.

« L'ocytocine est un relaxant musculaire, précise Normand Voyer. Elle procure un sentiment de bien-être et de confort. Mais, avec le temps, le corps cesse de la produire, sans qu'on sache exactement pourquoi ni comment. Ce qu'on observe, en revanche, chez les couples qui ont plus de 50 ans de vie commune, c'est qu'une dépendance s'installe entre les partenaires. Leur relation devient fusionnelle. Les molécules en cause pendant cette période sont les endorphines, de puissants antidouleurs qui ont un effet positif sur l'anxiété. Ainsi, quand, par exemple, un vieux monsieur attend sa compagne qui est en retard, il a tendance à vivre un stress aigu. La

Normand Voyer, professeur de chimie à l'Université Laval: « Chez les couples qui ont plus de 50 ans de vie commune, une dépendance s'installe entre les partenaires. Leur relation devient fusionnelle. Les molécules en cause pendant cette période sont les endorphines, de puissants antidouleurs qui ont un effet positif sur l'anxiété. »



GÉNÉTIQUE, SOCIOLOGIQUE ET PROVOQUÉ PAR LE CERVEAU. DÉSIR EST LIÉ À LA CULTURE.



CAROLINE HAYEUR

voir arriver va déclencher chez lui la production d'endorphines qui vont le relaxer et lui donner un sentiment de sécurité. »

L'amour serait-il donc un simple processus chimique? Sans aucun doute, mais pas seulement, allèguent les scientifiques qui se sont penchés sur la question. Pour Jean-Didier Vincent, l'amour est « bioculturel »; il est chimique, génétique, sociologique et démographique. « Le désir, ou l'amour, est provoqué par le cerveau, énonce-t-il. C'est chimique. Mais ce qui fait naître ce désir est lié à la culture. Nous tombons amoureux de telle ou telle personne en fonction de notre histoire, de notre imaginaire, de nos constructions mentales, etc. »

Selon Helen Fisher, une des forces principales qui conduit à trouver irrésistible telle ou telle personne est notre « grille amoureuse », laquelle est tissée de mille et une expériences : les rituels familiaux, le type d'attachement qui nous lie à nos parents, les influences (télévisuelles, artistiques, religieuses, etc.), nos oncles et tantes, les professeurs ou les amis qui nous ont marqués. Bref, qui remplit une espèce de boîte noire unique à chacun, plutôt mystérieuse et en partie inconsciente, et qui module nos goûts.

Mais ces éléments liés à notre psyché et à notre environnement ne sont pas les seuls à affecter nos émois. Comme l'explique une autre neurobiologiste, Lucy

Vincent dans son ouvrage *Comment devient-on amoureux?* (Éditions Odile Jacob), il y a plus que l'« influence cognitive », c'est-à-dire ce qu'on peut apprendre sur la vie de l'autre et sa façon d'être, qui nous pousse dans ses bras. Il y a aussi une « influence primitive », constituée de messages chimiques renseignant sur la constitution génétique de l'autre.

Ces messages chimiques passent principalement par notre odeur corporelle, laquelle est liée à nos gènes. Les gènes produisent en effet des protéines qui influent sur notre odeur. L'expression « je ne peux pas le sentir » aurait des bases scientifiques, comme l'a illustré une expérience assez connue menée en 1995 par les biologistes Claus Wedekind et

NOTRE « GRILLE AMOUREUSE » EST TISSÉE DE MILLE ET UNE EXPÉRIENCES. UNE ESPÈCE DE BOÎTE NOIRE UNIQUE À CHACUN, PLUTÔT MYSTÉRIEUSE ET EN PARTIE INCONSCIENTE.

Dustin Penn. Les chercheurs ont demandé à des femmes et à des hommes de sentir des teeshirts imprégnés de sueur. Leur conclusion : nous sommes attirés par les personnes qui ont les gènes HLA les plus éloignés des nôtres. Or, les gènes HLA (*human leucocyte antigen*) caractérisent notre système immunitaire et plusieurs scientifiques estiment que, plus on mélange ces gènes au sein d'une population, plus on a de chances de créer des combinaisons génétiques avantageuses quant à la résistance immunitaire.

Mais si les gènes immunitaires éloignés des nôtres ont des vertus aphrodisiaques, il n'en est pas de même pour tous les gènes.

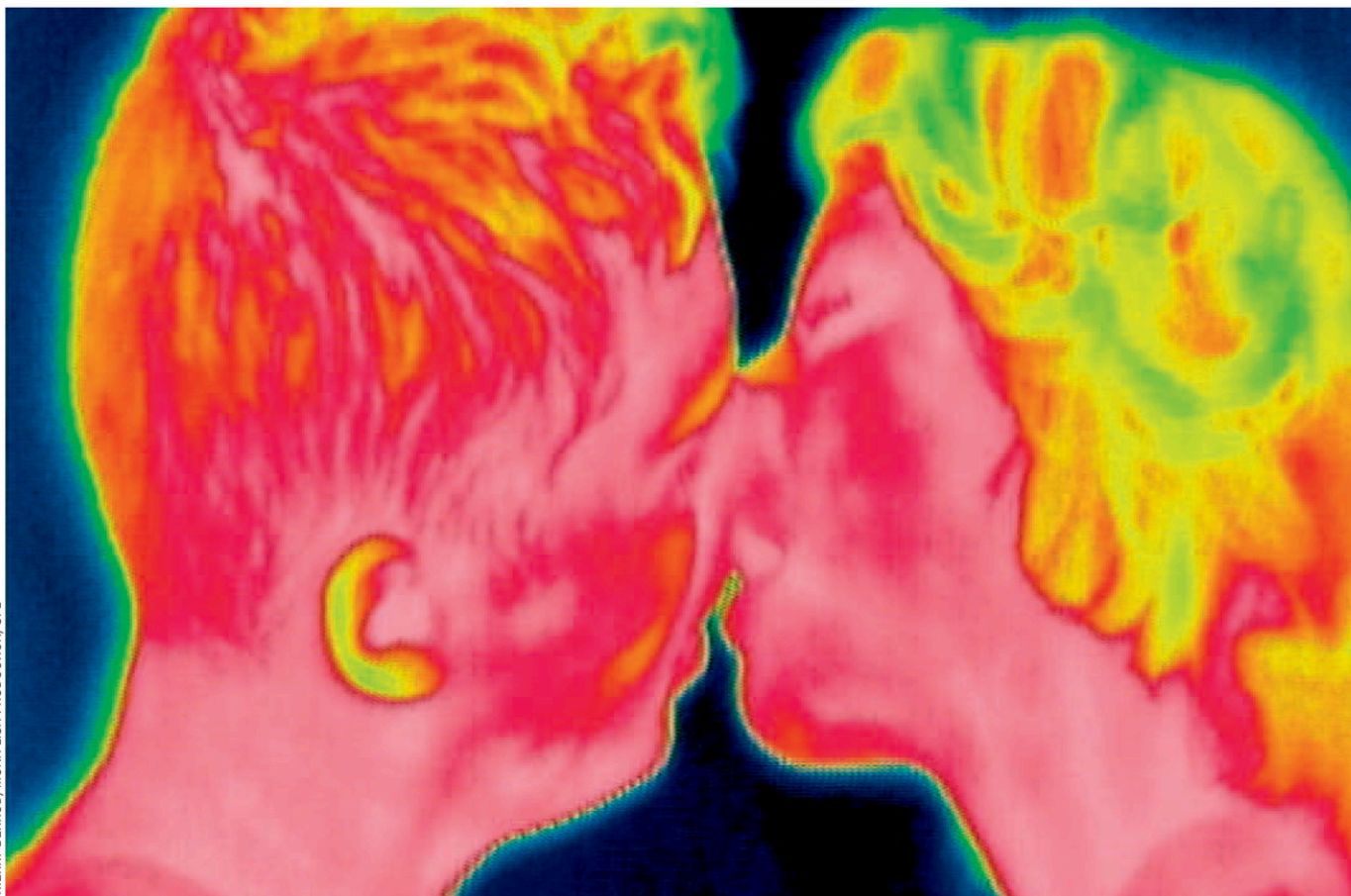
En réalité, les études démontrent une

grande homogamie chez les humains. Qui se ressemble s'assemble, dit l'adage, et cela s'avère vrai. Les conjoints se ressemblent en effet à bien des égards, autant psychiquement que physiquement. Et ce n'est pas leur mode de vie qui y change quelque chose, car ces similitudes sont présentes autant chez des couples de longue date que chez de jeunes mariés, précise Lucy Vincent qui cite des recherches comparant divers paramètres (niveau d'instruction, anxiété, taille des parties du corps, pression sanguine, etc.) chez les conjoints.

Et, oui, l'odorat semble également jouer un rôle dans ce choix de partenaire qui nous ressemble. En fait, nous serions séduits par les individus qui nous rap-

pellent nos géniteurs : leurs expressions, un trait physique, le même humour ou la même odeur. Pourquoi? Rappelons qu'il existe deux types de relations interpersonnelles indispensables pour la survie et la reproduction : le lien parent-enfant (sans lequel nous n'aurions pu survivre) et le lien de couple (sans lequel nous n'aurions pas de descendance). Or, ces deux liens impliquent les mêmes mécanismes dans les systèmes nerveux et hormonal, note Lucy Vincent. « Dans un tel contexte, écrite-elle, il n'est pas étonnant d'être attiré par quelqu'un qui fournit des stimulus semblables à ceux de nos parents. »

Si les recherches en neurosciences sont encore récentes et les mécanismes



THIERRY BERROD/MONA LISA PRODUCTION/SPL



SEXE, AMOUR ET NOUVELLES RELATIONS

Lancé en 2013 par l'Université du Québec à Montréal (UQAM), l'Université Laval et l'université Windsor, en Ontario, le projet *Études des parcours relationnels intimes et sexuels (ÉPRIS)* vise à mieux comprendre comment nos contemporains interagissent dans leur intimité amoureuse et sexuelle. Nous avons demandé au codirecteur de cette étude, le sociologue et professeur de sexologie Martin Blais, de l'UQAM, de nous en dire plus sur les nouvelles configurations relationnelles.

Votre recherche révèle l'émergence de nouvelles formes de relations intimes. Le couple est-il en train de se transformer?

La très vaste majorité des répondants à notre étude avaient adopté le modèle dyadique monogame. Quant aux autres formes de relations, on distingue les configurations conjugales et celles qui ne le sont pas.

Du côté des relations conjugales, les couples monogames sont encore majoritaires, mais on observe d'autres modèles qui varient en fonction de trois critères : l'exclusivité sexuelle (la fidélité), l'exclusivité amoureuse, ainsi que le rapport à la domesticité (principalement le fait de vivre ensemble ou non). On voit ainsi des couples qui choisissent de ne pas vivre sous le même toit; d'autres, de ne pas avoir d'exclusivité sexuelle avec leur partenaire, ce qu'on appelle un couple ouvert; d'autres encore, de pratiquer le « polyamour », par exemple en ajoutant un troisième partenaire à leur couple.

Les relations non conjugales sont-elles aussi diversifiées?

Bien sûr. En fait, chez les personnes qui vivent leur relation en dehors du modèle conjugal et ne se considèrent pas en couple, nous avons déterminé cinq configurations. 1. La relation sexuelle à occurrence unique, au cours de laquelle les partenaires ont un seul rapport sexuel. 2. Le partenariat centré sur la sexualité – les rapports sont en majorité de nature sexuelle. 3. Le partenariat sexuel centré sur l'amitié où dominant des relations principalement amicales, mais aussi sexuelles. 4. Les ex-partenaires qui continuent d'avoir des contacts sexuels et des activités sociales ensemble, mais ne se considèrent plus en couple. 5. Le partenariat intime et sexuel, où les partenaires entretiennent un lien affectif ou amoureux, s'adonnent à des activités sexuelles et sociales de façon régulière, mais ne se considèrent pas comme un couple.

Ce qui est intéressant dans ces relations non conjugales et qui va à l'encontre des croyances populaires, c'est que les relations sexuelles (même celles d'une nuit) ont lieu majoritairement entre personnes qui se connaissent déjà. De plus, ces relations incluent, pour la plupart, des formes d'amitié ou de sociabilité.

CAROLINE HAYEUR

Quel type de lien vous semble le plus nouveau?

C'est qu'il y a une plus grande réserve à se considérer comme étant en couple. Les partenaires mettent plus de temps avant de s'engager de façon formelle, que ce soit sur le plan sexuel, amoureux ou domestique.

Est-ce que l'amour romantique reste un idéal, aujourd'hui?

Une constante ne se dément jamais d'une étude à l'autre : l'importance de l'amour. Ce qui a changé, c'est ce qu'on attend de cet amour. Les critères et les exigences sont plus élevés qu'avant. Il faut donc plus de temps avant de reconnaître une relation comme amoureuse. On note également que la fin de la relation fait partie du projet culturel du couple. On ne s'engage plus en se disant que c'est pour la vie. Les idéaux romantiques restent, mais on est plutôt, aujourd'hui, dans une recherche de compromis. À une époque, les partenaires acceptaient de se mettre au service d'un projet conjugal qui les dépassait. De nos jours, c'est un peu l'inverse. Nous souhaitons que le couple s'adapte à nos intérêts personnels et qu'il soit un instrument de réalisation de soi. Cette recherche de solutions contribue à la diversification des configurations des relations intimes, qu'elles soient conjugales ou non conjugales.

Un sixième (16,5%) des répondants de votre étude déclarent être bisexuels, « queer », « pansexuels », etc. Les frontières entre l'homosexualité et l'hétérosexualité sont-elles plus floues, aujourd'hui?

Ce que suggère cette diversification des étiquettes, c'est que les gens refusent de plus en plus d'être enfermés ou de s'enfermer dans des catégories binaires qu'ils jugent trop étroites pour témoigner de leur réalité. Il y a d'ailleurs une catégorie en émergence dans les études, celle des personnes qui se déclarent *principalement* hétérosexuelles (deux femmes sur cinq et un homme sur cinq) et non *exclusivement* hétérosexuelles. Cela démontre une admission plus grande de la fluidité sexuelle dans la société. Et cette fluidité sexuelle augmente, sans doute à cause de la diminution des pressions sociales. Mais qu'est-ce qui est l'œuf, qu'est-ce qui est la poule, dans ce cas-ci? Je ne le sais pas.

DANS NOTRE SOCIÉTÉ OCCIDENTALE, IL EXISTE DIVERSES FAÇONS D'ÊTRE À DEUX. MAIS LE COUPLE NE DISPARAÎT PAS POUR AUTANT ET RESTE À LA BASE DE NOTRE STRUCTURE SOCIALE.

neurologiques liés au choix du partenaire ainsi qu'à l'influence des odeurs et des gènes pas encore complètement élucidés, ces études suggèrent néanmoins que l'amour aurait, en effet, des fondements bioculturels.

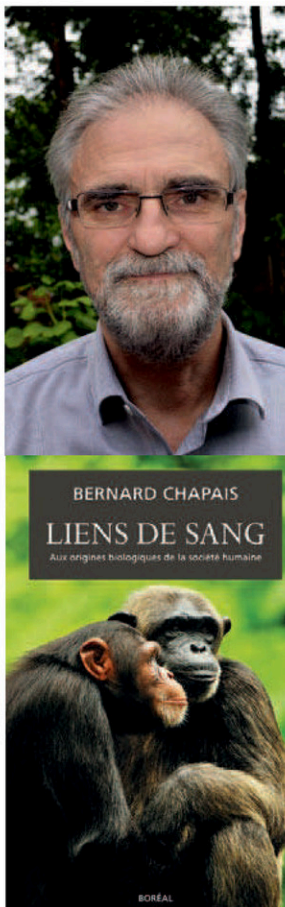
Comme Lucy Vincent, Bernard Chapais, professeur d'anthropologie à l'Université de Montréal, pense que l'attachement a des bases biologiques : « Il s'agit d'un mécanisme très ancien, présent chez tous les primates. On sait par exemple qu'un jeune chimpanzé qui perd sa mère peut faire une dépression et en mourir. » Il en est de même pour le mécanisme de coopération. « Comme l'attachement, ajoutez-il, ce système de réciprocité (je te toilette, tu me toilettes; je te donne de la nourriture, tu me donnes de la nourriture) existe depuis très longtemps. »

Bernard Chapais ne s'arrête pas là pour expliquer l'origine biologique du couple. Pour lui, la jalousie, ainsi que la réceptivité sexuelle continue des femmes, est aussi un indice en ce sens. Le fait que les femmes puissent avoir des relations sexuelles hors des périodes d'ovulation, pendant qu'elles sont enceintes et qu'elles allaitent, est une spécificité humaine. « C'est une adaptation très probable au lien de couple, car c'est un mécanisme qui le cimenter », soutient-il.

Mais plus que cela, ce sont les causes de la monogamie qui révèlent l'importance de la biologie dans nos relations amoureuses, croit l'anthropologue. Ces causes font d'ailleurs l'objet de tout un chapitre dans son récent essai *Liens de sang, aux origines biologiques de la société humaine* (Éditions du Boréal). Bernard Chapais y expose sa vision qui va à l'encontre de l'explication la plus courante de la monogamie. Selon lui, les parents avaient un avantage évolutif à coopérer pour s'occuper des enfants,

lesquels, au sein de l'espèce humaine, nécessitent énormément de soins, et ce, de façon prolongée.

À partir d'une approche comparative entre le comportement humain et celui des primates, le scientifique soutient que la monogamie apparaît en premier et crée des conditions favorables à l'émergence des soins paternels (et non l'inverse). Ensuite, notre espèce n'est pas passée de la promiscuité sexuelle (un système où mâles et femelles se reproduisent avec de nombreux partenaires) à la monogamie, mais de la promiscuité sexuelle à la polygynie (un mâle a des relations stables avec plusieurs femelles), puis à la monogamie. Enfin, ce passage de la polygynie à la monogamie s'explique par trois mécanismes indépendants qui se sont mis en place au cours de l'évolution. Le premier, appelé « modèle de la surcharge paternelle », met en évidence qu'il devenait trop exigeant pour les mâles de nourrir plusieurs femelles. Le deuxième, le « modèle du nivellement des écarts de force », démontre que, avec le développement des armes, les mâles les plus forts n'étaient plus les seuls à pouvoir gagner les affrontements; ils n'ont donc plus été capables de garder plusieurs femelles pour eux seuls. Le troisième modèle, celui du « compromis de coopération », se met en place en même temps qu'une hausse importante des activités de coopération entre mâles (comme la chasse). Dans ce contexte, les mâles dominants avaient plus intérêt à partager leurs ressources – que ce soit les femelles ou les aliments – qu'à rester seuls.



Selon Bernard Chapais, ces trois mécanismes, vieux de centaines de milliers d'années, mettent en évidence les racines biologiques du couple. Les différentes étapes promiscuité-polygynie-monogamie vont aussi dans ce sens, car elles font partie de notre héritage évolutif.

Aujourd'hui, la monogamie (sur le long terme ou en série) est le modèle le plus répandu dans nos sociétés, mais il n'en reste pas moins que la promiscuité sexuelle et la polygynie existent. « Ce système mixte est spécifique aux humains, fait observer le professeur d'anthropologie. Les autres espèces n'ont qu'un seul modèle, soit la promiscuité sexuelle (comme chez le chimpanzé), la polygynie (chez le babouin hamadryas) ou la monogamie (comme chez le gibbon). »

En fait, soutient Bernard Chapais : « Les fondements biologiques du couple sont évidents. Cela ne veut pas dire pour autant que la culture ne joue aucun rôle. Au contraire. C'est elle qui transforme cet héritage et lui donne les multiples formes qu'il prend selon les contextes. Ainsi, dans notre société occidentale, il existe diverses façons d'être à deux. Il y a des couples hétérosexuels, homosexuels, avec ou sans enfants, qui restent plus ou moins longtemps ensemble, etc. Mais le couple ne disparaît pas pour autant et reste à la base de notre structure sociale. L'attachement, la réciprocité, le besoin d'aimer sont profondément ancrés en nous ! »





LA RECHERCHE DANS LE RÉSEAU DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

SANTÉ

Un système dans la tourmente

Des défis
de gestion
inédits

Des changements
technologiques
qui vont encore
bouleverser notre
système de santé

Et l'empathie,
dans tout ça ?

Billet

Soins intensifs

Notre système de santé est régulièrement remis en question en ce qui concerne son accessibilité, son efficacité, ses coûts, son organisation. À tort ou à raison? Il n'en demeure pas moins que les transformations de certaines pratiques médicales, le vieillissement de la population et la qualité des soins prodigués composent un ensemble de défis qui interpellent autant les gestionnaires que les praticiens et les chercheurs.

Quelle direction doit-on prendre aujourd'hui pour avoir un système de santé qui répond à nos besoins? Comment définir les priorités d'interventions? En matière de prévention? En matière d'organisation des soins? Y a-t-il des choses à instaurer ou à défaire?

Mais au-delà de ces grandes questions, il y a le patient. Est-il bien servi par notre système de soins? Savons-nous l'écouter ?

Ce dossier permet de nous informer sur les enjeux de la santé et nous révèle quelque chose de tout simple : nous avons les moyens d'avoir un meilleur système de santé. Et que plusieurs initiatives sont menées par les chercheurs de partout pour l'améliorer.

Ce dossier est inséré dans le numéro d'avril-mai 2016 du magazine *Québec Science*. Il a été financé par l'Université du Québec et produit par le magazine *Québec Science*.

Le comité consultatif était formé de:

Marie Auclair, UQAM
Sébastien Charles, UQTR
Stéphane Allaire, UQAC
Frédéric Deschenaux, UQAR
André Manseau, UQO
Jo Ann Lévesque, UQAT
Josée Charest, INRS
Josée Gauthier, ENAP
Éric Lamiot, TELUQ
Céline Poncelin de Raucourt, UQ
Valérie Reuillard, UQ
David H. Mercier, UQ
Raymond Lemieux, *Québec Science*

Coordination :

Raymond Lemieux et Valérie Reuillard

Rédaction :

Maxime Bilodeau,
Marie Lambert-Chan,
Raymond Lemieux

Graphisme :

François Émond

Édition :

Hélène Matteau

Correction-révision :

Luc Asselin

Bibliothèque nationale du Canada :

ISSN-0021-6127

Les 10 établissements du réseau de l'Université du Québec ont pour mission de faciliter l'accessibilité à l'enseignement universitaire, de contribuer au développement scientifique du Québec et au développement de ses régions.

Sommaire



3 UN SYSTÈME DANS LA TOURMENTE

Notre système de santé demande de plus en plus de ressources financières. Mais la nécessité d'en arriver à une meilleure gestion a-t-elle pris le dessus sur le souci de prodiguer des soins adéquats?

4 DU SCALPEL AU SCANNER

Kafka et les bonnes intentions, depuis 1947.

9 SOYEZ TRANSFORMATIONNELS!

Le changement, dans la structure d'une organisation, commande davantage d'intelligence émotionnelle chez les cadres.

10 UN PEU DE RECONNAISSANCE, SVP!

Les préposés aux bénéficiaires : essentiels, mais laissés dans l'ombre.

11 LE WEB, NOUVEL ACTEUR DANS LE MONDE DE LA SANTÉ

Comment le Web peut personnaliser la prévention.

12 COMMENT MIEUX AIDER LES AIDANTS

Une affaire de psychologie et... d'empathie.

13 MARQUÉ PAR L'ENVIRONNEMENT

L'environnement socioéconomique a un impact direct sur la santé. L'obésité chez les enfants en donne la preuve.

15 BOULIMIE PHARMACOLOGIQUE

Trop de pilules peuvent rendre malade.

16 L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE À LA RESCOURS

Des algorithmes aident à mieux interpréter les images médicales.





UN SYSTÈME DANS LA TOURMENTE

Notre système de santé demande de plus en plus de ressources financières. Mais la nécessité d'en arriver à une meilleure gestion a-t-elle pris le dessus sur le souci de prodiguer des soins adéquats?

Soyons positifs, nous avons les moyens de nos ambitions en matière de santé et de services sociaux! L'État québécois alloue 32,8 milliards de dollars à l'ensemble de son réseau de santé. Presque deux fois plus qu'à l'éducation (16,9 milliards de dollars) et 50 fois plus qu'à l'entretien et la gestion des routes (656 millions). «Nous n'avons pas de problèmes de ressources en santé, nous avons un problème de répartition de cet argent dans le réseau», dit **Louis Demers**, professeur titulaire à l'École nationale d'administration publique (ENAP).

Alors? «Nous sommes coincés par un système mis en place dans les années de l'après-guerre, alors que les populations avaient de la difficulté à s'offrir des soins de santé», renchérit **Jean-Louis Denis**, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur la gouvernance et la transformation des organisations et systèmes de santé, à l'ENAP. «On assiste maintenant à des progrès spectaculaires qui dépassent un peu les gestionnaires en ce qui concerne les technologies médicales

et les interventions cliniques.» Les maladies cardiovasculaires sont, par exemple, mieux traitées qu'autrefois. Les gens qui ont un infarctus à 64 ans peuvent vivre encore plusieurs années; de nombreux types de cancers sont aujourd'hui en voie de devenir chroniques et d'être soignés par des chimiothérapies qui peuvent même se faire à domicile; les diagnostics sont plus raffinés grâce, entre autres outils, aux scanners; et les chirurgies sont moins invasives avec la laparoscopie. Résultat, quand on a un problème grave de santé, on a nettement plus de chances de s'en sortir qu'il y a 50 ans.

L'envers de la médaille – et c'est là le nœud du problème –, c'est une pression sans précédent en ce qui concerne l'accessibilité aux ressources. «Comme société, nous nous sommes mis d'accord pour que tous aient accès à des soins. Tous s'attendent donc à recevoir beaucoup de ce système, avec le meilleur de ce qu'offre la médecine», note Jean-Louis Denis. Mais sur quoi mettre aujourd'hui l'accent? Sur les interventions chirurgicales de pointe ou sur le maintien à domicile? Sur les services aux personnes très âgées affectées par l'alzheimer

Guérir le corps, assurer le salut de l'âme

Parce que l'on ne connaissait alors rien aux microbes, des maladies de toutes sortes – coqueluche, jaunisse, maux de dents, dysenterie – ont embêté les premiers habitants du pays. Elles ont été longtemps l'affaire des guérisseurs de tout acabit. D'ailleurs, l'espérance de vie ne dépassait pas beaucoup 40 ans, en Nouvelle-France. Les soignants étaient surtout des chirurgiens. Ils traitaient les foulures et les fractures, alors que les accouchements étaient l'exclusivité des sages-femmes. Pour le reste, les soins de santé relevaient des hôpitaux tenus par des congrégations religieuses. On tentait d'y guérir le corps, mais – il n'y a pas de risque à prendre devant l'Éternel – on assurait aussi le salut des âmes. Il a fallu attendre le XIX^e siècle avant que les médecins, qui se distinguent par leur formation scientifique, commencent à prendre plus de place dans la société et obtiennent la reconnaissance juridique de leur profession, ainsi qu'un droit de pratique exclusive. C'était avant même la « province de Québec » et la création du Canada. L'histoire de notre médecine est superbement racontée dans l'ouvrage coécrit par les historiens **Robert Gagnon** et Denis Goulet, professeurs respectivement à l'Université du Québec à Montréal et à l'Université de Sherbrooke : *Histoire de la médecine au Québec 1800-2000*, publié aux éditions du Septentrion.

ou sur les soins aux bébés nés prématurément?

Le comble, ce sont les difficultés que l'on devait surmonter dans les années 1960 et qui sont toujours là: engorgement des urgences, temps d'attente important avant d'obtenir une chirurgie ou même une simple consultation. Des problèmes qui persistent comme une plaie qui ne guérit pas. Encore récemment, une enquête conjointe du Fonds du Commonwealth sur les politiques de santé et du Conseil canadien de la santé indiquait que le Québec faisait piètre figure en ce qui concerne l'accès rapide à un médecin. Un Québécois sur quatre n'a pas de médecin de famille. Et dès qu'il a besoin d'en consulter un, à peine un grippé-blessé-nauséux-fiévreux sur cinq (22%) peut voir un docteur le jour même où il en manifeste le besoin. En France, c'est 95% des patients qui y arrivent; au Royaume-Uni, 86%; aux États-Unis, 74%; en Colombie-Britannique, 62%; et en Ontario, juste de l'autre côté de la rivière des Outaouais, 59%.

Notre système tourne au ralenti? Pourtant, en 2014, près de 84 millions d'actes médicaux ont été facturés à l'État par quelque 18 500 médecins. Pourrait-on augmenter leur rendement? Facile à dire, mais une clinique ou un établissement hospitalier ne se gère pas comme une usine.

Pour Louis Demers, tout se passe comme si le système était piégé par des orientations décidées il y a longtemps. Un phénomène que les gestionnaires appellent *path dependence* (traduction littérale: dépendance au sentier, au chemin déjà tracé...). «Le système de santé canadien évolue difficilement. De tous les systèmes dans le monde, c'est celui qui s'ajuste le moins à l'évolution démographique», dit le chercheur. Et personne ne peut dire que nous n'avons pas essayé de changer les choses! «Mais les réformes se sont succédées sans apporter de véritables effets», reconnaît-il.

Tant d'énergie pour rien? Les sciences de la gestion progresseraient-elles moins bien que la médecine? Pour Jean-Louis Denis, tout a été fait pour éviter la confrontation

DU SCALPEL AU SCANNER

La découverte des microbes et la mise au point des premiers antiseptiques, des antibiotiques et des vaccins ont bouleversé la pratique médicale. Au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale, les chirurgies peuvent être réalisées de manière plus sécuritaire et les hôpitaux deviennent des endroits de convalescence où on peut mieux soigner les malades. Le réseau de la santé se réorganise pour répondre à ces nouvelles exigences. L'accès à cette médecine de pointe devient une priorité au pays. Le Québec suit le mouvement. Petite histoire.

1947 Un battement d'ailes dans les Prairies.

Pour favoriser l'accès aux soins de santé sans égard aux revenus, le gouvernement de la Saskatchewan instaure un programme d'assurance universel. Un précédent en Amérique. (C'est ce que le président Barack Obama fera aux États-Unis, 50 ans plus tard.)

1948 Du béton et des lits.

Ottawa met en place un Programme national de subventions en matière de santé. Il finance la construction d'établissements hospitaliers, ce qui accroît la place qu'occupe l'hôpital dans le système de santé. Mais tomber malade est une malchance qui peut coûter cher. Les régimes d'assurance privée – pour ceux qui peuvent se les offrir – ont donc le vent en poupe.

1951 Le temps de la jeunesse.

On est en plein baby-boom. Et 40% de la population a

moins de 18 ans. L'avenir? Le recensement canadien indique que l'espérance de vie des hommes et des femmes au Québec atteint respectivement 64 et 68 ans.

1961 La poire en deux.

Le gouvernement fédéral crée une Commission royale d'enquête sur les services de santé, présidée par le juge Emmett Hall. Le modèle mis en place en Saskatchewan lui semble exemplaire. Ottawa adopte une loi pour étendre le principe de l'universalité des soins à l'ensemble du pays, tout en promettant aux provinces qui emboîteront le pas d'en assumer la moitié des coûts. Un détail: la loi confirme que le médecin reste un entrepreneur libre et le mode de rémunération à l'acte est maintenu.

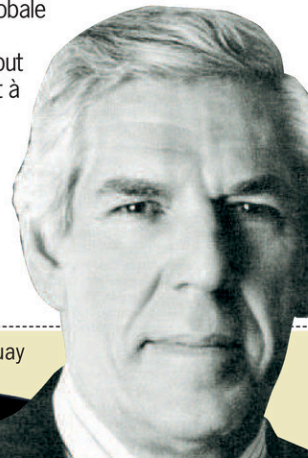
1962 Nouveau partage.

Québec modernise le monde de l'hôpital qui sent le dakin et l'encens. Jusque-là placés sous

la houlette des communautés religieuses et des médecins, les hôpitaux doivent maintenant être régis par un conseil d'administration.

1966 Médecine globale.

L'hôpital étant devenu plus accessible, le nombre de bénéficiaires augmente. Le réseau de la santé ne répond pas bien à l'afflux de malades. Québec crée la Commission d'enquête Castonguay-Nepveu sur la santé et le bien-être social, qui propose d'offrir des services plus complets pour améliorer l'état de santé de la population «par l'instauration d'une médecine globale basée sur la personne» tout en cherchant à assainir le milieu où vit cette population. Une vision dite systémique.



Claude Castonguay

avec le pouvoir des médecins. «Nos décisions tiennent pour acquis que nous ne pouvons pas modifier le mode de rémunération des médecins. Nous contournons donc le problème plutôt que de l'affronter. Ainsi, par-delà les réformes, rien n'altère le pouvoir médical.»

Sous prétexte aussi de rationaliser les dépenses et d'améliorer le fonctionnement de notre réseau, nous avons plutôt centralisé l'organisation, poursuit Louis Demers. Et les dernières mesures adoptées par le ministère de la Santé et des Services sociaux suivent cette tendance imposée au fil des réformes. Conséquemment, on réduit le nombre d'établissements et de directeurs généraux. «Il y a 30 ans, il aurait fallu louer un aréna pour réunir la totalité des directeurs; aujourd'hui une petite salle suffit!», dit-il.

«De plus, tout le monde est maintenant assujéti aux orientations et aux directives ministérielles alors que, jadis, un directeur pouvait s'appuyer sur son conseil d'administration pour prendre une décision, remarque
(Suite à la page VII)

Pensez globalement

Suivant l'exemple de la Saskatchewan qui avait instauré, en 1947, une assurance-hospitalisation publique et universelle, le gouvernement fédéral a adopté une Loi sur l'assurance-hospitalisation et les services diagnostiques en 1957, puis une Loi sur les soins médicaux, en 1966. Ottawa s'est alors engagé à assurer la moitié du financement de l'ensemble des services de santé. En contrepartie, les provinces s'engageaient notamment à garantir l'universalité, dans le cadre de leur régime d'assurance maladie public. La santé pour tous, d'un océan à l'autre! «L'une des dernières provinces à l'établir a été le Québec, précise Louis Demers de l'ENAP. Mais nous avons placé sous une même autorité la santé et les services sociaux, ce qui est encore unique au Canada. Et nous avons créé des Centres locaux de services communautaires (CLSC), largement inspirés des cliniques populaires de Californie, qui regroupent en un même lieu des services médicaux et psychosociaux. On parlait déjà de médecine globale et on se souciait aussi de régionalisation des services.»

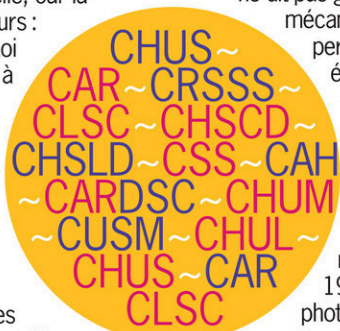
Concrètement, cela ira de pair avec l'instauration des Centres locaux de services communautaires (CLSC) et la création d'une Régie, en 1969, qui veillera à l'administration d'un régime «complet et universel d'assurance maladie», la RAMQ.

1970 La grève et la crise. Les médecins du Québec s'opposent à cette mainmise de l'État sur la santé que certains comparent à une «soviétisation» du système. Ils font la grève. Une loi spéciale les force à retourner au travail. Mais le gouvernement leur concède le droit d'être rémunérés à l'acte et non selon un salaire. Cette prise de bec ne fera pas beaucoup parler d'elle, car la Province a les yeux ailleurs : elle est placée sous la Loi des mesures de guerre à la suite des enlèvements politiques commis par le Front de libération du Québec.

1971 Kafka s'en mêle. Une nouvelle Loi sur la santé et les services sociaux confirme la philosophie mise de l'avant par la commission Castonguay-Nepveu. Elle conduit à la création de 12 conseils régionaux de santé et services sociaux (les CRSSS), alors que les CLSC deviennent en quelque sorte la porte d'entrée du réseau. Les centres hospitaliers sont catégorisés, selon leur vocation, en



centres de soins de courte durée (CHSCD), centres de soins de longue durée (CHSLD) et centres psychiatriques. On développe un volet d'établissements constitués de centres de services sociaux (CSS) ainsi que de centres d'accueil que sont les centres d'hébergement (CAH) et les centres de réadaptation (CAR). Deux ans plus tard, s'ajouteront les Départements de santé communautaire (DSC). Problème : la loi ne dit pas grand-chose sur les mécanismes qui permettraient aux établissements de coordonner leur travail.



1976 Coucher de soleil.

La carte d'assurance maladie émise depuis 1970 reproduit une photo prise au crépuscule par un chasseur à Senneterre, en Abitibi. Depuis, c'est la «carte soleil», aussi appelée «castonguette», en référence au ministre de la Santé Claude Castonguay qui l'avait établie. À partir de 1998, le détenteur peut y apposer un autocollant indiquant que, à son décès, il consent à ce que ses organes soient prélevés.

1979 Le retour d'Emmett.

À la demande d'Ottawa, et 18 ans après avoir présidé une commission royale qui a tout bouleversé, le juge Emmett Hall entreprend une nouvelle étude sur les services de santé. Il constate que les soins de santé dispensés au pays se classent parmi les meilleurs au monde. Rassurant? Il souligne néanmoins que la surfacturation des médecins et les frais modérateurs prélevés par les hôpitaux créent un système à deux vitesses qui menace l'accessibilité. Cela conduit le gouvernement fédéral à adopter, en 1984, une nouvelle Loi canadienne sur la santé qui incite les provinces à décourager la surfacturation pour les services médicaux.

1985 Remue-méninges.

L'État est mis à mal par la récession économique qui frappe l'Amérique. Ottawa réduit sa contribution financière aux provinces. Québec forme alors une Commission présidée par le docteur Jean Rochon de l'Organisation mondiale de la santé (il y a fondé la Direction des programmes en santé publique). La Commission réévalue le fonctionnement et le financement du réseau. Elle y constate une belle cacophonie. Extrait du rapport : «Tout se passe comme si le système était devenu prisonnier des innombrables groupes d'intérêts qui le traversent : groupes de producteurs, groupes d'établissements, groupes de



LOUISE BLODEAU

Louis Demers, de l'ENAP :
« Les médecins, individuellement et collectivement, disposent d'une grande autorité au sens moral du terme. Dans la société québécoise, le médecin de village ou de quartier était l'un des rares citoyens à avoir reçu une éducation supérieure. Alors, on l'écoutait. Sa notoriété et le fait qu'il puisse guérir les gens lui conféraient un grand prestige. Encore aujourd'hui, les médecins – tout comme les infirmières – sont toujours en haut de la liste, dans les sondages. »

pression [...] que seule la loi du plus fort opérait et que les mécanismes démocratiques d'arbitrage ne suffisaient plus; que la personne à aider, la population à desservir, les besoins à combler, les problèmes à résoudre – bref le bien commun – avaient été oubliés au profit des intérêts propres à divers groupes. » Ainsi, on est davantage dans une logique de services qu'une logique de changement social. Jean Rochon se demande : « Comment un ministère peut-il prendre toutes les décisions qui s'imposent pour gérer 900 établissements? » Prescription : remplacer les CRSSS par des Régies régionales aux pouvoirs accrus, et élargir la participation des communautés.

1991 Remue-ménage. La cacophonie persiste. Le ministre québécois de la Santé d'alors, Marc-Yvan Côté, décide de prendre le taureau par les cornes. Il souhaite voir « un système axé sur le citoyen » et veut faire en sorte que « les médecins ne soient pas des électrons libres dans ce système ». S'il pense que les CLSC doivent rester la porte d'entrée du réseau, il concède

aux médecins le droit de constituer des polycliniques. De toute façon, note-t-on, très peu de médecins vont en réalité pratiquer en CLSC. Puis, comme l'avait recommandé Jean Rochon, il abolit les CRSSS et les Départements de santé communautaire. Il institue 18 Régies régionales qui organiseront des assemblées populaires (qui ne feront pas long feu) afin de mieux être à l'écoute des usagers. Objectif : améliorer l'accessibilité des services médicaux, tout en en réduisant les coûts. Toujours le même idéal.

1994 Le virage ambulatoire. Jean Rochon prend le relais comme ministre. Il doit rapidement affronter la récession qui secoue, à nouveau, l'économie. Pour la première fois, la part du budget québécois alloué à la santé diminue. Des programmes de retraite anticipée sont proposés aux médecins et aux infirmières; des hôpitaux ferment; d'autres sont regroupés sous les chapeaux universitaires : le CHUM, le CUSM, le CHUL et le CHUS. En

plus, des CHSLD sont fusionnés. Cette reconfiguration est rendue possible par des interventions chirurgicales réalisées plus rapidement. On parle de virage ambulatoire. Ainsi, le nombre de chirurgies dites « d'un jour » augmente et le nombre de lits dans les soins dits de courte durée baisse de 30%.

1997 Une pilule, une granule. Les personnes qui ne sont pas couvertes par une assurance privée peuvent maintenant s'inscrire à un régime public d'assurance médicaments.



1998 On écrase! La Loi sur le tabac est probablement l'un des plus grands succès de santé publique au pays. Qui se souvient encore que l'on fumait dans les lieux publics, dans les classes et... dans les hôpitaux?

2000 Une nouvelle gestion comme remède. D'une réforme à l'autre, les patients qui attendent dans les corridors ne voient pas d'amélioration. Une commission, conduite par l'avocat Michel Clair, se penche sur le mal chronique des hôpitaux. « On valorise trop la pratique professionnelle individuelle, l'autonomie juridique et budgétaire de chaque établissement, le fonctionnement en silos », déplore-t-elle. Cependant, les recommandations – bien accueillies – ne sont pas des plus innovantes : l'accent est mis sur la prévention et la définition d'orientations stratégiques. Sa médication : « de fortes doses de management dans le système », dit son rapport. Il recommande aussi de placer sous le chapeau d'un même conseil d'administration les CLSC et les CHSLD d'un territoire, et de créer des groupes de médecine de famille – ils verront le jour en 2002 – qui se retrouveront en première ligne, réservant ainsi aux CLSC le volet social. Il

Louis Demers. Des décisions prises à Québec seraient le fait de gens pas nécessairement en mesure de savoir ce qui se passe vraiment à Sherbrooke, à Baie-Comeau ou à Trois-Rivières. En plus, ça dévalorise la fonction de gestionnaire. À quoi ça sert, un gestionnaire, s'il ne peut décider de beaucoup de choses?»

«Pourtant, toutes les études au sujet des systèmes de santé indiquent que plus une organisation est complexe, plus elle doit être décentralisée. Moins on laisse de marge de manœuvre aux gens de la base pour travailler, plus on s'expose à des effets non désirés, dit le chercheur. Les vrais problèmes peuvent alors être dissimulés et les gestionnaires sont susceptibles de prendre de mauvaises décisions.» C'est pourquoi, soutient-il encore, les universitaires ont presque unanimement rejeté les récentes réformes, qui vont toujours dans le sens de la centralisation, en créant les Centres intégrés universitaires de santé et de services sociaux (CIUSSS) et les centres intégrés de santé et de services sociaux (CISSS)

En fait, notre système de santé reste surtout configuré pour des soins de courte durée. Avec ce que cela comporte de problèmes. **Maud-Christine Chouinard**, des sciences de la santé de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), a d'ailleurs mis le doigt sur un phénomène particulier en examinant le profil des usagers des établissements de santé de sa région.

Elle a noté qu'entre 5% et 10% des usagers utilisent la moitié des ressources. Ce qui a conduit à l'élaboration d'un programme de suivi de ces grands utilisateurs. «Il faut voir ce phénomène d'une manière plus large, car on constate que ces gens sont aussi affectés par des problèmes socioéconomiques.»

Pour Maud-Christine Chouinard, une meilleure relation entre les médecins et les infirmières est également de mise dans une configuration plus «facilitante». «On n'a pas assez développé la place de l'infirmière dans le milieu. Cela dit, on constate aujourd'hui que les médecins, surtout les jeunes, sont plus ouverts qu'avant à l'idée de laisser davantage d'espace aux infirmières dans l'administration des soins, particulièrement dans les groupes de médecine familiale. Leur formation est d'ailleurs de plus en plus orientée en ce sens. L'approche centrée sur le patient, ça fait longtemps que c'est inscrit dans la formation!»

Il reste que la société a passablement changé depuis la création de la carte soleil. En d'autres termes, les Québécois ont vieilli et cela, on s'en doute, n'est pas sans conséquence sur le réseau. En 2021, dans 5 ans, c'est plus de 20% de la population qui aura au-delà de 65 ans, rappelle **Dominique Gagnon**, professeur à l'Unité d'enseignement et de recherche en

recommande également que «le gouvernement se dote d'une politique-cadre de partenariat avec le secteur privé».

2003 Kafka, toujours.

Un neurochirurgien doué, Philippe Couillard, est nommé ministre. Il «rebrasse les cartes». Les régies régionales sont remplacées par des agences qui doivent mieux intégrer l'ensemble des services. On crée 95 Centres de santé et de services sociaux, composés de CLSC et de CHSLD. Ils peuvent inclure des entreprises d'économie sociale, des organismes communautaires, des pharmacies communautaires et des groupes de médecins de famille.

2010 Les mégahôpitaux.

On parle beaucoup de gestion, d'engorgement dans les urgences, mais on veut aussi des hôpitaux neufs. À Montréal, deux immenses chantiers démarrent. À l'ouest, le Centre universitaire de santé McGill (CUSM) annonce la construction d'un hôpital de 500 lits et

33 salles d'opération sur le terrain d'une ancienne gare de triage; à l'est – plutôt au centre-ville –, première pelletée de terre pour le Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) qui comptera 772 chambres et une quarantaine de blocs opératoires. Enfin, le XXI^e siècle!

2012 Quinze ans de plus, qu'est-ce que je fais?

Si le Québec a affiché pendant très longtemps la plus faible espérance de vie de toutes les provinces canadiennes, celle-ci s'établit désormais à 79,8 ans chez les hommes et à 83,8 ans chez les femmes, révèle l'Institut de la statistique du Québec. La plus forte progression à ce titre depuis 1970, au Canada.

2015 Un nouvel ordre

médical. Ancien président de la Fédération des médecins spécialistes du Québec, Gaétan Barrette est titulaire du ministère de la Santé. Il n'attend pas les recommandations d'une quelconque commission et amorce des changements majeurs qui secouent le système. Ainsi, les agences régionales sont abolies et les établissements de santé sont regroupés dans des Centres intégrés de santé et de services sociaux (CISSS) et des Centres intégrés universitaires de santé et de services sociaux (CIUSSS) dont les conseils d'administration sont composés de membres nommés par le ministre, alors que les 182 Centres de santé et

de services sociaux (CSSS) ne sont plus que 33.

De leur côté, les médecins se voient «obligés» de garantir un meilleur accès aux soins. Puis – c'est promis –, les patients ne perdront plus leur temps dans les salles d'attente. À l'urgence, les spécialistes devront voir 40% des patients en moins de deux heures et 75% en moins de quatre heures. Enfin, le ministre veut aussi attribuer un prix moyen pour chacun des soins de santé offerts. Les budgets versés aux établissements seraient alors établis en fonction de ces montants et du volume d'activité. Un pari aussi risqué qu'audacieux. Les hôpitaux deviendront-ils des usines à guérison? Que restera-t-il des services sociaux? De la santé préventive? Comment le système de santé saura-t-il offrir correctement des soins de longue durée nécessaires à une société vieillissante? Mais, surtout, le réseau de la santé, fleuron des années 1960, retrouvera-t-il le souffle pour innover, s'offrir les technologies médicales de pointe, et nous aider à vivre mieux et... en santé?



LA PRESSE CANADIENNE



HUGO LACROIX

Dominique Gagnon, de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, note qu'il y a moins de ressources spécialisées en région qu'en milieu urbain.

« Mais en contrepartie, les professionnels se connaissent mieux; il existe une coordination que l'on pourrait qualifier d'informelle. On peut régler bien des choses autour d'une table en prenant un café. »

sciences du développement humain et social à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT). « Ce groupe d'usagers demande des soins différents, rappelle ce gérontologue de formation. Il y a plus de problèmes chroniques, plus de problèmes cognitifs et psychologiques. Il faut intervenir sur plusieurs aspects. Chose certaine, on ne peut plus penser à un système uniquement centré sur les soins hospitaliers. Car l'hôpital ne répond pas très bien aux besoins des personnes qui souffrent de problèmes chroniques ou psychologiques, devant être traités à long terme et nécessitant plusieurs types d'interventions », dit-il.

« On voit ça venir depuis longtemps, fait-il remarquer. Déjà, en préparant la réforme des années 2000, on avait une idée assez claire de ce qu'il fallait faire pour adapter le système au vieillissement de la population. C'est ce qui incitait les responsables de santé à favoriser le maintien à domicile : il fallait sortir de l'"hospitalocentrisme". »

Aussi, bien des gestionnaires ont-ils misé sur l'intégration accrue des services professionnels et cliniques. « On pouvait penser que cela aurait un effet positif sur les pratiques cliniques, notamment dans les CLSC, et permettrait une meilleure prise en charge de la clientèle. Plusieurs études ont par la suite démontré que cette intégration prend beaucoup de temps à se réaliser. Pis, la controversée rémunération à l'acte, exclusive aux médecins, ne favorise pas toujours la collaboration interprofessionnelle. »

Les organisations de santé de l'Abitibi-Témiscamingue ont néanmoins développé un outil qui permet de faire contrepoids à une dynamique trop orientée sur le curatif. En collaboration avec le CSSS de Rouyn-Noranda et plusieurs intervenants locaux, elles ont mis en place, en

2013, des plateformes informatiques utilisées avec le soutien à domicile. « Une petite innovation qui semble anodine, souligne Dominique Gagnon, mais qui a énormément favorisé le partage d'informations. Un dossier clinique numérisé fait en sorte que les différents acteurs – ergothérapeute, travailleuse sociale, médecin – savent ce qui se passe chez le patient. Ils sont d'autant plus en mesure de constater comment sa santé évolue, car les informations cliniques sont régulièrement mises à jour. La plateforme renforce aussi la coordination avec le médecin du groupe de médecine familiale. Par exemple, une travailleuse sociale pourra mieux agir en mode prévention en signalant une amélioration ou une dégradation de l'état de ses clients. Quand on intervient en amont des maladies, on peut ralentir les processus de perte d'autonomie, sinon mieux accompagner la personne dans sa perte progressive d'autonomie. Mais ce qui m'inquiète avec la logique de performance qui semble se développer dans le réseau, c'est qu'on risque dorénavant de moins travailler en prévention et plus en réaction. »

Trop dans le court terme, la gestion du monde de la santé? Aurait-on perdu l'idéal d'une approche globale? **France Gagnon**, politologue et professeure à la Télé-université, n'est pas loin de le penser. « La tendance va vers le curatif, pas vers la prévention. C'est un ministère de la Maladie que nous avons; pas un ministère de la Santé », dit-elle. Dans une telle optique, la santé publique est devenue « un parent pauvre dans un système riche »!

Il faut renouer avec l'idéal de santé pour tous, soutient-elle. « Ce n'est pas seulement une question d'individu, mais de société. C'est d'ailleurs pourquoi, quand on parle de promotion de la santé, de santé publique, il faut envisager la question de façon globale et très large, ce qui n'est pas sans heurter les gens et certains décideurs.

Le prolongement d'une autoroute? Le projet de terminal pétrolier? Plusieurs se demandent quel lien ça peut avoir avec la santé [NDLR: favoriser l'usage des carburants fossiles entraînant une augmentation des émissions de gaz carbonique peut provoquer une hausse des maladies respiratoires]. On est perçus comme des ayatollahs, déplore Mme Gagnon. Mais on oublie les progrès que nous avons faits : les campagnes de vaccination, la lutte contre le tabagisme, la promotion des aliments moins salés et moins sucrés. Il y a des modèles de bonnes pratiques qu'il faut s'approprier collectivement. Cela est tout à fait cohérent avec l'objectif d'une société en santé.»

N'est-ce d'ailleurs pas le but ultime?

Prochain épisode, le Commissaire à la santé et au bien-être a lancé un « appel de mémoires » axé sur l'idée du « panier de services » qui serait une liste de soins à prioriser ou pas. L'initiative devrait « guider les choix

Le travail, c'est la santé

Au Québec, on compte plus de médecins par habitant que partout ailleurs au Canada. Leur nombre n'a cessé d'augmenter depuis 10 ans pour atteindre 18 483 en 2014, fait remarquer Louis Demers de l'École nationale d'administration publique (ENAP). « Avant, les médecins pouvaient travailler 60 heures par semaine; maintenant, ils tiennent à leur qualité de vie et peuvent s'en tenir à 40 heures. À quoi ça sert de travailler 20 heures de plus pour augmenter des revenus déjà substantiels? Cependant, cette façon de faire a réduit la productivité. » Au moins, nos médecins se donnent des chances d'être eux-mêmes en meilleure santé!

futurs en matière de soins et de services assurés au Québec ». Mais cela renforcerait-il le curatif au détriment de la prévention? Cela augure-t-il une autre réforme? Les résultats seront connus à l'automne. Au moins, on aura fait l'économie d'une commission. ■

Par Raymond Lemieux

SOYEZ TRANSFORMATIONNELS!

Le changement, dans la structure d'une organisation, commande chez les cadres davantage d'intelligence émotionnelle.

« **D**ans le réseau de la santé, les cadres intermédiaires et les directeurs en ont vu de toutes les couleurs, reconnaît **Natalie Rinfret**, professeure titulaire de la Chaire La Capitale en leadership dans le secteur public à l'École nationale d'administration publique. On est dans un contexte continuellement en changement, mais ce ne sont pas tous les gestionnaires qui possèdent le leadership approprié pour faire face aux remous, note-t-elle. Un leader capable de créer une relation émotionnelle avec ses collaborateurs sera plus en mesure de transcender les aspirations individuelles pour porter le projet commun. »

La psychologue distingue deux types de gestionnaires : le transactionnel – « celui qui fixe les objectifs et informe les gens de ce qu'ils doivent faire pour atteindre ces objectifs, tout en les incitant à performer » – et le transformationnel – « un gestionnaire inspirant, qui crée des relations de confiance avec ses collaborateurs ». Selon elle, l'intelligence émotionnelle (IE), un concept mis de l'avant dans les années 1990, et le leadership transformationnel sont deux compétences essentielles pour pouvoir soutenir des changements au sein des organisations. Cela est particulièrement pertinent quand on parle, comme aujourd'hui, de restructuration. « Quand un directeur fait preuve d'IE, il exerce davantage un leadership transformationnel. Ses collaborateurs sont motivés, plus satisfaits, moins stressés et capables de faire face aux changements », affirme Mme Rinfret. Mais ces leaders sont-ils suffisamment présents dans le réseau de la santé, continuellement soumis à des soubresauts?

En 2009, Natalie Rinfret a conduit une étude auprès de directeurs et de cadres afin de sonder leurs aptitudes transformationnelles. Épaulée par l'Association québécoise des établissements de santé et de services sociaux, elle a recueilli les avis de plus de 500 répondants, auxquels elle a présenté un questionnaire élaboré. Votre directeur a-t-il de la difficulté à maîtriser sa colère? A-t-il de la difficulté à comprendre ce que



DENIS CHALFOUR

pensent les autres? Quand il commence à parler, s'arrête-t-il difficilement? Change-t-il difficilement d'opinion? S'adapte-t-il facilement à de nouvelles conditions?

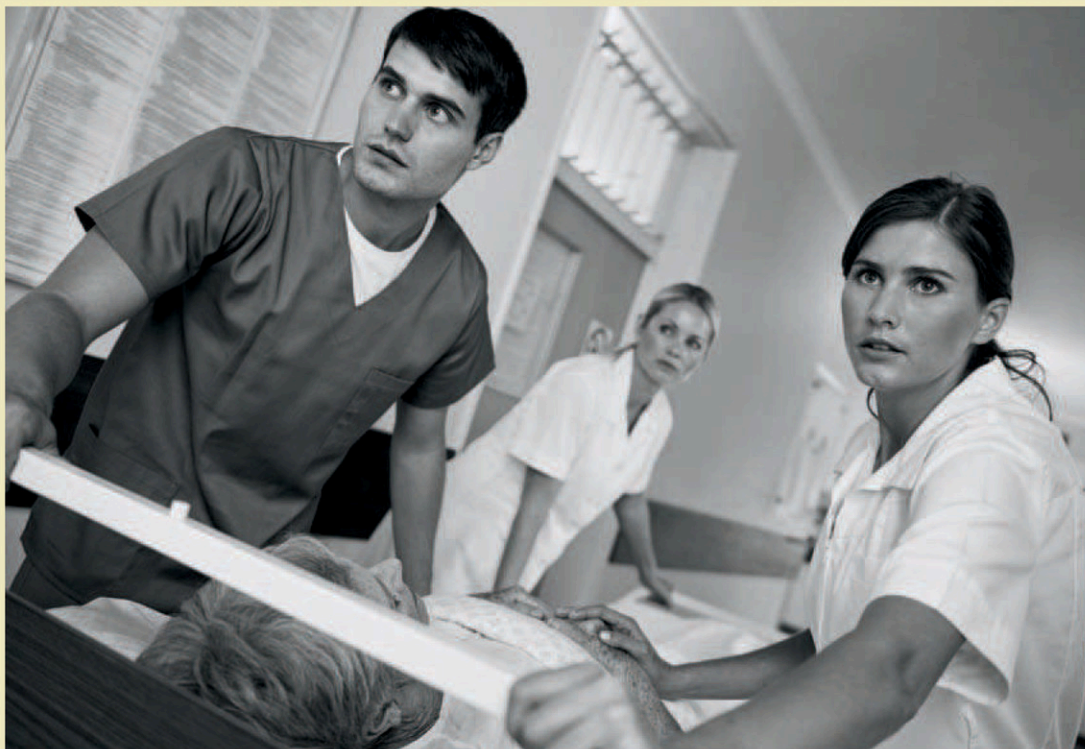
Bien que la moitié des cadres ont estimé que leurs supérieurs faisaient preuve d'intelligence émotionnelle, près de 40 % n'avaient pas l'impression d'être en présence d'un leader transformationnel.

Est-ce suffisant dans un monde qui change? « On vise actuellement l'équilibre budgétaire, sans vouloir faire de vagues, dit la psychologue. Cela crée néanmoins un climat de compétition qui peut affecter la culture de l'organisation. Dans un contexte où on veut faire des changements, une organisation où la confiance est insuffisante peut avoir bien du mal à traverser une période de remous. C'est d'autant plus délicat en période d'austérité, car les moyens qui permettraient d'innover ou de faire les choses autrement risquent de manquer. » ■ (R.L.)

Natalie Rinfret:
« Ce ne sont pas tous les gestionnaires qui possèdent le leadership approprié pour faire face aux remous. »

UN PEU DE RECONNAISSANCE, SVP!

Les préposés aux bénéficiaires: essentiels, mais laissés dans l'ombre.



SHAPECHARGE/ISTOCKPHOTO

Auxiliaires de santé, infirmières et infirmiers auxiliaires, préposés aux bénéficiaires, etc. Pratiquement au bas de l'échelle du système, ils sont les laissés-pour-compte des réformes de la santé. Pourtant, leur apport est indispensable. Ils travaillent dans les centres d'hébergement pour les personnes âgées ou dans les hôpitaux. « Dans le réseau de la santé, c'est le personnel le plus affecté par les accidents de travail et le plus exposé au stress professionnel », soutient **François Aubry**, professeur au département de travail social de l'Université du Québec en Outaouais (UQO).

Ce sociologue et gérontologue est l'un des rares chercheurs à suivre la situation de ces travailleurs oubliés, qui sont à 80 % des femmes lorsqu'on parle de préposés aux bénéficiaires. Selon lui, l'intensification du travail, occasionnée par les récents bouleversements dans le réseau de la santé, n'a aidé en rien. « On met les problèmes du réseau sur les épaules des préposés, dit-il. C'est assez terrible, car ce milieu est déjà extrêmement fragilisé. Et il y a un corollaire à cela : les soignants ont du mal à se rapprocher de leurs patients. Il leur est maintenant difficile de concilier le relationnel avec leurs tâches habituelles. Ne disposer que de 15 minutes pour donner son bain à un patient, ça ne donne pas le temps de créer des liens! »

En CHSLD, les bénéficiaires sont de plus en plus

nombreux à montrer des déficits cognitifs de toutes sortes, ajoute François Aubry. « Plus les personnes âgées sont dépendantes, plus les soins de base auxquels elles ont droit sont difficiles à prodiguer. » Résultat, on assiste à un accroissement du travail qui a un impact direct sur les conditions de santé et de sécurité. D'autant plus que le vieillissement de ce personnel soignant commence à se faire sentir aussi. L'Association paritaire de santé et de sécurité du travail, secteur « affaires sociales », note d'ailleurs que les préposés aux bénéficiaires constituent 30 % du personnel soignant présentant des lésions indemnisées par la CSST; 10 % sont des infirmières auxiliaires qui souffrent surtout de blessures au dos.

Si leur travail en pâtit, leur réputation aussi. François Aubry a d'ailleurs été curieux de voir quelle image le public pouvait se faire des préposés aux bénéficiaires ou des auxiliaires en santé à partir des informations transmises par les médias. « Trois fois sur quatre, lorsque les médias parlaient d'eux, c'était pour signaler, à tort ou à raison, des problèmes de négligence et de maltraitance. » Pas facile pour le moral des troupes!

Bien pis, les choses ne devraient pas s'améliorer, craint le chercheur : « La moyenne d'âge de ce personnel est maintenant de 46 ans dans les établissements. Ça fait peur aux gestionnaires qui voient venir, en plus, une vague de départs à la retraite. Autant d'employés dévoués qu'il faudra remplacer. » ■ (R.L.)

LE WEB, NOUVEL ACTEUR DANS LE MONDE DE LA SANTÉ

Comment personnaliser la prévention.

Manger moins de viande rouge, éviter le sucre et le gras, ajouter moins de sel dans les plats, faire plus d'activité physique, cesser de fumer, boire modérément! Ces conseils de santé sont répétés à satiété. «En matière de santé publique, il ne suffit plus de convaincre; on doit aussi accompagner ceux et celles qui veulent changer leur mode de vie», dit **François Boudreau**, professeur au département des sciences infirmières de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Et c'est avec les technologies de l'information et Internet que ce chercheur estime cela possible. «Ces technologies peuvent être un parfait complément pour joindre les gens au quotidien.»

Miser sur la prévention et l'adoption d'un mode de vie plus sain peut aussi avoir des effets bénéfiques sur le système de santé. Entre autres, freiner l'augmentation des dépenses associées aux principales maladies chroniques, comme le faisait remarquer le Conference Board du Canada, en novembre 2014. L'organisme anticipe que, au Québec, ces dépenses passeront de 7,6 milliards à 12,6 milliards de dollars entre 2010 et 2030. Pour François Boudreau, il n'y a donc pas d'hésitation à prendre le virage de la prévention. Surtout que «les économies réalisées pourraient atteindre 800 millions de dollars par année», toujours selon les économistes du Conference Board.

Mais sur le Net, n'y a-t-il pas déjà plusieurs sites conçus pour nous renseigner? «Ils offrent des informations qui visent tout le monde, et personne en particulier, tranche François Boudreau. Mais nous pouvons maintenant développer des interventions sur mesure, qui collent mieux à l'individu. En anglais, on appelle ça le *computer tailoring*. L'idée est de transmettre le bon message à la bonne personne au bon moment. Un peu comme la médecine personnalisée.»

François Boudreau a conduit deux projets de recherche en ce sens depuis 2012. Il s'est inspiré de travaux menés à ce propos à l'université de Maastricht, aux Pays-Bas. La beauté de la chose tient à l'élaboration d'algorithmes qui permettent d'orienter l'utilisateur vers un scénario santé sur mesure. Dans le cadre de son plus récent projet, le chercheur et son équipe, sous l'égide des instituts de recherche en santé du Canada, ont suivi une cohorte de près de 244 personnes sédentaires. «Cela impliquait des séances web qui ne duraient pas



plus d'une dizaine de minutes, pendant quatre à cinq semaines. Rien de bien lourd, souligne-t-il. Et on a obtenu des résultats très intéressants en ce qui concerne le changement de comportement. En effet, au début de l'expérience, les participants effectuaient 50 minutes d'activité physique par semaine. Ils devaient viser l'objectif prescrit en santé publique : 150 minutes. Or, c'est en moyenne ce à quoi ils sont arrivés après trois mois!»

Une réussite? «Il nous reste encore à convaincre bien des acteurs pour implanter cette approche dans les milieux cliniques», tempère le professeur. Mais il est certain que l'on peut faire d'une pierre deux coups avec ce modèle. «D'abord, on peut éviter des dépenses en santé clinique et, en plus, on a une population en bonne santé qui peut contribuer à la prospérité commune. On gagne sur les deux plans!» ■ (R.L.)

Le virage de la prévention grâce au Web?



JEAN-FRANÇOIS LEBLANC

COMMENT MIEUX AIDER LES AIDANTS

Une affaire de psychologie et... d'empathie.

Les aidants naturels sont souvent des partenaires de santé essentiels pour les personnes en perte d'autonomie. Mais ils ne sont pas toujours préparés pour les accompagner, constate Nancy Guberman, l'une des rares chercheuses à s'être penchées sur leur rôle.

Longtemps professeure à l'École de travail social de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), **Nancy Guberman** a vu la contribution des aidants naturels – ou proches aidants – prendre de plus en plus d'importance. Au point que, aujourd'hui, ils assurent entre 80% et 85% des services de maintien à domicile. Le personnel du secteur public n'y contribue qu'entre 10% et 15% de l'effort, note-t-elle, c'est-à-dire 2,5 heures par semaine. À titre de comparaison, en France, la part du secteur public pour le maintien à domicile atteint 25 heures par semaine.

« Si leur travail était rémunéré à 12 \$ l'heure, il en coûterait pas loin de 5 milliards de dollars au Québec, a-t-on déjà calculé, en 2003. Qu'en est-il aujourd'hui, alors que près de 400 000 personnes présentant des incapacités importantes bénéficient en majeure partie du soutien de leurs proches? »

Si, de façon générale, entre 60% et 80% de cette aide concerne les personnes âgées, pour le reste, elle profite par exemple aux jeunes affectés par des problèmes de santé mentale, aux personnes

atteintes de sclérose en plaques, aux convalescents qui se remettent d'une chirurgie, etc.

Très important, alors, le rôle des proches aidants! Malgré cela, ils ont un sérieux problème de reconnaissance, affirme Nancy Guberman. Et ils sont plus ou moins bien intégrés dans les plans d'intervention des cliniciens, « quand ils ne sont pas que des exécutants aux yeux de certains professionnels ». Pourtant, soutient-elle, on pourrait contribuer à faire une sorte de transfert de connaissances des intervenants professionnels vers l'entourage. Un besoin incontestable. À preuve, aujourd'hui à la retraite, Nancy Guberman continue de donner des formations aux intervenants pour les entraîner à écouter les aidants. « Rien que leur apprendre à se réserver une heure pour les écouter, c'est énorme. Leur montrer comment bien faire pour aider, ça leur enlève beaucoup d'anxiété. »

« Il faut dire que les aidants n'ont pas de distance professionnelle comme peuvent en avoir les intervenants. Sur le plan émotif, c'est très exigeant pour eux d'accompagner un malade ou un proche en perte d'autonomie. Ils sont en présence d'une personne qui souffre, poursuit-elle. Leur rôle dépasse donc celui de parent, d'ami, de frère ou de sœur. Aussi, ils ont bien des deuils à faire dans tout ça. » ■ (R.L.)

Les institutions pouvaient-elles prendre soin des personnes en difficulté ou en perte d'autonomie mieux que leurs propres familles? On a pu le penser avec l'avènement de l'État providence. « Mais cette institutionnalisation n'a pas réussi, c'était trop bureaucratique, dit Nancy Guberman, professeure à la retraite de l'École de travail social de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). De plus, au milieu des années 1980, on s'est rendu compte que cela coûtait très cher. On a donc commencé à parler de prise en charge communautaire pour soutenir la vague de désinstitutionnalisation qui a suivi. Mais de fait, cela n'a jamais été accompagné d'une redistribution de l'argent vers les services. Cet argent est resté dans les hôpitaux. »

MARQUÉ PAR L'ENVIRONNEMENT

L'environnement socioéconomique a un impact direct sur la santé. L'obésité chez les enfants en donne la preuve.

Les quartiers du Grand Montréal n'ont plus de secrets pour **Tracie Barnett**, professeure à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) – Institut Armand-Frappier et chercheuse au Centre de recherche du Centre hospitalier universitaire (CHU) Sainte-Justine. Densité populationnelle, nombre de parcs, trafic routier : aucun détail n'échappe à cette spécialiste en épidémiologie de l'obésité pédiatrique, qui étudie l'influence de l'environnement bâti sur le poids corporel des jeunes.

« Je souhaite mieux comprendre l'histoire naturelle du développement de l'obésité chez les enfants et les adolescents, à partir des lieux où ils jouent, se scolarisent et vivent », explique-t-elle. Pour cela, elle étudie 630 jeunes provenant majoritairement de la région métropolitaine de Montréal : la cohorte QUALITY (Quebec Adipose and Lifestyle Investigation in Youth). Recrutés en 2007 alors qu'ils avaient entre 8 et 10 ans, ces enfants

devenus adolescents sont classés selon les quartiers où ils habitent. En tout, cinq profils distincts de secteurs ont été définis.

L'analyse de la masse de données collectées indique que l'obésité pédiatrique se concentre tout particulièrement dans les endroits où il y a beaucoup de circulation automobile, ainsi que peu d'aménagements piétonniers faciles d'accès et sécuritaires.

Au banc des inculpées : la pollution sonore, la perturbation du sommeil, l'absence de couvert forestier ou une combinaison de ces facteurs. « On n'en trouvera pas un plus décisif que les autres, mais une multitude qui, lorsqu'ils sont cumulés, ont un effet global significatif sur la sédentarité, le temps passé devant les écrans ou la consommation d'aliments "obésogènes" », analyse Tracie Barnett.

Pour l'instant, les résultats de ses recherches tendent



ANDY RICHTER/AURORA PHOTOS/CORBIS

surtout à renforcer, dans la prise en charge globale de l'obésité chez les jeunes, l'importance de l'activité physique dans les déplacements quotidiens. «Finalement – on ne le se cachera pas –, je souhaite que mes travaux influencent la manière dont seront conçues nos villes», confie-t-elle.

Parallèlement, **Patricia Blackburn**, professeure et directrice de maîtrise en médecine expérimentale à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), s'intéresse à l'environnement premier des jeunes : leur famille. «Beaucoup de nos habitudes de vie nous sont léguées par nos parents, par l'entremise de la cellule familiale. En fait, la propension à prendre du poids est moins génétique qu'environnementale», souligne-t-elle.

Ces jours-ci, la chercheuse s'affaire à recruter 20 familles dont au moins un membre est un adolescent qui présente un surplus pondéral. Elles doivent être désireuses de participer à un vaste projet interdisciplinaire, nommé FAMILLE. Psychologues, médecins, nutritionnistes, kinésioles, tous mettront à contribution leur expertise respective afin d'amener les participants à modifier durablement leurs habitudes de vie. Après une évaluation initiale exhaustive, les familles bénéficieront d'un suivi aux trois mois pendant un an. «À la fin, espère Patricia Blackburn, on s'attend à ce qu'elles bougent plus, mangent mieux et aient perdu du poids. Mais on ignore si ces changements survivront à la barre des deux ans.» Une dernière évaluation, à ce moment-là, permettra à l'équipe de recherche de vérifier si les gains obtenus auront perduré.

À l'heure actuelle, force est de constater que le recrutement de familles pour ce projet n'a pas beaucoup de succès. Ce que la chercheuse attribue certes à l'exigence du projet, mais surtout aux réticences des parents. «L'air de rien, ça en dit beaucoup sur les freins à l'adoption de saines habitudes de vie», glisse-t-elle au passage.

Patricia Blackburn l'admet : elle élude généralement le sujet de la perte de poids auprès des participants à ses projets de recherche, bien que ce soit l'objectif poursuivi. «Nous évacuons de notre discours toutes les références au poids corporel et limitons le plus possible le nombre de pesées, explique-t-elle, parce que nous ne voulons pas créer un problème en tentant d'en régler un autre.»

Ce problème, c'est la distorsion de l'image corporelle,

porte d'entrée à l'ensemble des troubles du comportement alimentaire (TCA). Socialement mieux vus que les problèmes de surpoids, les TCA n'en sont pas moins répandus chez les jeunes. Seulement au Québec, plus de 100 000 enfants et ados, chaque année, sont à risque de souffrir d'un trouble alimentaire.

De l'avis de **Johana Monthuy-Blanc**, professeure à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), obésité et TCA sont les deux revers d'une même médaille. «Les deux conditions ont trait à la santé mentale, à un déséquilibre psychologique menant à un déséquilibre nutritionnel», analyse la responsable du Laboratoire de recherche interdisciplinaire sur les troubles du comportement alimentaire en lien avec la réalité virtuelle et la pratique physique (Loricorps). Dans ce laboratoire, la chercheuse mène ce qu'il convient d'appeler des recherches *in virtuo* où, là encore, l'environnement tient une place prépondérante. En collaboration avec des experts de tous horizons, elle utilise la puissance d'immersion des outils de réalité virtuelle – du genre de ces fameux casques Oculus Rift ou Playstation VR encore en cours de développement – afin de placer ses sujets dans des décors ludiques où ils revêtent différentes enveloppes corporelles (plus en chair, plus mince, etc.). Ainsi, elle est en mesure d'évaluer comment les participants perçoivent leur «nouveau» corps et gèrent des situations comme le choix de leurs aliments à l'épicerie ou leur façon de manger.

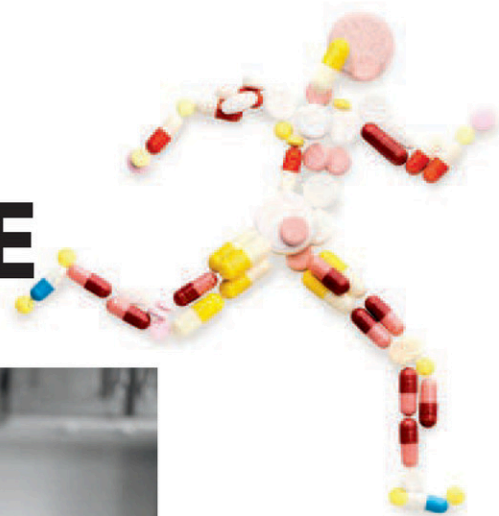
En plus d'améliorer l'efficacité des interventions en TCA et de rendre moins taboue la santé mentale, cette approche novatrice est riche en enseignements de toutes sortes. «Nous avons demandé à plusieurs de nos sujets de "mettre" les corps idéaux présentés à la télévision et dans les magazines. Étonnamment, nos premiers résultats semblent indiquer que les gens aiment mieux regarder ces corps que les habiter. Comme s'ils préféreraient être un peu plus ronds que maigres», rapporte la chercheuse qui y voit une piste de réflexion porteuse.

Son prochain objectif : développer des mesures en temps réel qui permettront d'évaluer à quel point un environnement comme la cuisine ou le restaurant est anxiogène, même à un stade très précoce de la maladie. Car, en matière de TCA, mieux vaut prévenir que guérir. «Une fois que quelqu'un est touché par ce trouble, le pronostic est mauvais. La rémission ne survient que dans 30% à 60% des cas; 40% ne s'en remettront jamais, malgré les interventions répétées», conclut-elle. ■ **Par Maxime Bilodeau**

« Beaucoup de nos habitudes de vie nous sont léguées par nos parents. En fait, la propension à prendre du poids est moins génétique qu'environnementale. »

BOULIMIE PHARMACOLOGIQUE

Trop de pilules peuvent rendre malade.



JEAN-FRANÇOIS LEBLANC

Jamais nous n'avons avalé autant de pilules. Le problème toucherait plus particulièrement les aînés. Ainsi, les statistiques de la Régie de l'assurance maladie du Québec démontrent que le nombre moyen d'ordonnances par année chez les 65 ans et plus est passé de 62,5, en 2003, à 111,7, en 2013. Et ces chiffres n'incluent pas les médicaments en vente libre.

«Beaucoup d'indices donnent à penser qu'il y a surconsommation», dit **Caroline Sirois**, professeure à l'Université du Québec à Rimouski, qui étudie la polypharmacie, c'est-à-dire la prise de plus de 5 – voire plus de 10 – médicaments par jour.

Alimentée, entre autres facteurs, par le vieillissement de la population et la croissance des maladies chroniques, cette boulimie pharmacologique a des conséquences délétères : médication inappropriée, interactions médicamenteuses, effets indésirables pouvant entraîner l'hospitalisation; et même la mort.

Cela dit, la polypharmacie n'est pas toujours néfaste. Elle est même parfois indiquée. «Certaines maladies sont soignées au moyen de plusieurs médicaments. Au lieu d'utiliser un seul produit, on en prescrit deux ou trois à plus faible dose et agissant de façon complémentaire, ce qui génère moins d'effets indésirables», indique Caroline Sirois.

C'est d'ailleurs un des soucis de la chercheuse : comment distinguer

la bonne de la mauvaise polypharmacie? Elle travaille présentement avec l'Institut national de santé publique du Québec à élaborer un indicateur de polypharmacie. L'outil, qui devrait être accessible d'ici deux à trois ans, est conçu pour éclairer non seulement les professionnels de la santé, mais aussi le grand public qui, grâce à lui, verra d'un œil plus averti le contenu de sa pharmacie.

En attendant, Caroline Sirois prêche pour un changement de culture dans le système de la santé: «Comme pharmacienne – et ce doit être aussi vrai pour les médecins –, j'ai été formée pour traiter les maladies en suivant des lignes directrices. Mais on ne m'a jamais enseigné à m'interroger sur le nombre de médicaments consommés par un patient. En prend-il trop? Tel traitement est-il encore pertinent pour sa condition? Tel symptôme est-il causé par une maladie ou est-ce un effet secondaire d'un autre médicament? Autant de questions qu'on se pose trop peu souvent.»

La chercheuse invite les professionnels de la santé à revoir la liste de médicaments de leurs patients à chaque visite et à «déprescrire», si cela s'avère nécessaire.

Au-delà de la pharmacopée, Caroline Sirois croit en la prévention par la promotion de saines habitudes de vie et au potentiel des interventions non pharmacologiques, comme les thérapies. «Les pilules ne règlent pas tout», résume-t-elle. ■ Par Marie Lambert-Chan



STOCKDEWIL/STOCKPHOTO

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE À LA RESCOUSSE

Des algorithmes aident à mieux interpréter les images médicales.

Chaque jour, les cliniciens sont inondés de milliards d'images obtenues par radiographie, échographie, résonance magnétique ou tomographie.

Voilà, aux yeux du professeur **Ismail Ben Ayed**, de l'École de technologie supérieure (ÉTS), un potentiel médical inexploité. On comprend pourquoi : analyser et interpréter toutes ces données est un travail de moine ! Un exemple : « Pour calculer la fraction d'éjection du cœur [NDLR : mesure de l'efficacité de pompage du cœur], un radiologue doit regarder environ 400 images en deux dimensions, dessiner sur chacune les contours du ventricule gauche pour faire des approximations des différences de volume et imaginer le tout en trois dimensions. Ça prend du temps », déplore l'ingénieur. Beaucoup, beaucoup de temps.

La solution ? Recourir à l'intelligence artificielle. « Entre 2012 et 2015, la vision artificielle a connu des percées fulgurantes, rappelle M. Ben Ayed. Pensez seulement au programme de reconnaissance faciale de Facebook. Aujourd'hui, on tente de faire la même chose dans le domaine médical. Cependant, c'est beaucoup plus complexe d'apprendre à une machine à identifier une tumeur que de reconnaître un chat ou une table. »

À l'aide d'algorithmes élaborés, il tente d'instiller une partie du savoir médical dans des programmes

informatiques qui faciliteront le boulot des chirurgiens et des radiologues. Alors qu'il travaillait chez GE Healthcare, une entreprise qui fournit des technologies et des services médicaux, il a mis au point un logiciel capable justement d'évaluer la fraction d'éjection du cœur. Il a aussi développé un algorithme qui annote automatiquement les os de la colonne vertébrale. Ces deux programmes sont déjà utilisés en milieu hospitalier.

« Nous avons résolu des problèmes assez faciles en comparaison de ce qui nous attend à l'avenir », prévoit le chercheur, récemment nommé titulaire de la Chaire de recherche ÉTS sur l'intelligence artificielle en imagerie médicale.

Ismail Ben Ayed rêve de créer des algorithmes qui pourront détecter ce qui est invisible à l'œil nu, et ainsi prédire des maladies. Il donne en exemple les individus aux prises avec des maux de dos. « On estime qu'environ 5% des patients qui passent une imagerie par résonance magnétique pour ce type de douleur présentent des risques d'anévrisme de l'aorte abdominale, indique-t-il. Si ça survient, c'est la mort immédiate. Imaginez un programme qui repérerait automatiquement un diamètre anormal de l'aorte, signe qu'une rupture risque de se produire. On pourrait sauver des vies. On pourrait aussi créer des images tirées de milliers de chirurgiens, ce qui nous permettrait de prévenir des problèmes postopératoires chez des patients. » ■ (M.L.-C.)

L'actualité scientifique à la portée de tous !



ABONNEZ-VOUS À QUÉBEC SCIENCE !
quebecscience.qc.ca/abonnez-vous

**1 an
35\$***

34% de réduction
sur le prix en kiosque

* Prix avant taxes

**2 ans
63\$***

41% de réduction
sur le prix en kiosque

**3 ans
86\$***

46% de réduction
sur le prix en kiosque

Aussi offert en édition numérique. Gratuit pour les abonnés de Québec Science.



PROCUREZ-VOUS ÉGALEMENT

les autres magazines publiés par Vélo Québec Éditions

L'intelligence PRÊTE-À-PORTER

ON RÉUSSIT À CONFECTIONNER DES VÊTEMENTS TISSÉS DE COTON ET DE COMPOSANTES ÉLECTRONIQUES, MAIS LEUR MISE EN MARCHÉ EST DIFFICILE.

Par Maxime Bilodeau

Mathieu Tourangeau est un crack de l'entraînement. De cinq à six fois par semaine, l'adepte de course à obstacles enfile ses chaussures de sport et sort fouler le bitume. Sa montre GPS au poignet, il analyse en temps réel son allure, sa fréquence cardiaque et sa consommation d'oxygène. Sa forme physique, le quadragénaire la connaît sur le bout des doigts.

Ou presque car, malgré l'abondance de données auxquelles il a accès, Mathieu peine à expliquer certaines de ses performances. « Par exemple, je comprends difficilement pourquoi je peux maintenir une fréquence cardiaque de presque 200 battements par minute pendant 45 minutes, tout en contrôlant bien ma respiration », dit-il.

Désireux de « mieux se connaître », il s'est donc récemment procuré un maillot biométrique qui peut mesurer la fréquence cardiaque, la fréquence et le vo-

lume respiratoire, les déplacements et le sommeil.

Ses premières impressions après quelques semaines d'utilisation? Bonnes, mais pas dithyrambiques. « Je trouve ça dommage de ne pas avoir accès à toutes mes données pendant que je cours. Il faudrait que j'aie une montre intelligente pour bien les visualiser en direct et ne pas avoir à traîner mon téléphone », regrette-t-il. Aussi, il ne sait pas trop quoi penser des informations supplémentaires auxquels il a accès : « La fréquence et le volume respiratoires, c'est bien beau, mais ça veut dire quoi? »

Prix prohibitifs, données difficiles à consulter et à interpréter, les commentaires peu flatteurs de Mathieu à l'endroit des « vêtements du futur » ont de quoi refroidir les ardeurs. Surtout, ils vont à l'encontre d'un discours démesurément optimiste selon lequel la « révolution » des vêtements intelligents est pour demain. « Dans 10 ans, tout le monde aura au moins une pièce de vêtement intelligent », prédisait Jacek Mlynarek, P.D.G. du Groupe CTT (Centre des techno-

La couture du XXI^e siècle. En haut, des vêtements conçus dans le laboratoire de recherche XS Labs de l'Université Concordia.



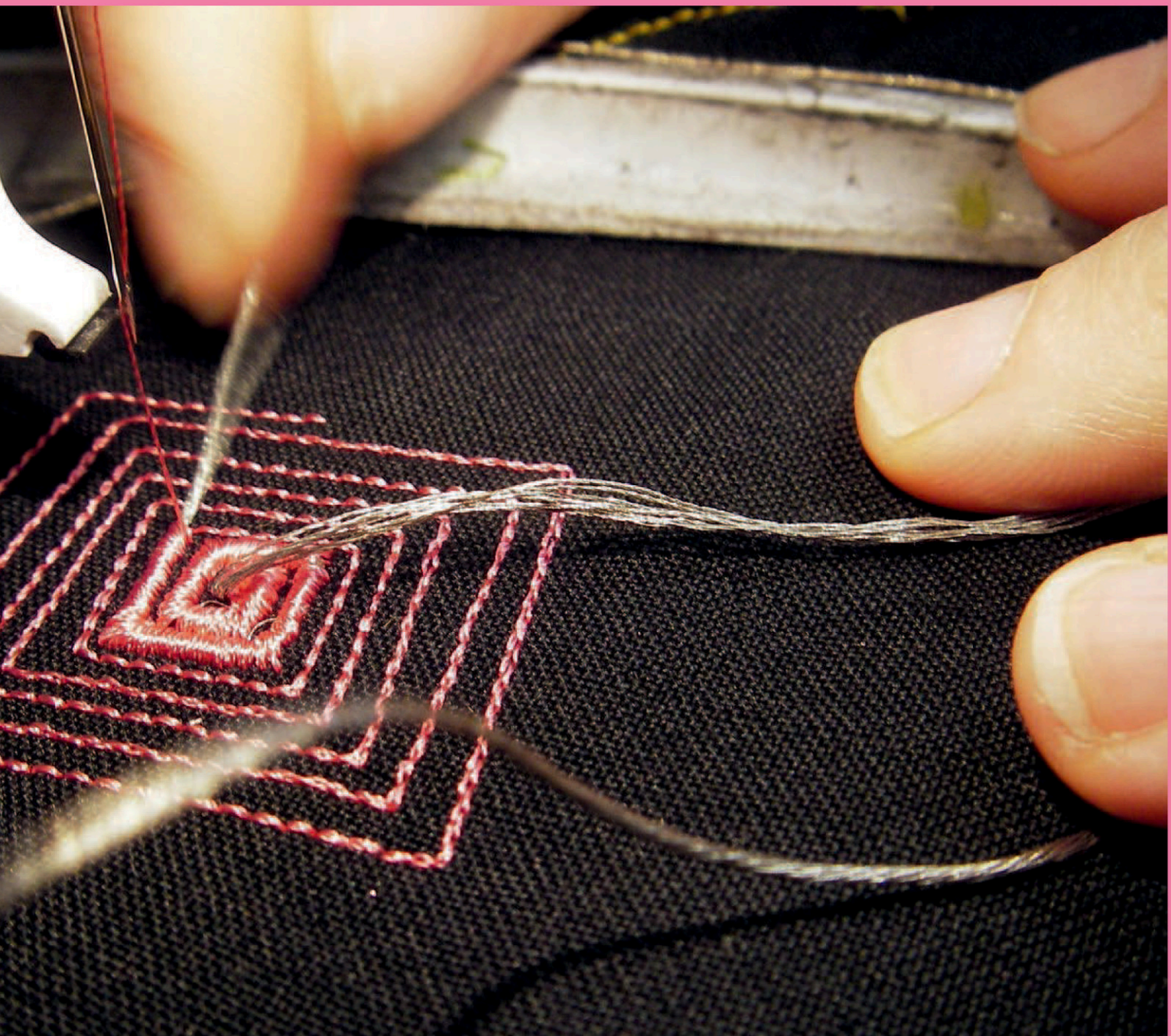
KAREN ZALAMEA/MICHAEL LOVE



GUILLAUME PELLETTIER



SHERMINE SAWALHA/HUGUES BRUYERE



JOANNA BERZOWSKA

EN MATIÈRE DE MARKETING, LES CONNAISSANCES SONT À POINT. LÀ OU ÇA BLOQUE, C'EST DANS LA PRODUCTION À GRANDE ÉCHELLE.

logies textiles) à Saint-Hyacinthe, dans le numéro d'août 2002 de *L'actualité*.

« La réalité, en 2016, c'est que les gens ne portent pas ce type de vêtements au quotidien », tranche Joanna Berzowska, professeure titulaire de la Chaire de design et d'arts numériques de l'Université Concordia et directrice-fondatrice du laboratoire de recherche XS Labs. D'ailleurs, des chiffres sur l'industrie des technologies portables (*wearables*), dévoilés en 2015 par l'International Data Corporation, le confirment : ce sont les bracelets, montres et lunettes intelligentes qui envahiront le marché canadien d'ici 2019, pas les vêtements.

« En matière de matériaux, de design et de procédés de fabrication, les connaissances sont pourtant à point », affirme Joanna Berzowska qui travaille également comme directrice des textiles intelligents au sein de la compagnie montréalaise OMSignal. Ainsi, pour confectionner un gilet pouvant capter des données biométriques, il suffit d'intégrer à même le textile un fil conducteur recouvert de particules d'argent, de cuivre ou de polymères. Parfois, il faut doter le vêtement de petites « poches » renfermant des composantes électroniques. Le tout pendant ou après sa fabrication, selon le niveau d'intégration souhaité.

Là où ça bloque, c'est surtout dans la production à grande échelle de ces vêtements. Il existe, au dire de Joanna Berzowska, un énorme fossé entre les prototypes conçus en laboratoire et la chaîne de production. Un exemple? Le partenariat d'OMSignal avec Ralph Lauren pour fabriquer le PoloTech Shirt, un polo intelligent.

« Le manufacturier sri-lankais avec qui nous faisons affaire a dû repenser au complet sa manière de produire des maillots, ce qu'il fait pourtant depuis au moins 100 ans, raconte-t-elle. La raison : un simple millimètre de jeu dans le tissage des fibres introduit un bruit dans le signal, ce qui rend le vêtement "dysfonctionnel". »



DONALD ROBITAILLE / OSA IMAGES

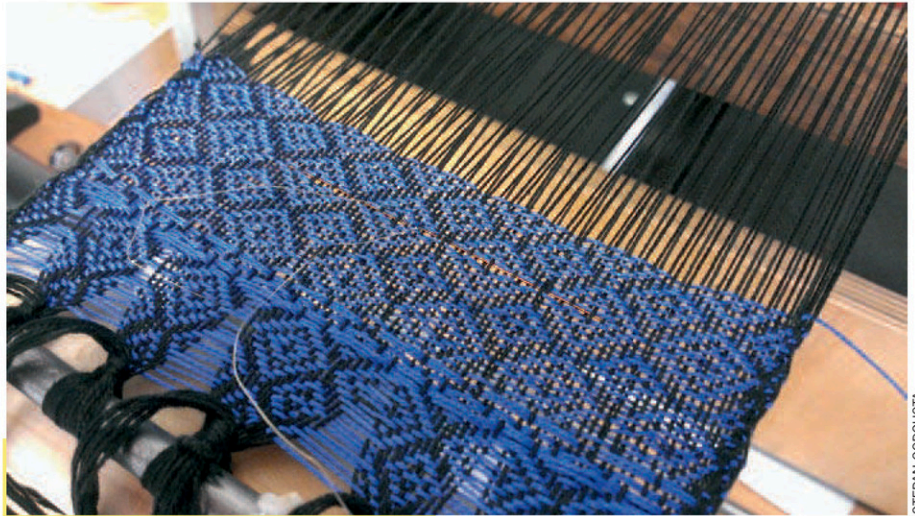
Joanna Berzowska, professeure titulaire de la Chaire de design et d'arts numériques de l'Université Concordia, à Montréal : « Il existe un énorme fossé entre les prototypes conçus en laboratoire et la chaîne de production. »

Autre obstacle majeur qui freine l'adoption en masse du prêt-à-porter du futur : les contraintes – nombreuses – qu'il impose à ceux et celles qui l'enfilent. D'abord, tout le monde n'est pas prêt à porter des vêtements moulants. Et puis, rares sont ceux qui apprécient la présence, à l'aisselle, d'un boîtier miniaturisé faisant office de batterie et de transmetteur. Et c'est sans parler des considérations esthétiques. Adieu le petit kit qui « fitte »; bonjour, chandails et pantalons monochromes ou carrément futuristes!

Enfin, il y a le problème de la machine à laver. Malgré les techniques de laminage, de revêtement et de finition utilisées pour préserver les fibres, le risque de les rendre « idiotes » en les aspergeant de détergent et en les passant au cycle délicat est bien réel. « Il y a un danger que le tissage se rompe, que les fils s'oxydent et que leurs propriétés électromécaniques changent », convient Joanna Berzowska. Devant l'absence de normes ISO propres à cette question, chaque compagnie a aujourd'hui ses propres protocoles d'évaluation maison, à l'efficacité au mieux avérée; au pire, douteuse.

Cette longue liste de défauts, Younès Messaddeq, professeur à l'Université Laval et titulaire de la Chaire d'excellence en recherche du Canada sur l'innovation en photonique, ne la connaît que trop bien. « Aujourd'hui, ce qu'on trouve sur le marché, ce sont essentiellement des composantes électroniques ajoutées à des textiles. À mes yeux, ce sont des tentatives plus ou moins réussies d'application à des vêtements de technologies conçues pour des accessoires portables. Avec tous les défis et les problèmes que cela occasionne », analyse le spécialiste du verre et des fibres optiques.

En 2002, Jacek Mlynarek, du Groupe CTT (Centre des technologies textiles) à Saint-Hyacinthe, affirmait que, 10 ans plus tard, tout le monde aurait au moins un vêtement intelligent dans son placard. « Selon la définition que l'on donne au terme "intelligent", on peut dire que ma prédiction n'était pas fautive. Bien au contraire ! s'exclame aujourd'hui le P.D.G. Qui, en effet, n'a pas un maillot qui respire bien et sèche rapidement? »



STEPAN GORGUSTA

Intelligent, dites-vous?

« De fait, fait valoir Olivier Vermeersch, vice-président du Groupe CTT et titulaire de la Chaire de recherche industrielle dans les collèges du CRSNG en textiles techniques innovants, lorsqu'on parle de vêtements intelligents, on pense presque toujours à des vêtements biométriques capables de lire les données biologiques. Or, ces derniers ne représentent qu'une infime partie du domaine des textiles intelligents. Il y en a bien d'autres ! » Comme les semelles chauffantes Thermastrom, les sacs de maroquinerie avec DEL intégrés Joanel ou les ceintures de sécurité intelligentes Bell-Tech, tous des produits développés au Québec ou au Canada.

Tisser la fibre optique !
C'est ce que réussit à faire l'équipe de Younès Messaddeq, de l'Université Laval.



L'ÉTOFFE DES NERDZ

Comment on tisse et on adapte des vêtements biométriques pour les sportifs.



EXTRAIT DE: K. JOST, B. ANASORI, M. BEIDAGHI, G. DION, Y. GOGOTSI, WEARABLE POWER, SCIENCE, 343, 602-603 (2014) (FIRST PLACE AND PEOPLE'S CHOICE WINNER IN THE INTERNATIONAL SCIENCE AND ENGINEERING VISUALIZATION CHALLENGE)

QUELQUES VÊTEMENTS INTELLIGENTS



Lumo

Un short pour la course à pied, doté de capteurs biométriques à la taille.



Heddoko

Un habit de compression intelligent avec capteurs de mouvement intégrés qui détectent en 3D les mouvements de tout le corps.



Garrison Bespoke

Un complet-cravate bon chic, bon genre... et à l'épreuve des balles.



Fuel Wear

Un chandail intelligent à manches longues, qui assure une température corporelle constante à celui ou celle qui le porte.



Athos

Un ensemble maillot et culotte de compression qui mesure l'activité musculaire en temps réel.

Stepan Gorgutsa, étudiant au doctorat en physique à l'Université Laval et proche collaborateur de M. Messaddeq, est encore plus catégorique : on n'a pas innové en ce domaine depuis 20 ans ! Selon lui, les vêtements intelligents d'aujourd'hui « ressemblent beaucoup » à ceux mis au point par le Georgia Institute of Technology à la fin des années 1990. « En fait, seul l'aspect esthétique et fonctionnel s'est un peu amélioré, mais à peine », résume-t-il, en référence au Wearable Motherboard, considéré comme le premier chandail intelligent du monde.

L'équipe multidisciplinaire dirigée par Younès Messaddeq travaille depuis plus de trois ans à la conception d'une fibre de nouvelle génération qui réinventerait le vêtement intelligent. Son idée, exposée au grand jour dans un article publié fin 2014 dans le journal en libre accès *Sensors*, est de tisser de la fibre optique – une technologie qui a maintes fois fait ses preuves par le passé – avec des textiles standard obtenus à partir de la laine ou du coton, entre autres. Plus précisément, l'équipe a intégré un verre multifonctionnel à une fibre à base de cuivre, de polyimide et d'argent, qui agit à la fois comme capteur et comme antenne.

Le résultat est un prototype de tissu théoriquement capable de capter des informations sur le taux de glucose, le rythme cardiaque, l'activité cérébrale,

les mouvements, les coordonnées spatiales ou toute autre fonction souhaitée. « La qualité de signal impeccable des fibres permet au tissu de communiquer avec n'importe quel réseau wifi ou cellulaire déjà établi, sans subir d'interférences électromagnétiques ou radio. Concrètement, cela signifie que le porteur pourrait être connecté 24 heures par jour, mais sans qu'il s'en rende vraiment compte », s'exclame Younès Messaddeq qui rêve de voir un jour ses vêtements 3.0 sauver des vies et apaiser des souffrances.

Outre son coût de fabrication peu élevé – « Tout le matériel pour le prototype a été acheté à la boutique du coin », jure Stepan Gorgutsa – et sa quasi-indépendance relativement à l'alimentation électrique due à la miniaturisation de ses composantes, c'est l'apparente simplicité de ce tissu qui étonne. Pas de boîtier miniaturisé ni de fils conducteurs visibles. L'étoffe semble, à tous points de vue, normale et commercialisable. « Mais avant, il va falloir régler la question du lavage et du traitement de toute cette masse de données captées », convient Younès Messaddeq.

Le but des deux chercheurs est clair : concevoir un vêtement intelligent identique à celui qu'on porte tous les jours. « Les gens ne veulent pas d'un maillot plus lourd, moins flexible, plus chaud ou moins beau. Ils désirent continuer de s'habiller à leur goût, tout en profitant de fonctionnalités intelligentes », dit Younès Messaddeq qui, malgré son enthousiasme, se garde bien de se lancer dans le jeu des prédictions : « Je laisse ce plaisir-là à d'autres. »

À LA GUERRE COMME À LA GUERRE

Adidas, Ralph Lauren, Carré Technologies (Hexoskin), OMSignal, Victoria's Secret : la liste des compagnies poursuivies par Sarvint Technologies est longue. L'entreprise états-unienne, qui regroupe plusieurs des concepteurs du Wearable Motherboard – et qui en détient la propriété intellectuelle depuis 2014 –, prétend que ces dernières ont violé les deux brevets relatifs à son maillot intelligent en commercialisant leur propre version.

Cet épisode n'est qu'un des nombreux chapitres dans ce que Geneviève Hallé-Désilets, avocate spécialisée en droit des marques de commerce et en droit d'auteur au cabinet canadien Robic, désigne comme « la guerre des vêtements intelligents ». « Ceux-là, contrairement à un teeshirt de coton ordinaire, sont dotés de plusieurs composantes pouvant être brevetées, explique-t-elle. On n'a qu'à penser aux circuits électroniques, aux capteurs et aux systèmes d'exploitation. » Les deux seuls critères à respecter pour obtenir un brevet : la nouveauté et l'utilité.

Une fois cela fait, le demandeur a le droit exclusif d'utiliser l'idée pendant 20 ans. « Si un tiers empiète sur ce monopole, il est en contrefaçon et s'expose donc à payer des dommages et intérêts », souligne l'avocate. Dans sa plainte déposée devant un tribunal du district d'Atlanta, aux États-Unis, en janvier 2015, Sarvint Technologies exige justement une condamnation pour contrefaçon, ainsi qu'une injonction permanente contre les compagnies qu'elle poursuit.

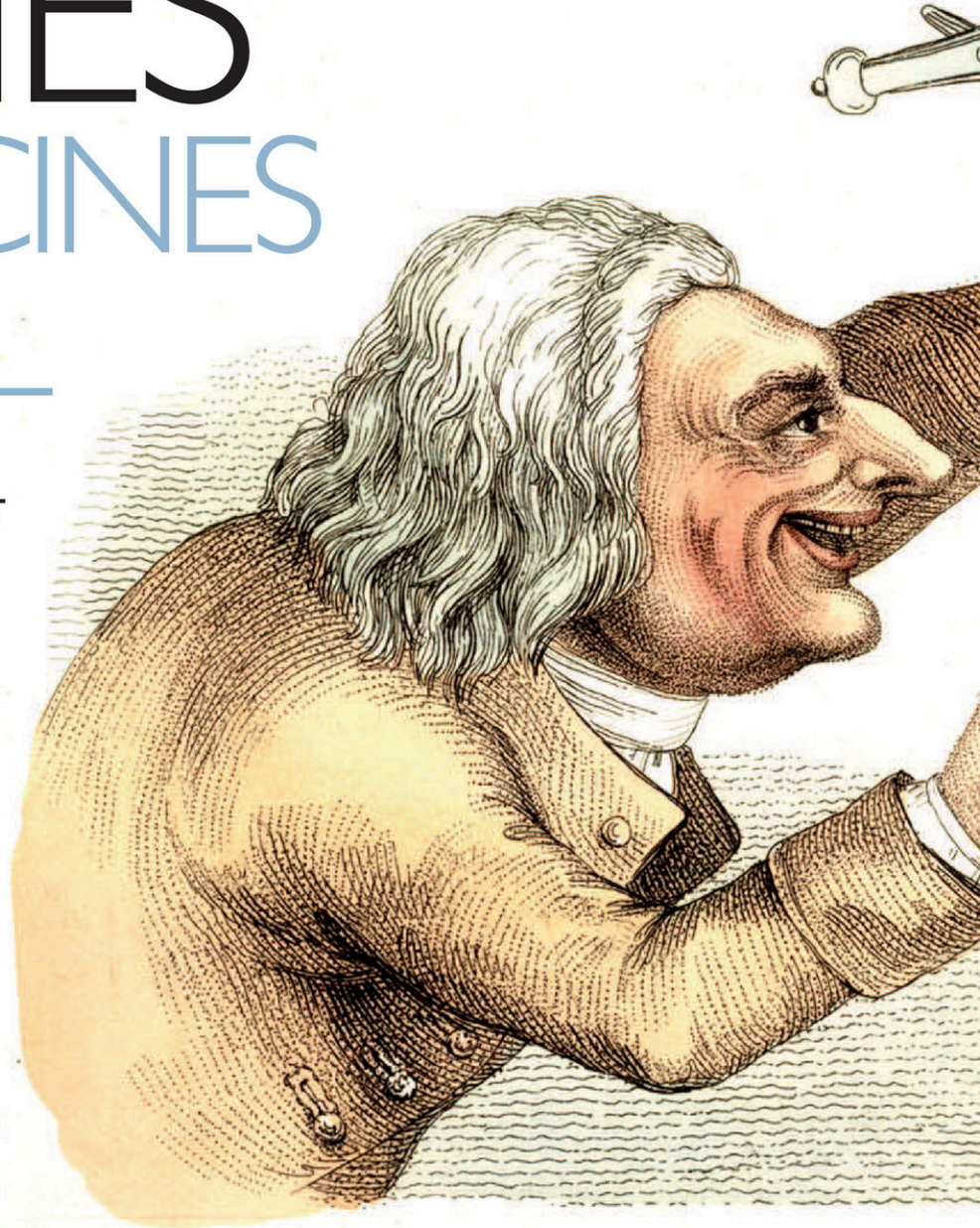
L'air de rien, cette bataille juridique en dit long sur le marché des vêtements. « C'est une vraie mine d'or à breveter », illustre Geneviève Hallé-Désilets.

CARIES

LES RACINES DU MAL

DEPUIS LA NUIT DES TEMPS,
LES CARIES NOUS POURRISSENT
LES INCISIVES, CANINES ET
MOLAIRES! POURQUOI?
COMMENT? LA RÉPONSE
VIENT DES ARCHÉOLOGUES.

Par Marie Lambert-Chan



Les quenottes des petits Québécois sont mal en point. À la fin des années 1990, on trouvait des caries chez 56 % des élèves de la deuxième année du primaire. En 2012-2013, ce n'était guère mieux : 53 % des jeunes de sept et huit ans avaient de mauvaises dents. Une situation qui n'a rien d'unique. L'Organisation mondiale de la santé estime que de 60 % à 90 % des enfants scolarisés et pratiquement tous les adultes de la planète sont touchés, ce qui en fait l'une des maladies chroniques les

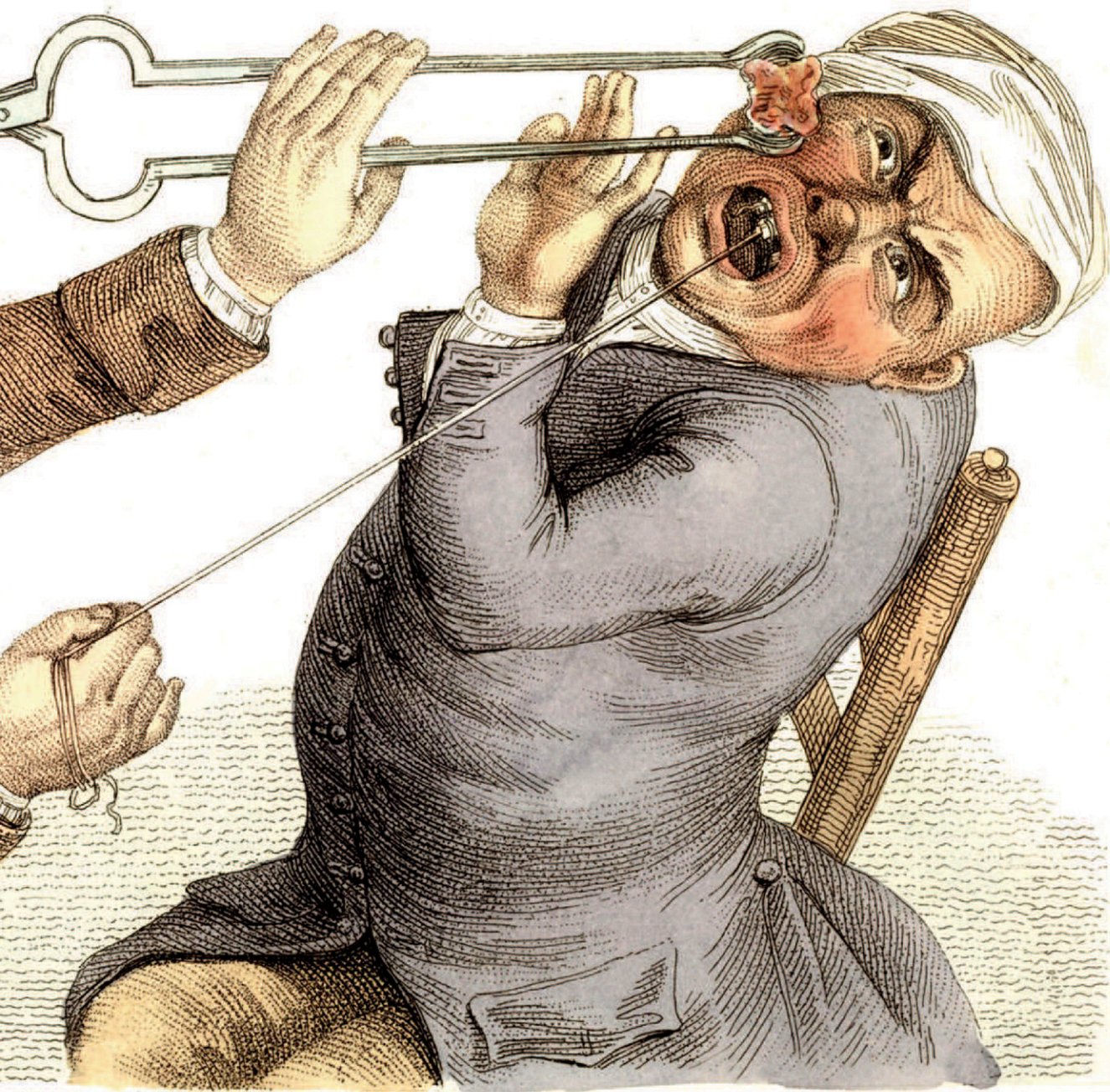
plus répandues. Étonnant? Pas aux yeux des bioarchéologues et anthropologues qui étudient son évolution.

La carie nous tourmente depuis que le monde est monde. « On le sait, car c'est la maladie la plus facilement observable sur des restes humains exhumés de sites archéologiques », indique Luis Pezo Lanfranco, chercheur au Laboratoire d'anthropologie biologique et médicale de l'université de São Paulo, au Brésil.

La carie est une cavité creusée à coup de sécrétions acides émises par des bac-

téries friandes de sucre. Elle s'imprime sur la composante la plus résistante du corps humain, aussi dure que de la roche : l'émail dentaire. Voilà pourquoi les dents – et la carie non traitée – résistent si bien au temps.

Parce qu'on associe spontanément le sucre à la carie, les scientifiques ont longtemps pensé que cette maladie bucco-dentaire avait surgi au néolithique avec l'émergence de l'agriculture, de la culture de céréales et de la consommation de farines. « On ne devrait pas tenir pour acquis un tel lien de cause à effet, déclare



M. Lanfranco. La réalité est beaucoup plus complexe. Les lésions carieuses sont liées à la consommation de glucides transformés, qu'ils soient de nature sauvage ou issus de l'agriculture. Si ces glucides sont cuits, moulus ou raffinés, ils peuvent causer des caries. »

C'est ce qu'a démontré l'étude des restes de 52 individus ayant vécu il y a entre 12 600 et 15 000 ans, et dont les sépultures ont été découvertes dans la grotte des Pigeons, à Tarofalt, au Maroc. Leur squelette raconte une histoire terrible : à l'exception de trois d'entre eux,

tous présentent une dentition cariée à plus de 50 % avec des traces d'abcès qui devaient induire d'atroces douleurs. « Même s'ils étaient chasseurs-cueilleurs, ces individus se nourrissaient de plantes sauvages, indique Louise Humphrey, chercheuse au Musée d'histoire naturelle de Londres et auteure principale de l'étude publiée en 2014. Sur le site, nous avons découvert des plantes carbonisées, surtout des glands de chêne vert, reconnus pour être sucrés et collants. Nous croyons que ce recours fréquent à des végétaux riches en glucides fermentescibles a provoqué un changement dans la flore buccale de ces gens et entraîné l'apparition de la carie, du moins dans cette population. »

De tels exemples demeurent cependant rares au paléolithique. Mais, même à cette époque, on ne tolérait pas indéfiniment une rage de dents. En 2015, une équipe de paléoanthropologues a observé d'étranges incisions sur une molaire en partie pourrie datant de 14 000 ans. Après plusieurs analyses, les scientifiques ont conclu qu'on avait tenté à l'époque une opération sur la dent à l'aide d'un

IL A FALLU ATTENDRE LES ANNÉES 1950 POUR QUE L'UTILISATION

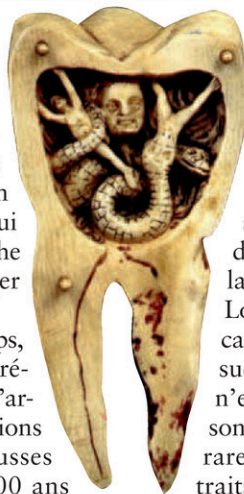


silex. Une fraise préhistorique en quelque sorte. L'ancêtre du « plombage », lui, aurait été inventé il y a plus de 6 500 ans : des chercheurs ont trouvé en Slovénie une canine fissurée qui avait été recouverte d'une couche de cire d'abeille afin de protéger la dentine exposée.

Autrement, pendant longtemps, les « soins dentaires » se sont résumés au travail rudimentaire d'arracheurs de dents, à des décoctions douteuses ainsi qu'à de fausses croyances. « À partir de 5 000 ans avant notre ère jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, on croyait que la carie était causée par des vers qui rongeaient la dent de l'intérieur », raconte Pierre Baron, président de la Société française d'histoire de l'art dentaire.

Entre le néolithique et le XVIII^e siècle, la prévalence de la carie progresse à petits pas. Mais il arrive qu'elle connaisse des hausses affolantes. Par exemple, signale Luis Pezo Lanfranco, la carie a touché 71,6 % d'un groupe d'adultes de la Rome antique retrouvés dans la nécropole de Quadrella, en Italie. « On mangeait alors beaucoup de pain et de porridge de céréales », rappelle-t-il. Des produits bourrés de glucides dont les débris devaient s'immiscer facilement dans les interstices dentaires et, faute d'une bonne hygiène, devenaient des agents provocateurs de carie.

La véritable explosion de caries survient à la Révolution industrielle avec la popularisation de produits sucrés, autrefois réservés à la noblesse. « Jusqu'au XVII^e siècle, en France, le sucre était considéré comme un remède. Ce sont les apothicaires qui le vendaient », explique Anne-Marie Grimoud, chirurgienne-dentiste spécialisée en anthropologie médicale et maître de conférence à l'université Toulouse III – Paul Sabatier, où elle enseigne l'histoire de la carie dentaire. « Avec l'ar-



rivée des Médecis à la cour, au XVI^e siècle, on voit apparaître les confiseurs. J'ai d'ailleurs vu des photos de crânes de Médecis dont les mâchoires sont criblées de caries et de dents abîmées. Mais c'est surtout la popularité du chocolat, sous Louis XIV, qui a exacerbé la carie, car les gens ont pris l'habitude de sucrer leur boisson de cacao. Ce n'est pas pour rien que les personnages de cette époque dévoilent rarement leurs dents sur leurs portraits ! »

La carie était aussi une affaire de riches au Québec, comme en attestent les résultats préliminaires d'une étude comparative entre des restes humains trouvés dans le cimetière anglican de St. Matthew, à Québec, et ceux du cimetière de l'ancienne église Notre-Dame, à Montréal. « Nous voulions comprendre l'état de santé, les habitudes alimentaires et les pratiques d'hygiène de ces populations qui ne vivaient pas la même situation sociale et économique », dit Isabelle Ribot, professeure au département d'anthropologie de l'Université de Montréal, qui a mené ce projet en collaboration avec Anne-Marie Grimoud.

Décédés quelque part dans les années chevauchant le XVIII^e et le XIX^e siècle, les individus du cimetière St. Matthew étaient d'origine anglaise et faisaient partie des mieux nantis. Les chercheuses ont remarqué que 53 % des enfants et 86 % des adultes avaient au moins une lésion carieuse. À première vue, c'est certainement deux fois plus que les individus du cimetière Notre-Dame, pour la plupart des ouvriers d'origine française ayant vécu au XVIII^e siècle. Ces derniers souffraient par contre d'usure dentaire. « On voit même les marques laissées par les aiguilles et les clous que les couturières et les cor-

donniers tenaient entre leurs dents », précise Anne-Marie Grimoud.

« On peut supposer que les individus, plus fortunés, de St. Matthew consommaient des aliments mieux cuits et plus riches en sucre – qu'on importait en plus grande quantité à partir du XIX^e siècle. Par conséquent, la nourriture collait davantage aux dents. De leur côté, les paroissiens de Notre-Dame n'avaient probablement accès qu'à des aliments peu sucrés, mais plus grossiers, durs et fibreux. Ils devaient mastiquer plus longtemps et plus fort, ce qui assurait un autonettoyage des dents, mais aussi une usure prématurée », avance Isabelle Ribot qui dévoilera l'ensemble des résultats de cette étude le 15 avril prochain lors d'une conférence organisée conjointement



Fouille au cimetière anglican de St. Matthew à Québec. Les chercheurs ont remarqué sur les ossements dentaires que la carie était aussi une affaire de riches.

DE LA BROSSÉ À DENTS ET DU DENTIFRICE ENTRE DANS LES MŒURS.

par l'Université de Montréal et la Ville de Montréal.

C'est seulement en 1890 qu'un dentiste des États-Unis, Willoughby D. Miller, introduisit l'idée que les responsables de la carie étaient de vilaines bactéries. Puis, il a fallu attendre les années 1950 pour que l'utilisation de la brosse à dents et du dentifrice entre dans les mœurs.

Aujourd'hui, la carie est plutôt le lot des défavorisés qui connaissent peu ou mal les pratiques d'hygiène dentaire et se rabattent sur des produits alimentaires peu coûteux, mais transformés à l'excès, riches en sucres rapides et en féculents. Les conséquences sont désastreuses. « En France, des enfants et de jeunes adultes, souvent des migrants, révèle Anne-Marie Grimoud, n'ont plus de dents ou si peu parce que, là d'où ils viennent, le meilleur traitement est encore de se faire arracher les dents de façon clandestine, dans le fond d'un garage. »

Si la carie est favorisée par la pauvreté, elle est stoppée net par la guerre. « Durant la Deuxième Guerre mondiale, on a observé une chute du taux de carie dentaire. Sans doute en raison des pénuries d'aliments riches en glucides », croit Pierre Baron. Ce fut le cas notamment au Royaume-Uni et au Japon. En Irak, la consommation de sucre a dégringolé pendant les années où le pays vivait sous le coup de sanctions des Nations unies. Résultat : le taux de carie chez les enfants a diminué de moitié.

D'autres expériences de changement de mode de vie ont démontré que le régime occidental riche en sucre nuit à la santé dentaire. La plus célèbre histoire est celle des habitants de l'île volcanique Tristan da Cunha, territoire britannique d'outre-mer dans l'Atlantique Sud. « Jusqu'à la Deuxième Guerre mondiale, les insulaires ne se nourrissaient que de poissons et de

BRAUNS/ISTOCKPHOTO

L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ESTIME QUE DE 60 % À 90 % DES ENFANTS SCOLARISÉS ET PRATIQUEMENT TOUS LES ADULTES DE LA PLANÈTE SONT TOUCHÉS PAR LA CARIE, CE QUI EN FAIT L'UNE DES MALADIES CHRONIQUES LES PLUS RÉPANDUES.

pommes de terre, relate Luis Pezo Lanfranco. Ils n'avaient pratiquement pas de caries. Pendant la guerre, le Royaume-Uni a fait construire sur l'île des usines et des installations militaires, facilitant du coup l'importation de denrées alimentaires et bouleversant les habitudes des habitants. » La consommation de sucre dans la population est passée de 1,8 g par jour, en 1938, à 150 g par jour, en 1966. La prévalence de carie a grimpé de 2 % à 17,5 % chez les 13-19 ans et de 11 % à 32 % chez les 40-49 ans.

« S'il y a une leçon à tirer de l'histoire de la carie dentaire, c'est qu'il ne suffit

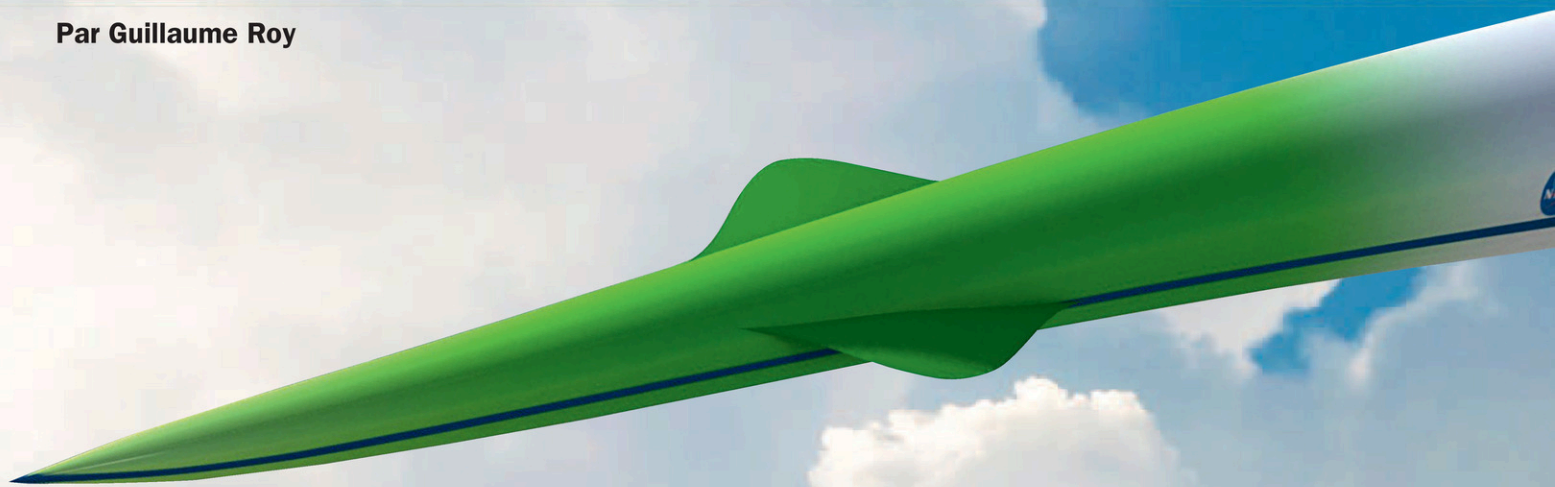
pas de se brosser les dents et de voir le dentiste, affirme Anne-Marie Grimoud. Il faut aussi changer sa façon de s'alimenter en mangeant moins de sucre et, surtout, moins fréquemment. Grignoter entre les repas conserve la bouche dans un état propice à la multiplication des bactéries qui engendrent la carie. »

Des scientifiques ont déjà cru qu'on pourrait venir à bout de la carie grâce à un vaccin. « C'est de la fumisterie. Je ne pense pas qu'on puisse l'éradiquer. Malheureusement, la carie n'a pas fini de nous torturer », conclut-elle sur un ton sans appel. ☒

VOLER VERS LE FU

La bataille contre le CO₂ est engagée dans l'industrie de l'aérospatiale, qui s'est résolue à réduire ses émissions polluantes de moitié d'ici 2050. Et l'initiative va métamorphoser les avions.

Par Guillaume Roy



Avril 2046. Sur le tarmac de l'aéroport Pierre-El-liott-Trudeau, à Montréal, un avion en forme de raie manta géante s'apprête à accueillir ses passagers. Il vaut mieux qu'ils ne soient pas claustrophobes, car l'avion n'a pas de hublots. Les parois de la carlingue sont trop minces pour que l'on puisse y percer des ouvertures. Mais tout au long du vol, les voyageurs pourront apprécier le panorama céleste en réalité virtuelle.

Les ingénieurs ont commencé à travailler sur cet appareil en 2010. Objectif déclaré: concevoir un avion écologique. Ainsi, tout a été pensé pour qu'il soit léger et peu énergivore.

L'appareil est propulsé grâce à un système d'assistance alimenté à l'électricité. À 10 000 m d'altitude, au moment où il atteint sa vitesse de croisière, le pilote coupe les moteurs à combustion et en-

clenche la propulsion électrique. L'appareil file maintenant dans un silence impressionnant. Puis, il va se joindre à un groupe d'avions volant dans une formation en V, comme le font les oiseaux migrateurs.

C'est la précision des systèmes de navigation qui leur permet de mimer les oies blanches, réduisant ainsi la traînée aérodynamique et les coûts énergétiques. Pour les mêmes raisons, les ailettes (*winglets*) sont positionnées verticalement aux extrémités des ailes, là où se développent des tourbillons d'air.

Un rêve vert, ce vol en 2046? En tout cas, c'est celui des constructeurs d'avions et des compagnies aériennes qui entendent trouver le moyen de réduire de 70 % leur consommation de carburant.

En 2014, 3,3 milliards de personnes ont pris l'avion. Leur empreinte écologique est énorme. Un seul vol aller-retour Montréal-Paris émet 3,27 tonnes de CO₂; c'est l'équivalent de l'utilisation d'une petite voiture sur près de 17 000 km. Au total, les voyages en

avion rejettent 750 millions de tonnes de CO₂ dans l'atmosphère, soit 2 % des émissions annuelles de la planète. Et on n'a rien vu! Car l'Association internationale du transport aérien (AITA) prévoit une croissance annuelle de 5 % des déplacements au cours des années à venir.

Christopher Droney, superviseur du programme Subsonic Ultra Green Aircraft Research (*SUGAR Volt*) pour Boeing, fait partie des chercheurs qui innovent afin d'améliorer les technologies visant à réduire l'empreinte environnementale de l'industrie aéronautique. En collaboration avec la NASA, Boeing travaille sur un nouveau concept d'avions bimoteurs à propulsion hybride. Ce qui semble, à première vue, une technologie simple déjà disponible pour le transport terrestre se prête cependant beaucoup moins bien à faire voler un avion de la taille de l'Airbus A380, qui pèse jusqu'à 560 tonnes, ou même un aéronef de taille moyenne comme le Bombardier CS300 qui pèse 67,5 tonnes.

TUR



La NASA examine actuellement plusieurs versions d'avions verts. Dans tous les cas, les changements écotecnologiques modifieront grandement le design des aéronefs.

Rappelons que la consommation de carburant d'un avion est intimement liée à son poids, souligne Christopher Droney.

Pour qu'un appareil commercial comme le *SUGAR Volt* soit efficace en vol, la densité d'énergie dans les batteries devra être multipliée par trois. « Car, nous pouvons transporter beaucoup moins d'énergie dans un kilo de batteries que dans un kilo de carburant », dit-il. C'est pourquoi on ne peut pas s'attendre à voir des avions hybrides dans le ciel avant 2030, voire 2050, estime M. Droney.

« Un système de propulsion qui implique deux sources d'énergie est très complexe, ajoute-t-il. Dans certains de nos tests, par exemple, la quantité d'énergie totale nécessaire pour faire voler l'avion augmentait la dépendance sur les batteries si on voulait réduire au minimum la consommation de carburant, ce qui n'est pas souhaitable. On doit trouver le juste milieu pour optimiser les gains d'efficacité. »

Le *SUGAR Volt* aurait néanmoins un potentiel de réduction de carburant de 70 %. Mise à part la propulsion hybride, cet atout lui serait conféré par un nouveau design des ailes (plus longues et plus étroites) qui lui assurerait une meilleure portée, tout en réduisant la friction. Ces ailes plus longues seraient rétractables (ou pliables) pour faciliter la circulation dans les aéroports actuels.

Jay Dryer, le directeur du programme de conception d'avions avancés de la NASA, est très encouragé par les technologies permettant de réduire le poids de l'appareil et d'améliorer son aérodynamisme telles qu'elles ont été développées au cours des dernières années. « En 2050, nous croyons que nous aurons mis au point les technologies qui nous permettront de réduire notre consommation de carburant de 70 %, dit-il. Reste à savoir si nous pourrions rendre ces technologies rentables pour les constructeurs. Pour nous, c'est une période très excitante. »

Réduire le poids des aéronefs est l'un

des principaux défis à relever si on veut pouvoir utiliser moins de kérosène. Une diminution de poids de 1 % représente une économie en carburant avoisinant 0,75 %.

Pour les chercheurs en aéronautique de l'Université Concordia, à Montréal, l'enjeu tient aussi à la composition des matériaux. Ils se sont adjoint le robot XTP-500 pour optimiser leur résistance et en réduire la quantité. Le bras robotisé sait adapter l'angle des fibres qu'il dépose couche par couche en fonction du design développé par les ingénieurs.

« Nous pouvons positionner les fibres des matériaux composites comme nous le voulons, ce qui nous permet de fabriquer des équipements plus légers et plus résistants », affirme Suong Van Hoa, professeur au département de génie industriel et mécanique de l'Université Concordia, et membre de l'Institut de conception et d'innovation en aérospatiale (ICIA). Fini les pièces métalliques uniformes, machinées et soudées; les matériaux composites permettent bien



GUILLAUME ROY

Suong Van Hoa et Jeffrey Fortin-Simpson, de l'Université Concordia, devant le robot XTP-500

Grâce aux matériaux composites, on peut aujourd'hui repenser le design des avions. Fini le temps où ces derniers se limitaient à une structure tubulaire dotée d'ailes. « Avec des matériaux composites, les ailes et le fuselage peuvent être construits en une seule pièce », affirme Jeffrey Fortin-Simpson, assistant chercheur du professeur Suong Van Hoa de l'Université Concordia.

Ces avions au fuselage intégré (*blended-wing body*) sont déjà fabriqués à des fins militaires, mais la NASA travaille maintenant avec Boeing afin de l'adapter au transport de passagers. Le résultat: un avion en forme de raie manta géante, sans queue, qui consomme 20 % moins de carburant grâce à une meilleure portance et une résistance réduite en vol. Le design offre également plus d'espace aux passagers et les moteurs, situés au-dessus du fuselage, réduisent le bruit de 50 décibels. Des tests sont actuellement en cours avec des modèles réduits afin de présenter ce design sur les marchés.

plus de flexibilité. « C'est un procédé de fabrication additive qui nous permet de réaliser des formes plus complexes », précise l'assistant chercheur et étudiant à la maîtrise, Jeffrey Fortin-Simpson.

À l'heure actuelle, le robot de l'Université Concordia travaille principalement avec des thermoplastiques ou des thermodurcissables, deux matériaux composites à base de polymères. Si les seconds sont plus économiques à fabriquer, les premiers sont généralement plus résistants et ils peuvent être recyclés.

« Nous travaillons sur un matériau à base d'époxy, mais qui contient aussi des agents "autoguérisseurs", sous la forme de microcapsules. Quand un bris survient, l'air stimule les catalyseurs qui régénèrent alors la partie manquante », explique Suong Van Hoa. Autrement dit, une aile d'avion pourra s'« autoréparer ».

Si les technologies de l'avenir laissent présager une métamorphose de nos avions, l'industrie aéronautique a convenu aussi de s'attaquer aux émissions de GES.

C'est le moment ou jamais pour réaliser ce bon en avant! En effet, près de 30 000 nouveaux avions seront nécessaires d'ici 2035 pour remplacer les appareils vieillissants et répondre à la demande croissante. C'est dans cette optique que Bombardier a développé les appareils de sa C Series, qui consomment 20 % moins de carburant que les appareils similaires en production à l'heure actuelle.

Pour y parvenir, Bombardier a réduit le poids des avions de 5 % à 15 %, selon les configurations choisies, grâce à l'utilisation de matériaux composites et de nouveaux alliages d'aluminium-lithium. Une meilleure aérodynamique a aussi permis de gagner entre 5 % et 10 % d'efficacité.

Afin de réduire à la source la consommation de carburant, Bombardier a implanté un moteur plus performant, développé par Pratt & Whitney, souligne Fassi Kafyke, directeur principal, Technologies stratégiques et conception avancée chez Bombardier. « Le système de turbosoufflante à engrenage affiche l'un des taux de dilution (12:1) les plus élevés de toutes les turbosoufflantes du monde, ce qui permet des réductions de consommation de 10 % à 20 % », dit-il.

Christian Moreau, professeur en génie mécanique et industriel à l'Université Concordia, connaît bien ce nouveau moteur. Il travaille d'ailleurs avec la compagnie Pratt & Whitney pour en améliorer l'efficacité. Avec son équipe, il cherche à développer des revêtements qui permettront d'augmenter les températures d'opération du moteur et de prolonger sa durée de vie, tout en réduisant son poids et en atténuant son impact environnemental. « Les nouveaux

COMPENSER LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Avez-vous pris un avion, cette année? Si oui, vous avez probablement fait exploser votre empreinte carbone! Pour atténuer vos remords en compensant l'émission de GES, voici quelques initiatives à votre portée sur le marché québécois du carbone volontaire.

Carbone boréal

Compensez vos GES en finançant des projets de plantation d'arbres et la recherche à l'Université du Québec à Chicoutimi. Le but: mesurer le potentiel de séquestration du carbone en forêt boréale.
<http://carboreboréal.uqac.ca>

La bourse du carbone scol'ERE – forêt d'Arden

Financer des projets éducatifs dans les écoles du Québec. Chaque tonne de CO₂ évitée est convertie en crédits carbone éducatifs pour créer la Bourse du carbone scol'ERE. Les entreprises qui veulent agir pour le climat peuvent ensuite acheter ces



L'institut de technologie du Massachusetts travaille avec la NASA sur un tout nouveau concept: l'avion siamois. En juxtaposant deux fuselages côte à côte, les chercheurs croient être en mesure de réduire la consommation de carburant de 70 %. Pour y arriver, les appareils devraient toutefois réduire leur vitesse de croisière de 10 %.

NASA LANGLEY/DAVID. C. BOWMAN

ÇA VOLE HAUT!

Trois innovations auxquelles travaille l'industrie aéronautique pour réduire son empreinte carbone.

Le vol très light

Trop de carburant dans un avion, c'est comme un boulet à traîner. En calculant précisément la quantité d'essence à charger pour effectuer un déplacement, Air Canada a réduit ses émissions de CO₂ de 2 500 tonnes par an. Ajoutez à cela l'utilisation de biocarburants et une bonne planification de vol, et Air Canada estime les réductions des GES à 40 %, comparativement à un vol standard.



Le vol à volts

On est encore loin de l'avion électrique pour le transport de passagers mais, il y a quelques mois, un appareil de la compagnie Airbus a réalisé un vol électrique de 74 km en 36 minutes entre le Royaume-Uni et la France.

L'aiguillage amélioré

Une meilleure gestion du trafic aérien permettrait de réduire encore le temps d'attente avant l'atterrissage ou avant le décollage. Au sol, le recours à des « taxis » électriques est envisagé pour déplacer les avions.

matériaux vont permettre d'augmenter de quelques centaines de degrés les températures d'opération des moteurs, ce qui ferait gagner un certain pourcentage d'efficacité», fait-il remarquer.

C'est un procédé de projection par plasma de suspension qui est utilisé pour fabriquer de tels revêtements. « On fait fondre des grains de poudre de métal ou de céramique, d'une taille comprise entre 10 et 70 microns, portés à des températures qui varient entre 10 000 °C et 15 000 °C, pour en faire des gouttelettes, et on les projette à haute vitesse sur un substrat que l'on veut protéger », explique Christian Moreau qui est également

titulaire de la Chaire de recherche du Canada en ingénierie de surface et projection thermique.

Pour l'instant, le matériau de prédilection est la zircone (ZrO₂), une céramique qui commence à se transformer à 1 200 °C. Pour augmenter les performances des barrières thermiques, l'équipe de Christian Moreau travaille sur une nouvelle génération de matériaux à base de zircone et de terres rares, qui permet de réduire la conductivité thermique. Ils cherchent aussi à bâtir des barrières thermiques nanostructurées, avec des particules et une structure beaucoup plus fines. « Quand on contrôle bien le procédé, on

crédits de carbone éducatifs pour compenser leurs émissions de gaz à effet de serre.
www.boursescolere.com



SOCODEVI

Mécanisme de compensation avec des plantations d'arbres au Québec, au Guatemala et au Pérou.
<http://socodevi.org/nos-projets/arbre-de-lintercooperation>

CO₂ Environnement

Entreprise privée qui réalise des projets de reboisement.
<http://co2environnement.com>

Université Laval

Pour compenser l'émission de GES, l'Université Laval reboise des territoires dans la forêt Montmorency, la plus grande forêt d'enseignement et de recherche du monde.
www2.ulaval.ca/developpement-durable

peut faire croître le revêtement pour augmenter les performances de la barrière thermique», soutient l'expert.

Il reste toutefois beaucoup de travail à faire pour bien comprendre le comportement physique et mécanique des différents matériaux pulvérisés à haute vitesse et à haute température. «Avoir un matériau hyper performant, c'est bien; mais il faut être capable d'uniformiser le procédé pour qu'il puisse être répété de manière commerciale dans les différentes usines d'une entreprise», nuance le professeur.

Les moteurs de CSeries de Bombardier peuvent aussi utiliser jusqu'à 50 % de biocarburants dans leurs mélanges, souligne Fassi Kafyeke. On parle ici d'huile de cuisson; de gaz émis dans les dépotoirs; d'huile de cameline, d'algues, de tabac, de canne à sucre ou de résidus forestiers; de biocarburants de deuxième génération principalement issus de déchets et des parties non comestibles d'une récolte.

Embraer, le géant brésilien de l'avia-


tion, principal compétiteur de Bombardier, mise aussi sur la réduction de carburants fossiles, souligne son directeur des communications, Marcio de Meo. «D'un point de vue technologique, les biocarburants devront être de type *drop-in*, c'est-à-dire qu'on pourra les mélanger avec les carburants fossiles dans les infrastructures existantes», précise-t-il.

Mais maintenant que les moteurs peuvent brûler plus de biocarburants, il revient aux compagnies aériennes de les utiliser. Deux problèmes persistent cependant, note Fassi Kafyeke: «Les quantités disponibles sur les marchés sont faibles et les coûts sont très peu compétitifs.» Plus la demande sera grande et plus la recherche permettra de produire des biocarburants à faible coût. D'ici 2020, l'industrie souhaite remplacer 6 % des carburants fossiles par des biocarburants.

La compétition entre les grands manufacturiers d'avions a aussi un effet favorable sur l'environnement. «La

CSeries a poussé les trois autres grands manufacturiers d'avions à "remotoriser" leurs appareils qui consomment maintenant 10 % moins de carburant», soutient le chercheur de Bombardier.

L'industrie a aussi fait consensus pour produire des déclarations environnementales de produit (DEP) qui présentent une analyse complète du cycle de vie d'un avion, incluant le bilan complet des matières premières, ainsi que les quantités d'énergie et d'eau utilisées pour le fabriquer. Et c'est Bombardier qui imposera en quelque sorte les standards, puisqu'il produira la première DEP dans le cadre du lancement des avions de la CSeries.

Lors de la prochaine assemblée de l'Organisation internationale de l'aviation civile (OACI), à Montréal en septembre 2016, les États et les transporteurs aériens souhaitent d'ailleurs s'entendre sur un système de compensation mondial des émissions de GES, dans le but d'en assurer le contrôle. Un autre pas dans la bonne direction. 



24^e édition

Science on tour!

scienceontourne.com 

Concours scientifique intercollégial

Volte FVCE

Finale nationale 30 avril 2016

Cégep de Trois-Rivières

Un événement du



CENTRE DE DÉMONSTRATION EN SCIENCES PHYSIQUES

Québec 

canal SAVOIR 

Hydro Québec 

Fondation familiale Trotter Family Foundation 

QUÉBEC SCIENCE

Le Grand TOUR 2016




DU 6 AU 12 AOÛT

**Prix
 avantageux
 d'ici le 20 juin**
 ...
**Promotion
 En gang, on
 y gagne**

Roulez de concert avec la rivière des Outaouais !
 Partant de Plantagenet, en Ontario, vous évoluerez sur les rives de la rivière des Outaouais via des boucles autour de Gatineau, Papineauville/Montebello et Lachute. Une belle région à découvrir où vous serez le maestro du rythme !

RÉSERVEZ
veloquebecvoyages.com



**SUPER
 EXPO
 SCIENCES**
 Hydro-Québec



VENEZ DÉCOUVRIR LES 125 MEILLEURS PROJETS DU QUÉBEC

FINALE QUÉBÉCOISE
22 AU 24 AVRIL

**Club de curling Aurèle-Racine,
 Sorel-Tracy**

**NE MANQUEZ PAS
 EN MAI !**

MONTRÉAL
 Volet primaire
 6 et 7 mai
 École secondaire
 Monseigneur-Richard,
 Verdun

Venez également voir
 la finale régionale du
Défi apprenti génie !

ENTRÉE GRATUITE

exposciences.qc.ca

EXPOSCIENCES.QC.CA

 facebook.com/exposciences
 [@exposciences](https://twitter.com/exposciences)
 [#exposciences](https://instagram.com/exposciences)

Un programme du
**Réseau
 CDLS-CLS**
 ENSEMBLE POUR LA RELÈVE SCIENTIFIQUE

Grand partenaire
**Économie, Science
 et Innovation
 Québec**

Partenaire présentateur





*Votez pour
l'Arbre
de l'année!*



Participez
avant le
31 mai 2016

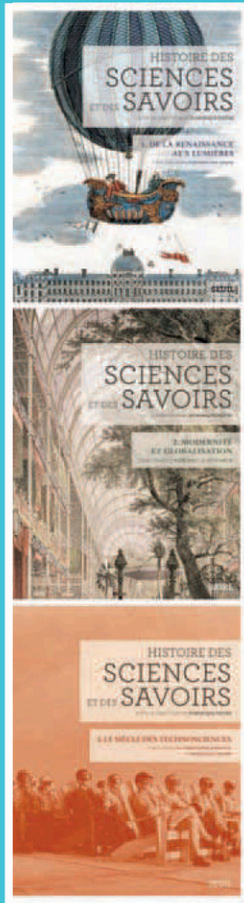
Un arbre occupe
une place
exceptionnelle
dans votre vie ou celle
de votre communauté?
**Racontez-nous
son histoire!**

arbredelanneequébec.com

Matières à lire

UNE GRANDE HISTOIRE

Les sciences ont transformé les sociétés de fond en comble, mais aussi la manière de penser. Dans un imposant ouvrage, une *Histoire des sciences et des savoirs*, publié en trois tomes, un collectif d'universitaires s'est penché sur les progrès qui, depuis 500 ans, façonnent notre monde.



Dans l'activité scientifique, il y a une bonne part de créativité dont découlent les inventions. En cela, elle est prédéterminée par des interactions étroites «entre les sciences et univers techniques, entre ces savoirs et les mondes productifs, politiques, militaires et impériaux».

Comme promis, le lecteur découvrira «des continents ou des aspects inconnus dont il n'avait pas jusqu'alors soupçonné l'existence, et que cela réjouira». Mais ce lecteur doit cependant s'atteler à des textes parfois rébarbatifs et dompter un langage savant – «état développementiste», «méthodologie du risque», «l'ambition nomologique», «régime de savoir» – qui ajoute, admettons-le, une rigueur de pensée et une précision dans les mots. Mais qui, en contrepartie, plombe plusieurs des textes.

«Cette histoire ne prend pas la science comme une chose évidente et donnée, comme une réalité “tranhistorique”, comme une catégorie non problématique», rappelle-t-on dans le mot d'ouverture. Son objet n'a en effet rien de stable ni d'univoque. Cette histoire regarde au contraire, selon les lieux et au fil du temps, les définitions variables que prennent les savoirs, et les «savoirs scientifiques» en particulier.

Ainsi, poursuit-on dans la présentation de l'ouvrage : «L'idée centrale de ce travail est donc de prendre à bras-le-corps une gamme de questions souvent marginalisées dans les grandes histoires de science. Il s'agit d'abord de maintenir vives les questions politiques ou économiques qui lient organiquement les mobilisations des sciences et les trajectoires nationales ou globales.»

Le troisième tome est consacré au dernier siècle de recherche, alors que la science a gagné «tous les aspects de la vie sociale, économique et culturelle». Cela pourrait plus particulièrement nous intéresser, puisque c'est bien du monde dans lequel nous baignons qu'il est question. «Du pouvoir de

l'atome au consumérisme high-tech, de la “scientification” de la guerre à la “molécularisation” de la médecine et de l'agriculture, de l'affirmation des sciences économiques et sociales au monitoring scientifique du réchauffement climatique, rares sont les fragments de notre réalité qui n'ont pas été transformés par les sciences, les techniques et les savoirs contemporains.»

On y note au demeurant que si, dans les premiers temps du XX^e siècle, «les sciences physiques fondamentales ont façonné les normes de la “bonne science”, depuis les années 1980, ce sont les sciences de la vie, les “bio-techno-nano-sciences” qui ont acquis cette prééminence». «Ce qui annonce de “nouvelles pratiques marchandes”», signale-t-on. (R.L.)

Histoire des sciences et des savoirs, 3 tomes. (1. De la Renaissance aux Lumières, 2. Modernité et globalisation, 3. Le siècle des technosciences), Collectif Éditions du Seuil, 2015.

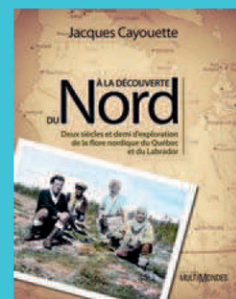
UN JARDIN OUBLIÉ

Il compte pour près de la moitié du territoire Québec-Labrador. C'est le vrai «pays d'en haut»; le Nord; le monde au-delà du 54^e parallèle, souvent décrit comme inhospitalier. Pourtant, il cache un incroyable jardin, nous rappelle Jacques Cayouette, botaniste et auteur d'un ouvrage qui saura piquer la curiosité des horticulteurs en tout genre.

On y apprend que de beaux *Rhodiola rosea*, dont les racines ont des vertus médicinales, abondent chez les Inuits; les magnifiques *Harrimanella hypnoides*, en forme de blanches clochettes, fleurissent aux environs du lac Tasiujaq – anciennement lac Guillaume-Delisle; tout comme les gracieuses *Pedicularis lapponica*, près de la rivière Koroc. Un monde à part, lentement mis au jour par des explorateurs missionnaires et des botanistes aventuriers, autant finlandais, états-uniens, britanniques que québécois. Des chapitres sont d'ailleurs consacrés au géographe Jacques Rousseau, au botaniste autodidacte Marcel Raymond et au conservateur de l'herbier de l'Université de Sherbrooke Albert Legault. Ce n'est pas pour négliger des dizaines d'autres scientifiques dont la somme des découvertes et des recherches composent aujourd'hui un magnifique patrimoine scientifique que Jacques Cayouette met en valeur. En science aussi, il y a de remarquables oubliés, pour reprendre l'expression de notre chroniqueur Serge Bouchard.

Jacques Cayouette relate cette quête de connaissances depuis les débuts de la colonisation. Assortis de nombreuses photos et illustrations – ça tombe pile parce que l'on veut voir! – son ouvrage, un peu académique tout de même, nous plonge dans ce Québec peu accessible et mal connu. Il se range bien dans la bibliothèque à côté de *Flore laurentienne*. (R.L.)

À la découverte du Nord, Jacques Cayouette, Éditions MultiMondes, 2014, 372 p.



Sur la Web

Les archéologues fouillent maintenant les sites de la Première Guerre mondiale. Si la plupart des victimes ont été inhumées dans des cimetières, il y en a au moins 700 000 qui ont disparu sur les champs de bataille. Cette production multimédia propose une expérience immersive troublante et fascinante. <http://700000.fr/#>



À lire dans notre prochaine édition



ASTRONOMIE

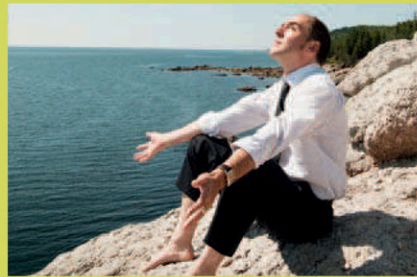
Les extraterrestres : la chasse est ouverte

Une vie intelligente ailleurs? « Il n'y a pas de plus grande question », a dit l'astrophysicien Stephen Hawking en lançant récemment le plus ambitieux projet de détection d'intelligence extraterrestre. Les astronomes examineront près de un million d'étoiles (et leurs planètes) dans une centaine de galaxies en quête d'un message.

PLEIN AIR

La neuropsychologie des vacances

Une balade dans les montagnes du Bas-Saint-Laurent; une partie de pêche dans les Laurentides; une randonnée à vélo en Estrie; un moment de farniente sur une plage de Gaspésie. Les vacances offrent le meilleur moment pour se reposer et même modifier le cerveau. Les neurologues expliquent comment et pourquoi le vagabondage mental est important pour notre santé.



AGRICULTURE

L'étonnant pouvoir des champignons

Il y a ceux que l'on connaît bien – les bolets, les chanterelles et les morilles –, mais il y a aussi ceux qui pullulent dans la bière, sur les croûtes de certains fromages, dans les systèmes de ventilation et dans les champs agricoles. Néanmoins, leur diversité et leurs vertus sont encore mal connues. Une incursion inouïe sur planète champignon.

AUSSI: LES CHRONIQUES DE NORMAND BAILLARGEON, SERGE BOUCHARD, JEAN-FRANÇOIS CLICHE ET JEAN-PIERRE ROGEL



LE DEVOIR VOTRE QUOTIDIEN COMME VOUS NE L'AVEZ JAMAIS LU.

À découvrir dans la nouvelle version de l'application :

- Une interface revisitée
- Une lecture intuitive dans un environnement épuré
- L'actualité bonifiée : des photoreportages saisissants

Téléchargez l'application, abonnez-vous et profitez du premier mois gratuit.





PRÉSENTE

GVO

FESTIVAL
GO VÉLO MTL

EN COLLABORATION AVEC



Jean Coutu

À GGO

TOUS À VÉLO!

**TOUR DE
L'ÎLE DE
MONTRÉAL**

DIM 5 JUIN

—
25, 50, 65 OU 100 KM

**DÉFI
MÉTRO-
POLITAIN**

DIM 29 MAI

—
50 À 150 KM

**TOUR
LA NUIT**

VEN 3 JUIN

—
23 KM

INSCRIVEZ-VOUS



TOURISME /
MONTRÉAL



photos : Monique Lussier, L'Espresso



Vous avez la tête remplie de questions de nature scientifique, mais vous ne savez pas trop où chercher les réponses? Envoyez-les à l'adresse questionspourQS@gmail.com, et notre chroniqueur se fera un plaisir d'y répondre!

Les grandes **questions** du monde Par Jean-François Cliche

Le « man cave » de Kim Jong-un

«Dernièrement, la Corée du Nord a procédé à un essai nucléaire. Tous les médias ont supposé qu'il s'agissait d'une bombe A plutôt qu'une bombe H et ont mentionné la secousse que l'explosion a provoquée, d'une magnitude de 4,85, pour le prouver. Alors je me demande si, lorsqu'une bombe nucléaire explose, on peut savoir de quel type il s'agit (A ou H) en fonction des rayons gamma qu'elle produit?» demande Jean-Pierre Dubost, de Montréal.

Il existe effectivement deux principaux types de bombes nucléaires. Historiquement, la première à avoir été mise au point a été la bombe à fission – ou bombe A – qui tire son énergie d'une réaction en chaîne où des noyaux massifs d'uranium ou de plutonium sont brisés en noyaux plus petits. Ce sont des bombes A qui ont explosé au-dessus de Hiroshima et de Nagasaki, en 1945. Mais, dès le début des années 1950, le deuxième membre de cette sinistre famille voyait le jour: les bombes à fusion nucléaire, ou «thermonucléaires», dites bombes H. Lorsqu'elles explosent, les noyaux d'hydrogène s'assemblent pour former des noyaux d'hélium. Ces réactions de fusion dégagent beaucoup plus d'énergie que celles associées à la fission nucléaire. Les bombes H sont des centaines de fois plus puissantes que les bombes A.

Maintenant, en excluant la force de la déflagration, peut-on distinguer une explosion thermonucléaire d'une simple explosion atomique? «Oui, si elle se produit dans l'atmosphère. On pourrait alors faire la différence avec une bombe à fission, dit le chercheur de l'Université de Sherbrooke et spécialiste de l'énergie nucléaire Marcel Lacroix. Mais puisque l'essai était souterrain, on ne le pourra probablement pas.»

Les stations d'essais nucléaires sont généralement construites à quelques centaines de mètres sous terre et la Corée du Nord respecte scrupuleusement cette «tradition». C'est un moyen d'éviter que les installations ne soient détruites lors d'une attaque. Si les rayons gamma peuvent, jusqu'à un certain point, traverser la matière – un peu comme les rayons X –, ils traversent difficilement des centaines de mètres de roc. La principale méthode permettant de savoir si un pays a réalisé un essai nucléaire reste donc la sismologie, explique M. Lacroix. Mais les sismographes ne renseignent que sur la force de l'explosion et sur sa localisation; pas sur ce qui l'a provoquée.

Pour être vraiment sûr que l'on a af-

faire à un essai nucléaire, on va chercher des «gaz de fission» qui sont produits lors de l'explosion; en particulier, du xénon radioactif qui peut finir par percoler jusqu'à la surface. Toutefois, il reste encore à distinguer si cela provient d'une bombe thermonucléaire. Ce n'est pas simple, car l'hydrogène des bombes H ne fusionne pas tout seul; il faut lui donner beaucoup d'énergie et le confiner dans un très petit espace. Et il n'y a qu'une manière d'y parvenir: il faut... une explosion atomique. Dans toute bombe H, il y a donc aussi une bombe A qui sert de «détonateur». De quoi brouiller les cartes.

Cependant, dit M. Lacroix, une explosion thermonucléaire laisse derrière elle des traces de tritium, un isotope de l'hydrogène extrêmement rare dans la nature, mais essentiel à la fabrication d'une bombe thermonucléaire. Et comme il n'y en a pas dans les bombes A, cela peut en principe servir de «pièce à conviction».

En pratique, cela risque d'être impossible dans le cas nord-coréen. Les quantités sont en effet infimes. «On parle de milligrammes qui sont dispersés dans l'environnement, et ce n'est pas un émetteur gamma. C'est un émetteur bêta [NDLR: une autre forme de rayonnement radioactif] qui est très difficile à détecter, prévient M. Lacroix. Il faut pour ce faire prendre des échantillons sur place et espérer qu'une petite partie [du tritium] se soit échappée du sol. Cela dépend donc de la profondeur à laquelle l'essai a eu lieu, du type de sol et de la puissance de l'engin nucléaire. Et lorsqu'on prend en compte ces trois aspects, il devient très difficile de débusquer le tritium en surface.»

Restent alors les preuves circonstancielles. Pas l'idéal, mais certaines plaident quand même très fortement contre l'hypothèse d'une bombe H. «Personnellement, tranche M. Lacroix, je suis du même avis que tous les autres experts là-dessus: passer de la bombe à fission à la bombe H, c'est un peu comme de passer des peewee à la Ligue nationale. Je n'y crois pas. C'est beaucoup trop compliqué pour un pays comme la Corée du Nord.»





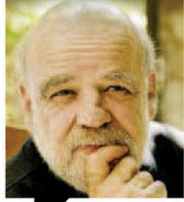
NASA

POUCE VERT EN ORBITE

Une fleur pour les astronautes! Elle est comestible en plus! Vous avez probablement déjà vu cette merveille horticole, un zinnia, qui a éclos dans la Station spatiale internationale, il y a quelques mois. Un exploit, car cette fleur a eu du mal à supporter l'humidité de l'habitacle et la microgravité. Comique, l'astronaute Scott Kelly, s'est exclamé: « Oui, il y a d'autres formes de vie dans l'espace! » Quelques mois

auparavant, les astronautes avaient pu savourer une laitue.

Ces expériences horticoles hydroponiques sont menées dans le cadre du Vegetable Production System (Veggie). Et ce n'est pas terminé. Maintenant, on attend la tomate! Objectif: pouvoir un jour développer une petite serre spatiale. Et se passer un peu plus des mets déshydratés. Faudra-t-il être végétarien pour être astronaute?



Nous sommes de belles machines

À Huberdeau, j'ai un voisin romantique, nostalgique, respectueux de l'histoire et du patrimoine. Il aime sa famille, la forêt, le village, la rivière, les chevaux et les vieilles machines. Ce sont des amours simples à comprendre. Mon voisin vient de s'acheter un Bombardier snowmobile B12 de l'année 1948. C'est une bête à chenille, avec de gros yeux ronds, un curieux insecte qui laisse dans la neige des traces de mastodonte, un véhicule original qui a marqué aussi brièvement que profondément l'histoire du Québec territorial. Il a charrié la poste, le médecin de campagne, le prêtre de l'extrême-onction, il a conduit les enfants à l'école; ils sont nombreux les Abitibiens, les Gaspésiens, les Mauriciens, les gens du Lac-Saint-Jean, du Saguenay et de la Côte-Nord à garder un souvenir attendri des « snow » qui ont sauvé tant de vies et établi des ponts entre les villages isolés dont on ne pouvait sortir en hiver, à cause des chemins bloqués par des murs de neige.

Je serai toujours surpris de constater à quel point nous sommes collectivement incapables de générer un discours mythique qui se tienne quand il s'agit de magnifier notre propre réalité historique. Musée modeste, mini-série, nous avons fait quelques pas sur le sentier de la reconnaissance du phénomène Bombardier. Mais nous sommes loin du compte au chapitre du retentissement symbolique, de la commémoration, du souvenir. De l'autoneige à la motoneige, de la courroie au rail et jusqu'à l'aéronautique, nous aurions là le matériau d'un récit fabuleux – d'autant plus que s'appeler Bombardier et finir par fabriquer des avions, cela ne s'invente pas. Or, parce que l'histoire n'est pas notre force et que la fierté n'est pas notre premier sujet, nous ne faisons plus vraiment le lien entre le beau B12 et le puissant avionneur. Ce simple lien donnerait pourtant au débat actuel sur le financement de Bombardier une dimension qui lui fait grossièrement défaut.

Bien sûr, je suis un anthropologue et je rêve. Je suis fatigué de me faire répéter *ad infinitum* que nos aïeux étaient des catholiques à la limite de l'autisme, des colons misérables qui défrichaient des petites vallées de roches et de larmes. En voyant un B12, j'aperçois les éléments fondateurs d'un

grand récit qui est le contraire des « séraphinades » de monsieur Grignon. À l'envers de l'enfermement paroissial, voilà l'ouverture et les « découvertures » comme le disaient les anciens Français. L'histoire commence avec la raquette des Amérindiens que les coureurs de bois ont adoptée, elle se poursuit avec l'exploration des grands espaces nord-américains. Viennent ensuite les luttes épiques contre l'hiver, contre la contrariété des blizzards et pour nos déplacements dans les tempêtes. Nos ancêtres furent de grands aventuriers, mais ils furent prudents, hautement inventifs, créatifs et débrouillards. Disons qu'ils étaient ingénieux. Ils ont constamment résolu des problèmes de transport et de mobilité. Le magnifique cheval canadien (français) tirait des sleighs et des boggies superbement ouverts. Nous fûmes maîtres dans les carosses et les carrosseries. Lorsque monsieur Bombardier

peaufinait son « snow », monsieur Sicard fabriquait de gros camions de transport, des camions-charrues et des souffleuses à neige, la famille Prévost fabriquait des autobus, la famille Thibeault, des camions de pompier. Les bricoleurs devenaient des fabricants de renom. Cela a donné mille choses dont un skidoo, et je crois que cette machine existait déjà dans les rêves de Radisson.

Jeune, lorsque je passais sur le boulevard Marcel-Laurin à Montréal, je voyais les immenses installations aéronautiques d'une

compagnie qui arborait fièrement son logo sur la façade de l'usine : Canadair. Aujourd'hui, quand je repasse au même endroit, les installations sont encore plus grosses et la façade est encore plus fière, elle affiche le nom de Bombardier. Oui, je rêve que nous ayons un jour une pensée monumentale pour nos ancêtres qui, dans les bois, dans les campagnes, sur leur ferme, ont été de fabuleux bricoleurs et ingénieurs. Autant poursuivre le travail et souhaiter un monde où nos petits-enfants feront des trains encore plus rapides et des avions plus silencieux, des beaux ponts qui durent mille ans, des projets ambitieux, dans la lignée de notre élan. Il n'est pas interdit de se trouver beaux, originaux et de traduire dans nos ouvrages un certain sens de la grandeur.

Le B12 a mon âge et dans ce temps-là on faisait de belles machines. Mon voisin a le sens de la continuité, il aime le passé, mais, à travers ses quatre enfants, il a parié sur le futur. Il y a à Huberdeau des petits qui voient le monde par les hublots d'un snowmobile bleu foncé, ils s'émervillent dans la chaleur d'une capsule à remonter le temps. ☞



© MUSÉE J. ARMAND BOMBARDIER



Ordre
des ingénieurs
du Québec

Parce
qu'ils

LES INGÉNIEURS, DES PROFESSIONNELS
AU SERVICE DU PUBLIC

L'Ordre des ingénieurs du Québec c'est **62 108 membres** qui
contribuent au bien-être de la société québécoise.

oiq.qc.ca

cœur
des

changements

Marilou Bigras, ing.
Membre depuis 2013

Yanick Aubé, ing. jr
Membre depuis 2014



NOS CERVEAUX SONT DANS UNE CLASSE À PART

Félicitations à nos chercheurs **Salma Taktek**, **Hani Antoun**, **J. André Fortin** et **Yves Piché**, qui se sont démarqués en 2015 par leurs travaux innovants en agriculture biologique. Leur projet intitulé «Vers une agriculture qui se passe d'engrais chimiques» est couronné Découverte de l'année par les lecteurs de *Québec Science*.

Une découverte d'ici qui confirme le potentiel infini de la nature dans l'optimisation des productions agricoles mondiales.

ulaval.ca

#FiertéUL



UNIVERSITÉ
LAVAL