

LE CALMAR,
NOUVEAU RAT
DE LABORATOIRE

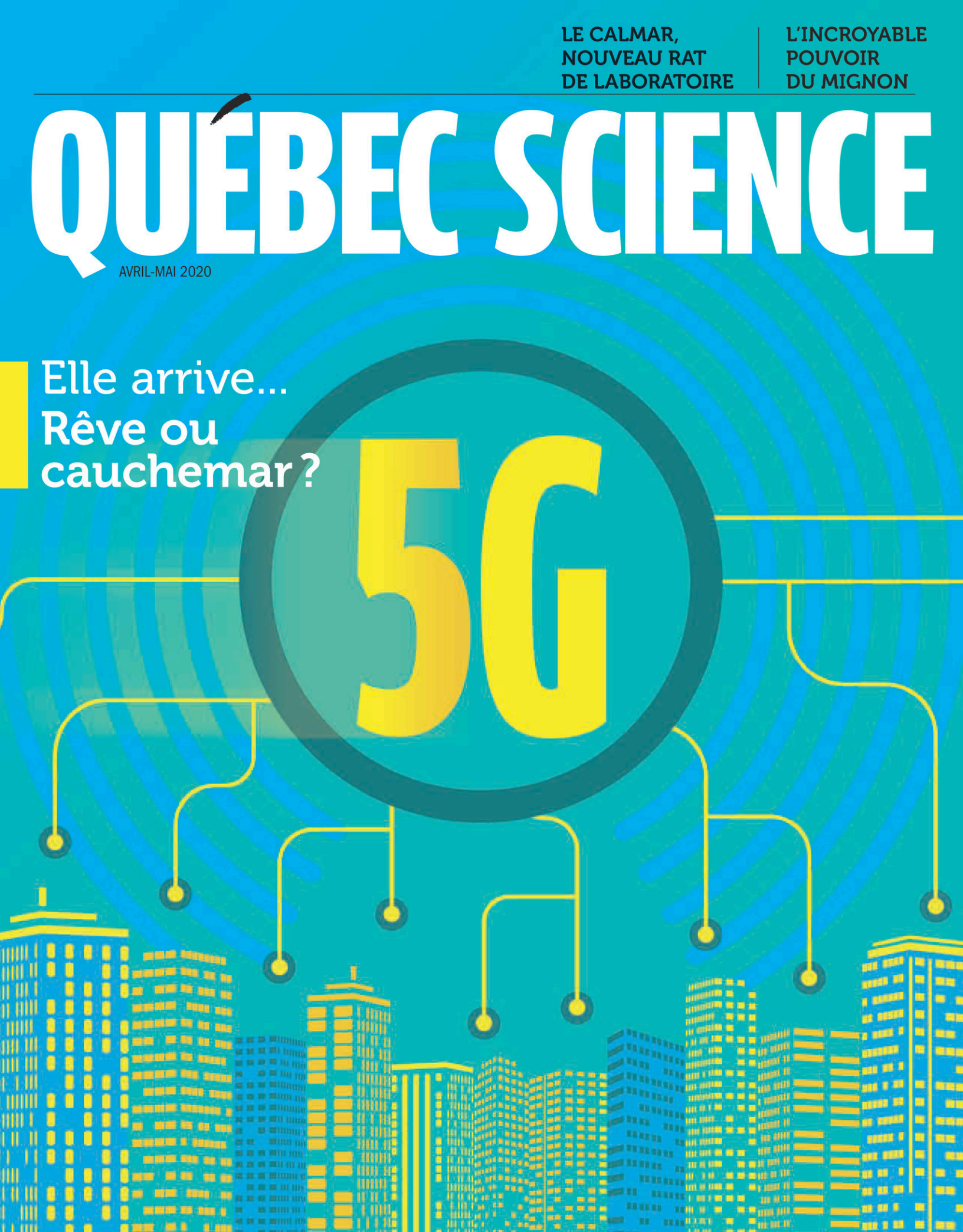
L'INCROYABLE
POUVOIR
DU MIGNON

QUÉBEC SCIENCE

AVRIL-MAI 2020

Elle arrive...
Rêve ou
cauchemar?

5G





NAISSANCE DE LA PLANÈTE TERRE

PLANÉTARIUM RIO TINTO ALCAN

DÈS LE 28 AVRIL

SPITZ
CREATIVEMEDIA

TLP

ILLINOIS NCSA



TELUS
SCIENCE PROGRAM



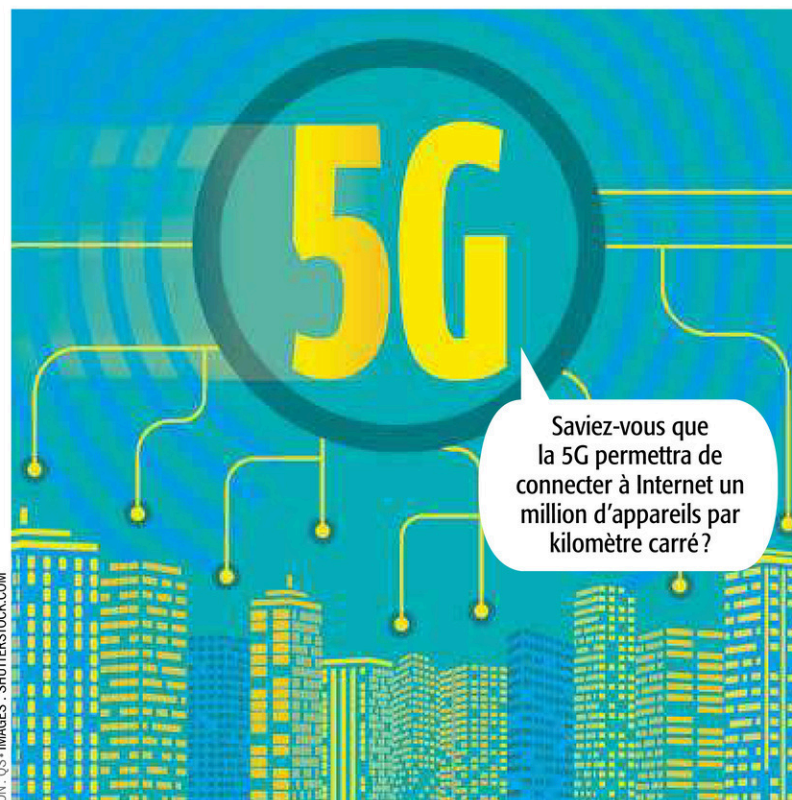
Billets en ligne : espacepourlavie.ca

Montréal



espace
pour la
vie montréal

SOMMAIRE



EN COUVERTURE : ILLUSTRATION : QS - IMAGES : SHUTTERSTOCK.COM

EN COUVERTURE

18 Petit guide pratique de la 5G

C'est le rêve des technophiles et le cauchemar des technophobes. La 5G est à nos portes et fait l'objet de toutes les spéculations. Tour d'horizon.

REPORTAGES

28 Paroles de robot

Les assistants vocaux s'améliorent constamment. Auront-ils un jour un discours réellement intéressant?

32 Le formidable pouvoir du mignon

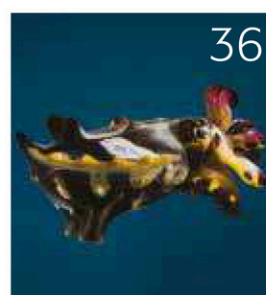
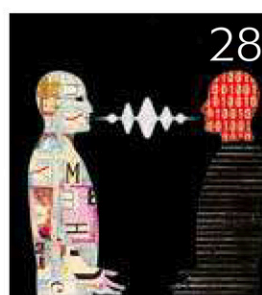
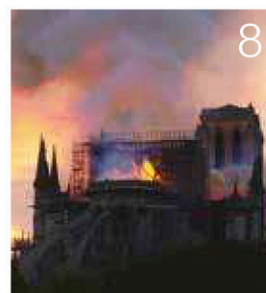
Pourquoi les chatons et les poupons exercent-ils sur nous une influence démesurée?

36 Huit bras pour la science

Après les souris et les rats de laboratoire, les pieuvres et les calmars deviendront-ils les nouveaux modèles animaux pour la recherche?

42 La vie à un centimètre à l'heure

Cachés dans nos forêts, les myxomycètes sont méconnus au Québec. Suzanne Béland lève le voile sur ces petits organismes étonnants.



SUR LE VIF

6 Le cabinet des curiosités

Pendant des siècles, les savants se sont représenté un cosmos sphérique. Des globes précieux témoignent de leurs calculs et de leurs observations.

8 Notre-Dame de Paris, un an plus tard

Les autorités analysent encore les répercussions de l'incendie, qui a dispersé sur des kilomètres des particules toxiques de plomb.

10 Un petit homme qui a fait jaser

Un chercheur a fouillé des archives montréalaises pour retracer l'histoire d'une représentation mythique du cerveau.

11 Le trou le plus profond du monde

Une mission titanesque s'amorce : des scientifiques veulent récolter des échantillons du manteau terrestre.

14 Le coup de poing sur la table

Des chercheurs et des bibliothèques universitaires se battent contre le coût démesuré des abonnements aux revues savantes.

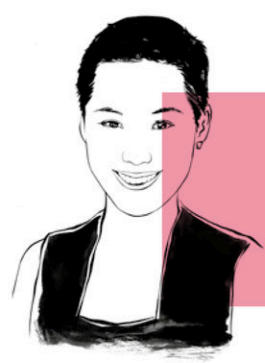
À L'INTÉRIEUR

LA RECHERCHE AUTOCHTONE : ALLER DE L'AVANT

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



4 **Éditorial** Par Marie Lambert-Chan | 5 **Mots croisés** | 9 **Carnet de santé** Par la D^{re} Alexandra S. Arbour
11 **Technopop** Par Chloé Freslon | 12 **Polémique** Par Jean-François Cliche | 46 **Culture** Par Émilie Folie-Boivin
49 **Anthropocène** Par Jean-Patrick Toussaint | 50 **Rétroviseur** Par Saturnome



MARIE LAMBERT-CHAN

Éditorial

@MLambertChan

Sus au jargon

La complexité du discours des chercheurs décourage les non-initiés et leur fait perdre la foi en la science.

Je dois l'avouer : lire un article scientifique n'est pas toujours une partie de plaisir. Il m'arrive de me perdre dans les phrases interminables, la multiplication des abréviations et le vocabulaire très pointu. Et pourtant, décortiquer des études fait partie de mes tâches quotidiennes. Qu'en est-il alors du grand public ? Plusieurs recherches ont montré par le passé que le jargon scientifique rebute les non-initiés, faisant naître chez eux des sentiments de découragement, de confusion, d'incompétence et d'exclusion.

Ainsi, l'opacité du discours des chercheurs pousse les non-experts à se désintéresser des sciences. Pire, elle les incite à s'en détourner pour mieux contester les avancées scientifiques. C'est la conclusion d'une équipe de l'Université d'État de l'Ohio qui a récemment publié deux études sur le sujet. Les chercheurs en communication ont demandé à 650 personnes de lire de courts paragraphes sur la bio-impression, les véhicules autonomes et les robots chirurgicaux. À la première moitié du groupe, l'équipe a soumis des textes vulgarisés. La seconde moitié était subdivisée : certains participants ont reçu des versions truffées de termes savants, alors que d'autres se sont vu distribuer des textes tout aussi complexes, mais accompagnés d'un lexique définissant les expressions techniques. Après avoir lu les versions jargonneuses, les sujets rapportaient des commentaires tels que « Je ne suis pas vraiment bon en sciences », « Je ne suis pas intéressé par l'apprentissage des sciences » et « Je ne

suis pas qualifié pour participer à des discussions scientifiques ». La possibilité de se référer à un lexique ne changeait rien à ces impressions. Et surtout, le langage ultrasécialisé réduisait la confiance à l'égard des sciences.

Riches d'enseignement, ces conclusions persuaderont-elles les scientifiques d'employer un vocabulaire moins obscur ? On le souhaite, même si, en réalité, le jargon contamine de plus en plus les articles savants. C'est ce qu'ont réalisé des chercheurs suédois qui ont analysé les résumés de 709 577 études parues entre 1881 et 2015 dans des journaux fréquemment cités comme *Nature*, *Science* et *The Lancet*. Résultat : les textes perdent en clarté au fil du temps. En 1961, 14 % des résumés se situaient au-delà du niveau de compréhension d'un titulaire de baccalauréat. En 2015, ce taux a grimpé à 22 %. Pourquoi les scientifiques persistent-ils à se réfugier derrière un langage hermétique ? Parce que le jargon est un outil pour établir leur crédibilité auprès de leurs pairs et pour communiquer à ces derniers leur pensée sans se préoccuper d'explications jugées superflues. Mais c'est oublier qu'ils n'écrivent pas que pour leurs collègues. Largement financée par les deniers publics, la science devrait être en principe accessible à la population.

Par chance, les initiatives en matière de vulgarisation scientifique se multiplient. Je pense à la conférence ComSciCon qui, depuis 2013, a aidé des centaines de jeunes chercheurs américains et canadiens à mieux traduire leurs idées et qui aura lieu pour la première fois au Québec en juin prochain ; au programme DIALOGUE, lancé par les Fonds de recherche du Québec, qui soutient les chercheurs désireux d'échanger

avec le grand public ; et à la plateforme RaccourSci, conçue par l'Acfas et l'Agence universitaire de la Francophonie, qui offre mille et un trucs de communication aux scientifiques afin de « créer des ponts entre sciences et société ».

Ces efforts permettront-ils aux chercheurs de s'affranchir progressivement du jargon et à M. et M^{me} Tout-le-monde d'accéder aux fruits de la recherche sans douter de leur intelligence tous les deux mots ? Il le faut, surtout en ce moment, alors que la désinformation gagne du terrain, désagrége le tissu social et alimente les peurs. Les rumeurs entourant la COVID-19 illustrent de façon aigüe ce phénomène. Communiquer avec simplicité et concision n'a jamais été aussi important.

Au moment de mettre ce numéro sous presse, le Québec entre en période de confinement afin de freiner la transmission du coronavirus. Où en serons-nous au moment où vous tournerez ces pages ? Nul ne le sait. Nous traversons une crise sanitaire d'une ampleur historique. Pendant ces moments d'incertitude, l'équipe de *Québec Science* veille au grain et tente de répondre à vos questions les plus pressantes au sujet de la COVID-19. Suivez-nous sur nos réseaux sociaux et consultez l'ensemble de nos articles sur le sujet à l'adresse suivante : www.quebecscience.qc.ca/coronavirus

Et rappelez-vous ces mots de l'écrivain C.S. Lewis, écrits en 1948 alors que le monde vivait dans la peur de la prolifération des armes nucléaires, mais qui s'appliquent très bien à la situation actuelle : « Ces bombes peuvent briser nos corps (un microbe peut le faire) mais elles ne doivent pas dominer notre esprit. » ●

Rédactrice en chef

Marie Lambert-Chan

Journalistes

Marine Corniou, Mélissa Guillemette

Journaliste Web et médias sociaux

Annie Labrecque

Collaborateurs

Maxime Bilodeau, Gabrielle Brassard-Lecours, Jean-François Cliche, Paule des Rivières, Luc Dupont, Émilie Folie-Boivin, Chloé Freslon, Hélène Gélot, Martine Letarte, Émeline Rivard-Boudreau, Alexandra S. Arbour, Saturnome, Jean-Patrick Toussaint

Correctrice-révisure Sophie Cazanave

Directrice artistique Natacha Vincent

Photographes/illustrateurs

Donald Robitaille / OSA, Dorian Danielsen, François Berger, Nicole Aline Legault, Jean-François Hamelin, Michel Rouleau, Vigg

Éditrice Suzanne Lareau

Comptabilité Mimi Bensaid

Chargée de projets, communications

marketing Maryvonne Charpentier

Conseillère, relations de presse

et marketing Stéphanie Couillard

Vice-présidente marketing et service

à la clientèle Josée Monette

Publicité

Claudine Mailloux 450 929-1921

514 909-4601 cmailloux@velo.qc.ca

Impression Solisco

Distribution Messageries Dynamiques

Parution : 2 avril 2020 (561^e numéro)

Abonnement Canada, 1 an : 36 \$ + taxes

États-Unis, 1 an : 72 \$

Outre-mer, 1 an : 112 \$

514 521-8356, poste 504, ou

1 800 567-8356, poste 504

Québec Science est publié par

Vélo Québec Éditions

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

Envoi Poste-Publications Convention

n° 40065387.

© Copyright 2020 – *Québec Science*.

Tous droits de reproduction,

de traduction et d'adaptation réservés.

Indexé dans **repère**

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec. Nous remercions l'appui financier du gouvernement du Canada.



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



Mots croisés

Adieu au plastique!

Chère lectrice, cher lecteur,
Préoccupés par la nécessité de réduire notre empreinte carbone, nous nous sommes donné pour mission de trouver une solution de rechange à l'usage des sacs de plastique dans lesquels nous glissions votre avis de renouvellement d'abonnement à votre magazine. Au cours des derniers mois, en étroite collaboration avec notre imprimeur Solisco, nous avons conçu une deuxième couverture dont le verso inclura toutes les informations pour renouveler votre abonnement le temps venu. Cette astuce nous permet d'éliminer le sac de plastique. Sachez par ailleurs que nous envoyons toujours un premier avis de renouvellement par courriel. Si vous n'y répondez pas, nous utiliserons alors cette méthode pour vous rappeler que votre abonnement vient à échéance et que votre soutien est important pour nous.

L'année 2020 sera une année de transition afin d'expérimenter de nouvelles solutions durables. Merci de nous suivre dans ces changements et d'être indulgent si certaines erreurs surviennent au passage. Vos commentaires sont évidemment toujours les bienvenus.

Bonne lecture!

Suzanne Lareau, éditrice

INVENTEURS, MANIFESTEZ-VOUS!

Le magazine *Québec Science* lance la troisième édition de son concours des meilleures inventions de l'année, en collaboration avec l'Association pour le développement de la recherche et de l'innovation du Québec (ADRIQ).

Vous avez créé une application unique en son genre, une techno audacieuse, un gadget étonnant? Participez à notre concours! Nous sommes à la recherche de technologies innovantes, pensées et créées par des Québécois.

Les meilleures inventions feront l'objet d'un article dans *Québec Science*. Parmi elles, le jury choisira son coup de cœur. Le prix, soit un accompagnement dans le domaine de votre choix d'une durée de 10 heures avec un expert accrédité RCTi de l'ADRIQ, sera remis lors du 30^e Gala des Prix Innovation de l'ADRIQ le 19 novembre 2020 au Palais des congrès de Montréal.

Les entreprises en démarrage sont invitées à poser leur candidature dès maintenant. Pour plus de détails :

www.quebecscience.qc.ca/meilleures-inventions-2020-inscriptions

Abonnez-vous

www.quebecscience.qc.ca/abonnez-vous

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

Un changement d'adresse :
changementqs@velo.qc.ca

Écrivez-nous

courrier@quebecscience.qc.ca

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

Suivez-nous

www.quebecscience.qc.ca



Conseil de recherches en
sciences humaines du Canada

Social Sciences and Humanities
Research Council of Canada



QUAND LE MONDE TOURNAIT ROND

Pendant des siècles, les savants se sont représenté un cosmos sphérique. Des globes précieux témoignent de leurs calculs et de leurs observations.

Par Marine Corniou

À l'heure où la théorie de la Terre plate fait (encore) des émules, il est utile de rappeler que nos ancêtres avaient compris, dès l'Antiquité, que le monde était sphérique. Aristote avançait d'ailleurs un argument imparable : l'ombre de la Terre sur la Lune pendant une éclipse est circulaire.

Dès le 6^e siècle avant notre ère, l'observation de la voûte céleste conduit les savants grecs à établir une représentation « scientifique » du cosmos, qui dominera pendant des centaines d'années. La maîtrise des mathématiques de la sphère leur permet très rapidement de prévoir les mouvements des planètes et les éclipses de Lune et de Soleil, entre autres.

« Le modèle qui s'impose est celui de sphères imbriquées les unes dans les autres, avec la Terre immobile au centre, entourée d'une sphère portant les étoiles. Comme la position relative des étoiles est fixe, le ciel donne l'impression de tourner autour de la Terre », explique Catherine Hofmann, conservatrice en chef au Département des cartes et plans de la Bibliothèque nationale de France (BnF).

Elle a mis sur pied une exposition intitulée *Le monde en sphères*, qui retrace 2 500 ans de représentations de l'Univers et de la Terre. Présentée successivement au Louvre Abu Dhabi et à la BnF, à Paris, en 2018 et 2019, l'exposition est désormais accessible virtuellement, sur un site foisonnant d'images et de vidéos. Le catalogue comprend 200 objets, issus des collections de la BnF et d'autres musées de France. Une quarantaine de sphères terrestres, célestes et de maquettes imbriquées,

accompagnées de manuscrits, de textes et de tableaux offrent ainsi un voyage spatial et temporel fascinant. « L'objectif était double : revenir sur l'histoire de ces globes et leur intérêt scientifique, mais aussi sur leur dimension symbolique dans les arts », souligne la commissaire.

Au-delà des astres, cette forme géométrique parfaite incarnera au fil du temps le savoir, la vanité des œuvres humaines et l'instabilité du monde. « On trouve des globes sur les monnaies romaines dès le 1^{er} siècle avant notre ère, associés au pouvoir souverain des empereurs sur le monde », illustre M^{me} Hofmann.

Au Moyen Âge, les savants arabes, férus d'astronomie, enrichissent les connaissances gréco-romaines. Les globes célestes et les astrolabes (des instruments d'observation et de calcul) se répandent dans l'Empire islamique à partir du 9^e siècle. Ils permettent notamment de



Globe terrestre et céleste pour l'éducation du dauphin, Edme Mentelle, Jean Tobie Mercklein, 1786. Paris, BnF, Département des cartes et plans

calculer avec précision les trajectoires des astres ou la durée de l'année solaire, et d'organiser la vie religieuse en conséquence (heures des prières, début du ramadan...).

Il faudra finalement attendre la Renaissance et les travaux de Nicolas Copernic pour que le modèle de l'Univers formé de sphères concentriques soit remis en question. Petit à petit, les arguments de Tycho Brahé, Johannes Kepler et Galilée auront raison de la théorie géocentrique. « Cette période marque aussi l'apogée du globe, car, avec les voyages d'exploration, on apporte la preuve par l'expérience de la sphéricité de la Terre », mentionne la conservatrice.

Les globes terrestres deviennent un moyen pertinent de faire connaître la nouvelle géographie. Ainsi, le voyage autour du monde effectué par Magellan, à partir de 1519, permet de situer avec une grande précision, sur un globe doré devenu iconique, les côtes est de l'Amérique. On leur pardonnera d'avoir erré en reliant l'Amérique du Sud et l'Asie... « Dès le début du 16^e siècle, poursuit Catherine Hofmann, on produit des globes terrestres en série grâce à des fuseaux imprimés à plat et collés sur des sphères, ce qui permet de les diffuser dans la société. » Et d'en faire les objets familiers et éducatifs que l'on connaît.

Au 20^e siècle, notre planète bleue vue de l'espace devient symbole d'universalité, et la fragilité de ce point, flottant dans l'immensité cosmique, frappe de plein fouet l'humanité. Quant à la « forme » de l'Univers, elle continue de donner du fil à retordre aux scientifiques. Ironie du sort, un article publié fin 2019 dans *Nature Astronomy* par une équipe italienne indiquait avec fracas que l'Univers avait finalement plus de chances d'être courbé et clos que plat, comme le prédisent les théories en vigueur. Autrement dit, il serait peut-être bien... sphérique. ●



Pour voir l'exposition :
[expositions.bnf.fr/
monde-en-spheres/](http://expositions.bnf.fr/monde-en-spheres/)

1. Astrolabe décoré par Muhammad Mahdi al-Khadim al-Yazdi, Perse, vers 1659-1660.

Cuivre, 12 × 8,5 cm. Paris, BnF, Département des cartes et plans

2. Nova et integra universi orbis descriptio, dit « globe doré », qui figure le voyage de Magellan, vers 1527. Paris, BnF, Département des cartes et plans

3. Maquette ou sphère « armillaire » héliocentrique représentant le système de Copernic, France, vers 1725. Laiton. Paris, BnF, Département des cartes et plans



1 2



3



Globe céleste, abbé Jean Antoine Nollet et Louis Borde, 1728

Diamètre : 32,5 cm ;
hauteur : 55 cm.
Paris, BnF, Département des cartes et plans



Notre-Dame de Paris, un an plus tard

Les autorités analysent encore les répercussions de l'incendie, qui a dispersé sur des kilomètres des particules toxiques de plomb.

Par Hélène Gélot



Lété 2019, en plein cœur de Paris. Dans la cour de l'école primaire Saint-Benoît, une tractopelle brise le bitume en morceaux avant de laisser retomber les blocs dans de grands sacs tenus par des hommes masqués en combinaison blanche. Le but de l'opération : éliminer toute trace du plomb qui s'est répandu au sol après l'incendie de la cathédrale Notre-Dame de Paris, le 15 avril 2019.

Ce soir-là, alors que les flammes ont assailli le célèbre monument sous les yeux ébahis des Parisiens, les 400 tonnes de plomb contenues dans la toiture et dans la flèche n'ont pas échappé au brasier. « À certains endroits, on a atteint 600 °C, détaille Sophie Ayrault, chimiste de l'environnement au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, près de

Paris. À cette température, le plomb subit une aérosolisation : il se retrouve sous la forme de fines particules qui sont emportées par les vents. » La majeure partie de ces poussières sont rapidement retombées dans les rues autour de la cathédrale, tandis que le reste a été transporté vers l'ouest de la ville, jusqu'à 50 km de distance.

« Les gens qui regardaient l'incendie le soir même depuis leur balcon ont peut-être respiré des particules de plomb, commente Philippe Glorennec, professeur en évaluation des risques à l'École des hautes études en santé publique à Rennes. Mais depuis l'incendie, on est dans une phase chronique de contamination : des personnes sont exposées si elles ingèrent des poussières qui se trouvent par terre. » Les jeunes enfants, qui portent souvent les mains à la bouche, sont donc les plus à risque. Or, même à de faibles concentrations, le plomb est toxique et peut causer

une maladie insidieuse, le saturnisme. Chez les petits, dont le cerveau est encore en développement, l'effet le plus inquiétant est une diminution des capacités cognitives.

Des mesures des taux de plomb au sol, effectuées par le laboratoire central de la préfecture de police de Paris, se sont révélées gigantesques : la valeur la plus haute, sur le parvis de la cathédrale, atteignait 1 300 000 microgrammes par mètre carré ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) en juin dernier ! Sur l'île de la Cité, où s'élève Notre-Dame, les concentrations pouvaient atteindre 47 000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$. Au-delà de cette zone, elles étaient comprises entre 20 et 53 000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$. À titre de comparaison, un bâtiment dont le sol présente un taux de plomb au-dessus de 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ne peut être ni vendu ni loué sans une décontamination préalable. Certaines rues de l'île ont donc été interdites au public le temps d'être décontaminées. La mairie de Paris a aussi mesuré les taux de plomb dans une centaine d'écoles et de garderies à partir de la mi-mai. Quatre écoles primaires se sont avérées particulièrement contaminées, dont Saint-Benoît, située à un peu plus d'un kilomètre à l'ouest de la cathédrale. Les taux enregistrés dans cette cour d'école étaient de 7 000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$. Parmi les quatre établissements, trois ont été nettoyés à l'été 2019 et le dernier a interdit d'accès son jardin.

Des enfants ont-ils été contaminés à la suite de cet incendie ? Pour le savoir, 877 plombémies (mesures de la concentration de plomb dans le sang) ont été réalisées, dont 588 chez des enfants de moins de sept ans. Selon les experts, les résultats ne sont pas alarmants. Parmi les jeunes enfants, 11 dépassaient le seuil de déclaration obligatoire de 50 $\mu\text{g}/\text{L}$ et 68 sont à surveiller. « Si l'on compare ces résultats avec ce qu'on a observé il y a 10 ans dans la région parisienne, il n'y a pas de différence », note Philippe Glorennec. À l'époque, des tests menés



Trop, c'est comme pas assez

auprès de 3 831 enfants de moins de sept ans avaient révélé que 1,5 % d'entre eux étaient atteints de saturnisme. Actuellement, autour de la cathédrale Notre-Dame, le taux est de 1,9 % pour la même tranche d'âge.

« Les retombées de plomb à la suite de l'incendie, c'est un vrai problème, il faut s'en occuper, estime Robert Garnier, médecin toxicologue au centre antipoison de Paris. Mais il y a plus d'enfants qui s'intoxiquent au contact de peintures au plomb dans des logements anciens et non entretenus, par exemple, que d'enfants contaminés à cause du brasier de Notre-Dame. Et une chose est certaine : du plomb, il y en avait déjà partout dans Paris, avant que la cathédrale flambe. » En effet, les balcons et les toits de nombreux immeubles en contiennent, tout comme certaines peintures ou de vieilles tuyauteries. Si l'on comprend que les riverains s'inquiètent pour leurs enfants, les personnes les plus à risque sont sans nul doute les travailleurs du chantier de la cathédrale. Pour l'instant, leurs plombémies n'ont pas été rendues publiques. « Au début, les règles de sécurité n'étaient même pas appliquées sur le chantier, déplore Robert Garnier. Il a fallu taper sur la table pour que ça change. »

Bientôt, la crypte et le parvis de Notre-Dame de Paris seront dépollués. Quant au plomb ailleurs dans la capitale, un plan de décontamination, déclenché avant le feu, se poursuit, notamment dans les espaces verts, qui devraient tous être testés et nettoyés d'ici la fin de l'année. « On aura une cartographie bien plus précise des mesures de plomb dans la ville, commente Robert Garnier. Et peut-être qu'on ne l'aurait pas eue sans l'incendie. » ●

Un septuagénaire est hospitalisé et sa fille, inquiète, est à son chevet. Il souffre d'une pneumonie, diagnostiquée au service des urgences. Les antibiotiques coulent dans ses veines depuis 24 heures. Il va un peu mieux, mais est toujours somnolent. J'explique à sa fille quelles sont les prochaines étapes. Je m'apprête à quitter la chambre, mais elle m'interpelle : « Docteur ! Vous ne pensez pas que ce serait une bonne idée de lui faire un scan de partout pendant qu'il est à l'hôpital ? Et si jamais mon père avait un cancer ? »

Je me rappelle avoir balbutié quelques mots dans le cadre de porte, insistant sur le fait qu'il fallait d'abord bien guérir l'infection, puis je suis vite passée au prochain patient. Avec le recul, je me rends compte que j'aurais dû prendre le temps de lui répondre clairement.

J'aurais commencé par expliquer qu'en général, en médecine, mieux vaut prévenir que guérir. C'est pourquoi de nombreux tests ont été mis au point au fil des années pour détecter les maladies mortelles — en l'occurrence, un cancer — à un stade où il est encore possible de les traiter. Or, la communauté scientifique s'est bien vite rendu compte que le dépistage précoce des cancers n'était pas toujours synonyme d'un meilleur taux de survie...

Pourquoi ? Parce que les examens de dépistage sont parfois « trop » sensibles ou « trop » précis. Ils permettent aux médecins de diagnostiquer des cancers si précocement que, si ces cancers n'avaient pas été trouvés, ils n'auraient, au bout du compte, pas causé de décès ni peut-être même de symptômes. C'est ce qu'on appelle le surdiagnostic.

Certains tests de routine ont donc été délaissés dans les dernières années. C'est le cas du dépistage du cancer du col de l'utérus chez les femmes de plus de 70 ans. En effet, les études ont démontré que les femmes qui présentent des lésions précancéreuses à cet âge ne développeront vraisemblablement pas ce type de cancer et mourront d'une autre cause. Pourtant, plusieurs continuent de subir des examens invasifs, entraînant soucis et désagréments inutiles.

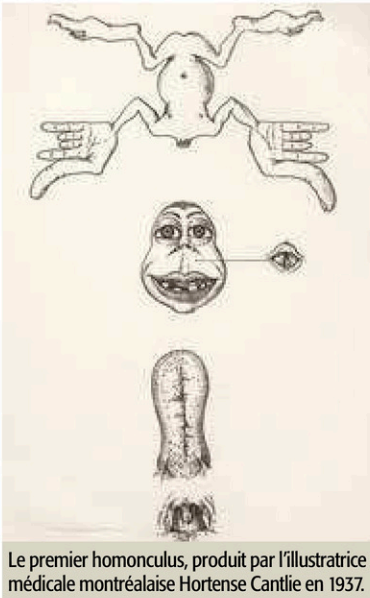
Il n'y a pas que les tests de dépistage qui peuvent mener au surdiagnostic. La simple surutilisation des examens et traitements par les médecins est aussi désignée. Au Canada, comme partout en Occident d'ailleurs, c'est un véritable fléau. En 2017, l'Institut canadien d'information sur la santé révélait que jusqu'à 30 % des examens et traitements médicaux prescrits au pays sont potentiellement inutiles ! Les exemples sont multiples : une tomodensitométrie de l'abdomen pour un simple mal de ventre ou encore une prescription d'antibiotiques pour un virus. Les conséquences ne sont pas banales : expositions à des radiations, réactions indésirables aux médicaments, stress, anxiété, explosion des coûts d'assurance maladie, augmentation du temps d'attente pour ceux qui sont réellement malades... Sans parler de la facture qui, au final, sera payée par les contribuables.

Le collectif de professionnels de la santé Choisir avec soin, qui a pour objectif la réduction des examens, des traitements et des interventions inutiles, a compris que le salut réside surtout dans la responsabilisation des patients. Leur plus récente campagne publicitaire, « Trop, c'est comme pas assez », vise à déboulonner le mythe qu'il vaut mieux recevoir davantage de soins que l'inverse. Le groupe encourage les patients à poser quatre questions à leur médecin qui leur offre un dépistage, un soin ou un traitement : est-ce bien nécessaire ? Quels sont les risques ? Y a-t-il d'autres options ? Que se passera-t-il si je ne fais rien ?

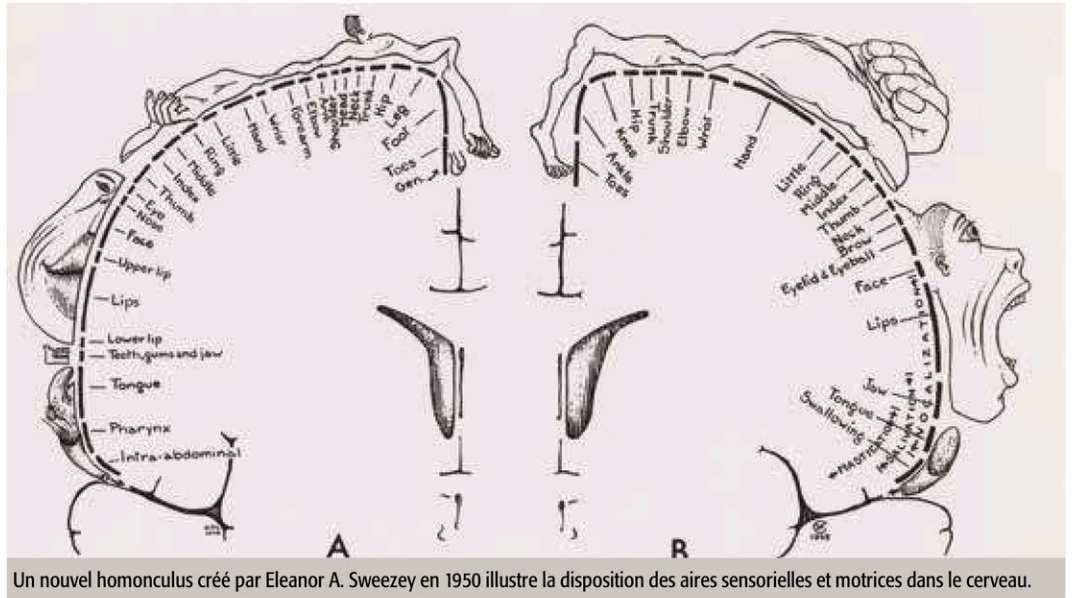
Après ces explications, je crois que la fille de mon patient aurait bien compris qu'un « scan de partout » à la recherche d'une maladie qui dort est une fausse bonne idée, pour son père comme pour elle. Sensibilisée au surdiagnostic et à la surutilisation des ressources, elle aurait profité d'autant plus de moments de qualité avec son père, le plus loin possible des hôpitaux ! ●

Un petit homme qui a fait jaser

Un chercheur a fouillé des archives montréalaises pour retracer l'histoire d'une représentation mythique du cerveau. Par Mélissa Guillemette



Le premier homonculus, produit par l'illustratrice médicale montréalaise Hortense Cantlie en 1937.



Un nouvel homonculus créé par Eleanor A. Swezey en 1950 illustre la disposition des aires sensorielles et motrices dans le cerveau.

Il a des lèvres et des pouces énormes, mais des mollets tout riquiquis. C'est au fondateur de l'Institut et hôpital neurologiques de Montréal, le Dr Wilder Penfield, et à son étudiant Edwin Boldrey qu'on doit l'homonculus, une représentation sous forme humaine des aires motrices et sensorielles du cerveau. Une carte qui fait école depuis 90 ans. « On peut ouvrir n'importe quel manuel ici et on l'y trouvera », indique le Dr Richard Leblanc en nous faisant visiter la bibliothèque de l'Institut.

Ce neurochirurgien s'est plongé dans les écrits de ses prédécesseurs afin de raconter la naissance de l'homonculus – ou « petit homme », en latin – dans un article publié en décembre 2019 dans *World Neurosurgery*. On y apprend que le mémoire de maîtrise d'Edwin Boldrey, en 1936, schématisait les données recueillies par son professeur auprès d'une centaine de patients épileptiques ou atteints d'une tumeur cérébrale.

Pour trouver les lésions, le Dr Penfield leur ouvrait d'abord le crâne sous anesthésie locale. Puis, pour procéder à la chirurgie sans causer de paralysie, il stimulait des points à la surface du cerveau, le long d'un sillon

reliant les deux oreilles, grâce à une électrode. « S'il s'agissait d'une aire motrice, le pouce, par exemple, bougeait et c'était noté. Parfois, c'était une aire sensitive; le patient disait alors "J'ai un engourdissement dans mon petit doigt" », explique le Dr Leblanc.

La vingtaine de cartes « géographiques » du cerveau produites par Edwin Boldrey superpose les données des patients pour chaque partie du corps. Le tout sera résumé en un dessin « humain » publié par le duo en 1937 dans *Brain*. Le cerveau n'y est pas représenté directement, mais on comprend en un coup d'œil que l'aire relative à la bouche est surdimensionnée dans notre ciboulot, probablement parce qu'il s'agit d'une fonction complexe chez l'humain, et que la zone liée aux bras occupe peu d'espace. On découvre aussi que les aires se succèdent dans l'ordre, des pieds jusqu'au cou, mais qu'on passe ensuite directement au-dessus de la tête pour revenir au menton! En 1950, le Dr Penfield et son collègue, le Dr Theodore Rasmussen, en proposent une nouvelle version, qui permet de visualiser à la fois le cerveau et les zones corticales.

L'homonculus est rapidement devenu populaire, sans toutefois faire l'unanimité, a découvert le Dr Leblanc en se penchant sur une correspondance entre le neuro-

chirurgien et l'éditeur de *Brain* de l'époque, Francis Walshe. « Ce dernier trouvait que l'homonculus simplifiait trop l'organe de la pensée et craignait que les gens prennent ça pour du cash », relate le Dr Leblanc. Penfield réitère que c'est un aide-mémoire qui n'a jamais eu de prétention scientifique. » Le Dr Leblanc et ses collègues mentionnent par ailleurs dans leur article que, si les dessins avaient été fidèles aux données et avaient ainsi respecté les proportions, le résultat n'aurait jamais pu ressembler à un bonhomme!

Malgré tout, l'homonculus est toujours utile en enseignement, et son raffinement est un domaine de recherche actif, souligne Alex Puckett, chercheur à l'Université du Queensland, en Australie. Des scientifiques soumettent aujourd'hui des participants à des tests d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, qui révèlent les zones actives du cerveau au cours d'une tâche. « En étant capable de faire des mesures plus complètes et détaillées, on obtient une image plus claire de l'homonculus d'un individu. Et en répétant l'exercice avec plusieurs sujets, on commence à avoir une meilleure compréhension de la variabilité entre les individus. » Le petit homme a plusieurs visages. ●

Le trou le plus profond du monde

Par Mélissa Guillemette

Des scientifiques veulent récolter des échantillons du manteau terrestre, ce qui serait une première. Pour y arriver, ils devront creuser le fond de l'océan sur des kilomètres pendant au moins 10 ans.

Baptisé MoHole to Mantle (M2M), ce projet titanesque est porté par de nombreux chercheurs, dont quatre Canadiens. «On sait beaucoup de choses sur la structure interne de la Terre, mais rien de tout cela n'est basé sur l'analyse de véritables échantillons», déplore John Jamieson, professeur de sciences de la Terre à l'Université Memorial et président de la branche canadienne de l'International Ocean Discovery Program, l'organisation qui chapeaute le projet M2M. «Nous avons bien accès à des roches provenant du manteau qui ont été poussées vers la surface. Mais ces roches ont changé au fil de leur parcours et ont donc perdu de l'information», dit-il. M. Jamieson ne figure pas parmi les quatre chercheurs canadiens, mais il connaît l'ensemble du projet. Cet immense trou permettra aussi d'étudier la discontinuité de Mohorovicic, une couche mystérieuse qui sépare la croûte terrestre du manteau. Elle se trouve à environ 6 000 m sous les fonds marins des lieux d'excavation potentiels de M2M (au large d'Hawaï, de la Basse-Californie et du Costa Rica). «Nous savons que cette couche existe grâce à l'analyse de la propagation des ondes sismiques à travers la planète, explique M. Jamieson. Nous pouvons déceler un changement très tranché entre la croûte, la frontière et le manteau.»

L'équipe du projet M2M l'avoue : certaines des technologies requises pour forer dans la boue et la roche pendant des années n'existent pas encore ! «Elles devront supporter une pression énorme et de hautes températures [jusqu'à 250 °C], indique John Jamieson. La colonne de forage devra quant à elle résister à des stress immenses.»

La date de début du creusement est donc encore inconnue. Le groupe sait toutefois qu'il pourra compter sur le navire *Chikyu*, de l'Agence japonaise pour les sciences et technologies marines et terrestres. «Il n'a pas été construit spécialement pour ce projet, mais a été conçu avec l'idée qu'il pourrait un jour y participer», mentionne John Jamieson. En effet, l'Agence affirme que l'idée a été évoquée chez elle en 1959. Et preuve supplémentaire que le rêve ne date pas d'hier, dès la fin des années 1960, deux projets américains ont tenté d'atteindre le manteau, sans succès. Le trou le plus profond faisait 183 m (sous 3 000 m d'eau). Ce fut ensuite au tour des Russes et des Allemands de creuser, mais sur la terre ferme. Ils se sont arrêtés respectivement après 12 et 9 km.

Les responsables du projet M2M ont opté pour un forage océanique parce que la croûte y est plus mince et qu'elle documente de façon plus claire les grands processus géologiques. «Un projet à haut risque, mais aussi à haut potentiel», résume M. Jamieson. ●



CHLOÉ FRESLON @f_chloe

Technopop



Le dernier préjugé acceptable

J'ai une amie qui travaille dans le secteur des technologies et qui ne révèle jamais son âge réel. La raison ? «Il y a beaucoup d'âgisme dans ce milieu et je n'aurais pas les mêmes occasions professionnelles si les gens savaient que j'ai plus de 40 ans.» Il est vrai qu'en techno on aime célébrer la jeunesse, entre autres à l'aide de palmarès qui mettent en vedette les talents précoces, comme le 30 Under 30 de *Forbes* et l'Innovators Under 35 de la *MIT Technology Review*. Quel message cela envoie-t-il ? Le monde de la techno fait-il de l'âgisme ?

Mark Zuckerberg, le fondateur de Facebook, a lancé cette phrase, devenue célèbre, au cours d'une allocution à l'Université Stanford, en Californie, en 2007 : «Les jeunes sont juste plus intelligents.» Dans un article pour le moins étonnant de 2014 paru dans *The New Republic*, un chirurgien plastique de la Silicon Valley, qui se dit le deuxième acheteur de Botox en importance dans le monde, décrit sa clientèle ainsi : des jeunes de 26 ans du domaine des technologies et qui veulent avoir l'air... plus jeunes !

Pour le moment, autant dans les jeunes pousses que dans les grandes entreprises, il se trouve peu de gens qui s'inquiètent vraiment de la discrimination fondée sur l'âge. C'est que tout cela se passe sous le couvert de la quête de l'innovation et de la performance, auxquelles on associe la jeunesse. L'âgisme devient ainsi le dernier préjugé acceptable. Pourtant, les travailleurs plus âgés sont tout à fait capables de se renouveler et de s'adapter. Et ne craignez pas de mettre à leur disposition un nouveau logiciel ! Un sondage réalisé en 2016 auprès de 4 000 employés en technologies de l'information par l'entreprise Dropbox révèle que les personnes de plus de 55 ans sont en fait moins susceptibles que leurs jeunes collègues de trouver l'utilisation des technologies stressante. Un autre cliché ayant la vie dure ? Celui voulant qu'on soit un jour trop vieux pour apprendre. Il est vrai que certaines fonctions cognitives, telles que la vitesse de traitement de l'information et la mémoire épisodique, diminuent avec l'âge. Mais comme le montrent de plus en plus d'études, d'autres fonctions, comme la mémoire sémantique, le langage et la perception des émotions, s'améliorent en vieillissant.

Malgré tout, des employeurs voient encore dans les travailleurs plus âgés un mauvais investissement de temps et de ressources. Ils voguent toutefois à contre-courant des tendances, alors que l'espérance de vie s'allonge et que le milieu technologique connaît une pénurie de main-d'œuvre qualifiée depuis plusieurs années. Fermez entêtement pour leur coûter cher : c'est plutôt en refusant de piler sur leurs préjugés qu'ils risquent de ne pas être aussi productifs que désiré. Et je salue au passage ce nouveau palmarès de *Forbes* qui célèbre les réalisations de 50 femmes de 50 ans et plus. Un pas dans la bonne direction. ●



JEAN-FRANÇOIS CLICHE [@clicjf](#)

Polémique

Vapotage : quand le mieux est l'ennemi du bien

« J'ai eu un patient cette semaine : complications sévères du tabagisme, espérance de vie très limitée s'il continue à fumer. Mais il refuse de considérer la cigarette électronique parce que c'est trop dangereux, selon ce qu'il entend. » C'est le gériatre David Lussier qui s'exprimait ainsi

sur Twitter récemment, mais ça aurait pu être à peu près n'importe quel autre médecin tant ils sont nombreux à déplorer les effets de la couverture médiatique du vapotage sur leur pratique. Et il faut dire que l'image publique de la cigarette électronique s'est grandement dégradée depuis son arrivée sur le marché canadien, en 2007.

Selon deux études parues l'an dernier dans le *Journal of the American Medical Association*, environ 47 % des Américains disaient, en 2012, ne pas savoir si le vapotage était « plus » ou « moins » dommageable que le tabac; environ 40 % croyaient qu'il était moins mauvais; et seule une minorité d'environ 13 % le voyait comme autant, sinon plus nocif que la « vraie cigarette ». Mais six ans plus tard, le portrait s'est renversé : en 2018, ces mêmes Américains s'estimaient beaucoup mieux renseignés, puisque seulement 19 % d'entre eux hésitaient encore sur le caractère préjudiciable ou non du vapotage; la proportion de ceux qui jugeaient la cigarette électronique moins toxique avait fondu jusqu'à 29 % et la minorité de 2012 qui la voyait comme autant, sinon plus nocive que le tabac, s'était transformée en majorité absolue (51 %). Tout indique que l'opinion publique québécoise a suivi une trajectoire semblable.

Un jour, il faudra que cet épisode soit disséqué et enseigné dans les écoles de communication et de santé publique du monde entier parce que c'est un cas patent de désinformation à grande échelle : le vapotage est nettement moins nuisible que le tabac « normal » et de nombreuses études le prouvent. Par exemple, l'automne dernier, le *Journal of the American College of Cardiology* publiait une étude comparant deux groupes de fumeurs, les uns ayant continué de fumer comme avant et les autres ayant adopté la cigarette électronique. Au bout de seulement un mois, le groupe des vapoteurs montrait des signes indéniables d'amélioration de sa santé vasculaire : leurs

artères étaient moins rigides et se dilataient davantage sous la pression sanguine – ce qui est excellent pour la santé cardiaque.

Une source de confusion possible est que le vapotage n'est effectivement pas sans danger : quand on regarde les effets de la cigarette électronique en eux-mêmes, sans les comparer avec ceux du tabagisme, on se rend compte qu'ils sont bel et bien néfastes. Un non-fumeur qui se met à vapoter y laissera forcément un peu

de sa santé. À cause de cela, et comme l'objet est de plus en plus populaire chez les adolescents, les autorités sanitaires dans bien des pays font campagne contre cette nouvelle habitude, ce qui alimente la couverture médiatique négative.

Ainsi, en janvier dernier, l'Organisation mondiale de la santé a publié des questions-réponses sur le vapotage, le qualifiant de « hautement addictif » et causant des blessures aux poumons, ce qui a fait bondir bien des chercheurs. « Pratiquement toutes les affirmations qu'on y lit sont factuellement fausses », a commenté Peter Hajek, directeur de l'Unité de recherche sur la dépendance au tabac de l'Université Queen Mary de Londres.

Certes, il y a eu l'an dernier cette vague de « lésions aux poumons »

associées au vapotage. Elle a entraîné l'hospitalisation de quelque 2 700 personnes aux États-Unis et le décès de 60 d'entre elles. Mais il s'est avéré que le problème n'était souvent pas la cigarette électronique elle-même, mais plutôt son utilisation pour consommer des dérivés de cannabis achetés sur le marché noir. Les médias ont cependant beaucoup insisté sur le lien avec le vapotage en général, reléguant souvent au second plan le fait que des usages irréguliers étaient principalement en cause. (Nous avons aussi eu au Québec six cas de lésions aux poumons déclarés en février qui ne semblent pas liés au cannabis, mais les experts sont loin de s'entendre à leur sujet.)

Il y a une sorte de tension, dans cette histoire, qui me semble plus ou moins inévitable. D'un côté, des autorités de santé publique qui s'inquiètent du vapotage chez les non-fumeurs, surtout les adolescents; de l'autre, des cliniciens qui doivent composer avec la réalité de patients fumeurs qui bénéficieraient grandement d'une « conversion » à la vapeur. Bref, le mieux est parfois l'ennemi du bien. ●





Science on tour!

28^e CONCOURS SCIENTIFIQUE INTERCOLLEGIAL

DOUBLE SENS

FINALE NATIONALE
1^{er} et 2 mai 2020
Cégep Limoilou
Québec

SCIENCEONTOURNE.COM

Facebook icon Instagram icon

Québec  Cégep Limoilou **QUÉBEC SCIENCE** UN ÉVÉNEMENT DU  CENTRE DE DÉMONSTRATION EN SCIENCES PHYSIQUES



MARIELLE LEDOUX NATALIE LACOMBE GENEVIÈVE ST-MARTIN

NUTRITION SPORT ET PERFORMANCE

NOUVELLE ÉDITION
revue et augmentée

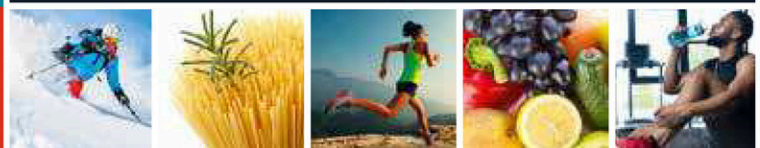
Découvrez la toute nouvelle édition, bonifiée et actualisée, de ce best-seller vendu à plus de 35 000 exemplaires!

Vous y trouverez :

- › les plus récentes données scientifiques en matière de nutrition;
- › des suggestions selon le sport pratiqué et le niveau de performance recherché;
- › des conseils et anecdotes des meilleurs athlètes et entraîneurs du Québec;
- › plus d'une cinquantaine de plans alimentaires, incluant des options véganes.

34,95 \$
Format numérique 25,95 \$

En vente en librairie ou commandez-le :
velo.qc.ca/publications
514 521-8356 – 1 800 567-8356, poste 504
Taxe et frais de manutention en sus



ENTREVUE Vincent Larivière

Le coup de poing sur la table

Devant le coût démesuré des abonnements aux revues savantes, des chercheurs et des bibliothèques universitaires prennent des moyens draconiens.

Par Luc Dupont

• PHOTO : JEAN-FRANÇOIS HAMELIN

QU'EST-CE QUE LA BIBLIOMÉTRIE ?

C'est une méthode de recherche qui consiste à utiliser les publications scientifiques et leurs métadonnées pour réunir des indicateurs sur la science et la technologie. La bibliométrie permet de mieux comprendre la structure de la communauté scientifique, d'orienter les politiques scientifiques et de révéler les iniquités du système, entre autres.

Le

10 janvier 2019, un événement rare ébranle le monde des revues savantes : toute l'équipe éditoriale du *Journal of Informetrics* (JOI), la plus importante publication dans le domaine de la bibliométrie, démissionne en bloc et fonde, le même jour, une revue concurrente, *Quantitative Science Studies* (QSS).

Ce geste de révolte est un rebondissement marquant dans la guerre d'usure qui oppose depuis 20 ans l'industrie de l'édition scientifique aux chercheurs et aux universités. Les grands éditeurs récoltent des milliards de dollars en revenus annuels : ils exigent des chercheurs qu'ils écrivent et révisent bénévolement les articles et réclament des frais exorbitants aux bibliothèques universitaires pour s'abonner aux périodiques. Malgré ces règles inéquitables, de nombreux scientifiques acceptent encore de jouer le jeu, car leur carrière se fonde en partie sur leur capacité à publier des articles dans ces mêmes périodiques. De leur côté, les bibliothèques, dont celles de l'Université de Montréal (UdeM), affûtent leurs techniques de négociation afin de faire plier les éditeurs.

Vincent Larivière, professeur à l'École de bibliothéconomie et des sciences de l'information de l'UdeM, est l'un des acteurs majeurs de la fronde de 2019. Alors que QSS vient de faire paraître son premier numéro, il y a quelques semaines le chercheur a raconté à *Québec Science* le détail des péripéties qui ont mené à ce « coup de poing sur la table ».

Québec Science : Comment sont nées les tensions entre les éditeurs de revues savantes, les bibliothèques universitaires et les chercheurs ?

Vincent Larivière : Au tournant des années 2000, lors du passage au numérique, deux ententes ont contribué à renforcer l'emprise des éditeurs. D'abord, la plupart des revues ont succombé à une offre des éditeurs commerciaux : en échange de montants substantiels, elles ont accepté de passer sous leur giron. Ce faisant, elles ont délégué aux éditeurs le laborieux processus de gestion des abonnements pour mieux se consacrer à la sélection et la révision des articles scientifiques. Revêtus de ce nouveau pouvoir, les grands groupes comme Cambridge University Press, SAGE Publications, Taylor & Francis et Elsevier se sont tournés vers les bibliothèques pour leur proposer un accord qui se résume ainsi : on vous offre l'ensemble de notre catalogue de revues, en version électronique, au prix payé actuellement pour une portion de nos publications en version imprimée. On passait donc d'une époque où les abonnements papier étaient choisis un à un par les bibliothécaires selon les besoins des chercheurs à des abonnements en ligne de type « bouquet », où désormais la totalité du catalogue d'un éditeur était automatiquement incluse dans la transaction.

Évidemment, toutes les bibliothèques ont accepté l'offre : elles n'auraient plus à gérer de papier, pourraient proposer la consultation d'un même titre à plusieurs usagers en simultané et accroître leurs collections. À partir du moment où ce second marché a été conclu, tout a déboulé : les bibliothèques ont fait face à des augmentations des coûts d'abonnement de l'ordre de 15 % par année. Au début des années 2010, à l'image de plusieurs établissements dans le monde, l'UdeM est devenue incapable d'acquitter de telles sommes.

QS Elle a renoncé à ses abonnements ?

VL Des employés des bibliothèques et des chercheurs – dont je suis – se sont d'abord réunis pour répondre à la question suscitée par l'abonnement « en bouquet » : est-ce que toutes ces revues sont utilisées par nos usagers ? On a ciblé les publications jugées incontournables pour la recherche et l'enseignement, et, munis de ces données, on a dit aux grands éditeurs : « À partir de maintenant, on veut ceci ou cela. » Ils ont d'abord refusé. Notre réplique a été : « Très bien, alors ça ne fonctionnera plus du tout. Bye ! » On a réussi à leur faire accepter l'idée qu'on allait s'abonner seulement à un sous-ensemble de leur collection [qui représente 20 % du bouquet].

QS Les tarifs ont-ils baissé de façon conséquente ?

VL On paie 80 % du prix du bouquet initial, mais ce que nous avons répondu véritablement aux besoins des chercheurs et des étudiants. Certes, le prix demeure élevé – impossible de retourner en arrière et de rayer toutes les augmentations excessives subies au cours des années –, mais rappelons que la facturation se fait sur la base de l'importance de la revue. En gros, les plus en vue dans leurs domaines respectifs comme *Nature*, *Science* ou *Cell* sont plus chères, mais également plus téléchargées étant donné qu'elles publient des articles qui ont davantage d'influence. L'Université de Montréal a réussi à envoyer un message fort aux propriétaires de revues : « L'imposition unilatérale de vos conditions, c'est fini. »

QS Racontez-nous les dessous de la fondation de la revue QSS.

VL Alors que je réalisais tous ces travaux afin que les bibliothèques arrivent à sortir de leur dépendance à l'égard des grands éditeurs commerciaux, j'étais l'adjoint de l'éditeur de JOI. Paradoxalement, je me trouvais donc moi-même à nourrir la bête. J'éprouvais un malaise croissant.

Mais la véritable altération du lien entre l'équipe éditoriale de JOI et Elsevier [l'éditeur] est survenue avec son refus d'avaliser notre initiative à propos des citations ouvertes. Il s'agit d'un enjeu propre à la bibliométrie : les citations figurant à la fin des articles scientifiques font partie des métadonnées les plus analysées dans notre domaine. On souhaitait donc que ces références ne fassent pas partie de l'article concerné par l'abonnement, mais plutôt qu'elles soient en accès libre de façon que davantage de chercheurs puissent les « moissonner ». Jusqu'alors, tous les éditeurs commerciaux importants avaient accepté qu'il en soit ainsi, sauf Elsevier. On était donc dans une situation où l'organisation qui détient notre revue travaille contre les intérêts de la discipline qui en élabore le contenu...

QS Il y a eu des précédents. Par exemple, aux Pays-Bas, le comité éditorial d'une revue s'est buté à des divergences profondes avec son éditeur en 2015.

VL Il s'agit de *Lingua*, une revue de linguistique, qui était aussi dans le giron d'Elsevier. Le comité a démissionné et fondé *Glossa*. Ludo Waltman, l'ancien directeur du comité éditorial de JOI, a rencontré son vis-à-vis de *Lingua* pour savoir comment la transition s'était passée. Résultat : il nous a confirmé que cela pouvait se faire.

QS Comment ensuite passer à l'action ?

VL Sur une période d'à peu près un an, deux chantiers ont été menés en parallèle : le premier a été d'expliquer aux quelque 40 membres du comité éditorial de JOI pourquoi on se devait de démissionner et de créer une nouvelle revue.

Entretemps, on a communiqué avec une demi-douzaine de maisons d'édition pour savoir si elles étaient disposées à publier une nouvelle revue chapeautée par notre société savante, l'International Society for Scientometrics and Informetrics, qui nous soutenait dans cette aventure. On voulait surtout savoir combien cela coûterait.

La meilleure proposition a été celle des MIT Press. D'une part, cet éditeur offre de très bons services de gestion de manuscrits et nous donne la latitude dont on a besoin ; et d'autre part – et cela, il ne faut pas le nier –, il est lié à un établissement renommé, ce qui rendait le passage plus facile à accepter. C'est peut-être un peu simple de le dire ainsi, mais si l'on veut que quelque chose comme cela fonctionne [la fondation d'une revue concurrente], il faut que les scientifiques dans la discipline n'aient pas l'impression de perdre au change. Une revue savante, ça demeure un vecteur important de capital symbolique pour les chercheurs qui y publient.

QS Selon vous, pourquoi cet éditeur était-il intéressé par votre projet ?

VL Les MIT Press partagent avec nous de nombreuses valeurs. C'est une maison très progressiste, réputée pour ce qui touche aux produits en libre accès ; et elle se voit, avec raison, comme une solution au problème actuel. Et pour couronner le tout, la Fondation de la Bibliothèque nationale de science et technologie d'Allemagne s'est montrée intéressée par le financement des coûts de fonctionnement de notre nouvelle revue pour les trois premières années. Depuis quelque temps, cette organisation tient tête à Elsevier et encourage ce genre de *journal flip*. L'expression désigne ce mouvement qui voit l'équipe éditoriale d'une revue démissionner en bloc pour fonder une publication concurrente.

QS Comment a réagi Elsevier ?

VL Nous lui avons envoyé une lettre stipulant nos conditions. Il a répondu non à tout. À ce moment-là, le site Web de

QSS était déjà prêt à être mis en ligne. De même, on était tout à fait disposés à recevoir les manuscrits des chercheurs... Elsevier a donc reçu notre démission. QSS est née.

QS En quoi son fonctionnement diffère-t-il du modèle commercial?

VL Elle se démarque de JOI en ceci qu'elle est totalement en libre accès [tous les articles sont gratuits pour tous]. Il n'y a aucuns frais d'abonnement pour les bibliothèques; seuls les auteurs doivent déboursier des sommes modiques pour publier leurs travaux, de 600 à 800 \$, c'est-à-dire une fraction de ce qui est

demandé par les éditeurs commerciaux pour qu'un article soit en libre accès, à savoir de 2 000 à 3 000 \$.

QS Comment entrevoyez-vous l'avenir des relations entre les éditeurs et les bibliothèques universitaires?

VL L'Université du Québec à Montréal a été la première au Québec à emboîter le pas à l'UdeM : elle m'a donné un mandat pour que j'aide ses bibliothèques à rationaliser elles aussi leurs collections de périodiques. J'ai fait de même pour l'Université de Sherbrooke, l'Université Laval et 28 universités canadiennes. Tout ce travail a été accompli en équipe, au

sein de la Chaire de recherche du Canada sur les transformations de la communication savante. Dans l'ensemble, on peut dire que cela a rééquilibré le pouvoir de négociation. Nous vivons un moment où tout le monde réalise qu'on doit rebâtir des organisations publiques, universitaires et nationales autour des revues savantes. Il faut arrêter de penser que la diffusion des connaissances ne fait pas partie du cycle de la recherche. Elle doit être soutenue publiquement, comme le sont les autres étapes de la science.

Bref, il faut reprendre le contrôle de nos modes de diffusion. ●

Science pour TOUS! **24 HEURES ET PLUS DE SCIENCE** PLUS DE **400 ACTIVITÉS** SCIENCE & TECHNO



8 ET 9 MAI 2020
PARTOUT AU QUÉBEC!
SCIENCE24HEURES.COM



Québec

DIYSSÉE SCIENCES



GUIDE PRATIQUE DE LA

5G

C'est le rêve des technophiles et le cauchemar des technophobes. La 5G est à nos portes et fait l'objet de toutes les spéculations. Tour d'horizon.

PAR MARINE CORNIOU

QU'EST-CE QUE LA 5G ?

Il s'agit de la cinquième génération (5G, donc) de normes pour la technologie mobile, qui nous permet de téléphoner et de naviguer sur Internet n'importe où. Ce nouveau réseau sans fil sera plus rapide, plus fiable et plus puissant que jamais, et pourra prendre en charge un nombre faramineux d'utilisateurs.

« On parle d'une augmentation d'un facteur 1 000 par rapport au réseau actuel : 100 fois plus d'appareils connectés avec un débit multiplié par 10. C'est un saut quantique ! » résume Paul Fortier, professeur au Département de génie électrique et de génie informatique de l'Université Laval.

La 5G se développe dans les coulisses des opérateurs depuis quelque temps déjà. L'implantation du réseau a commencé dans une vingtaine de pays, et le Canada leur emboîtera le pas cette année. La 5G ne rend pas les réseaux actuels obsolètes, mais viendra plutôt s'y ajouter progressivement.

Environ tous les 10 ans, les opérateurs de téléphonie mobile améliorent les normes du réseau sans fil. Alors que les tout premiers téléphones cellulaires analogiques, lourds et gros comme des briques, permettaient d'acheminer des appels (avec un succès mitigé), la 2G numérique, apparue dans les

années 1990, a rendu possible l'envoi de messages textes. Au tournant des années 2000, la 3G a permis les premières connexions sur Internet. À la clé ? Le visionnement de vidéos de chatons en tous lieux et en tout temps.

Et depuis une dizaine d'années, la 4G pousse l'Internet mobile et les usages vidéos encore plus loin. « Avec la 4G, nous avons pu avoir une connexion Internet rapide dans la poche. Grâce à la 5G, ce sera comme si la fibre optique arrivait dans nos poches ! » déclarait John Godfrey, vice-président aux politiques publiques chez Samsung Electronics America, au cours d'une conférence au Consumer Electronics Show (CES) de Las Vegas au début de l'année.

Un film pourra ainsi être téléchargé en quelques secondes seulement, à condition bien sûr d'avoir un appareil de nouvelle génération, compatible avec le réseau. La panacée pour les adeptes de Netflix, de jeux en ligne et de réalité virtuelle... même si la plupart des utilisateurs sont déjà comblés par la 4G.

Alors, pourquoi parle-t-on de « révolution » ? En fait, au-delà du divertissement, la 5G a pour vocation de connecter au réseau sans fil tout ce qui ne l'est pas encore :

c'est le fameux « Internet des objets ». « La conception de la 4G n'a pas pris en compte la multiplication du nombre d'appareils connectés, explique Georges Kaddoum, professeur au Département de génie électrique de l'École de technologie supérieure de Montréal, précisant que le réseau actuel est déjà saturé par endroits. Avec la 5G, on pourra connecter un million d'appareils par kilomètre carré. » Alors que l'on compte déjà plus de 20 milliards d'appareils et d'objets connectés à Internet dans le monde, la quantité pourrait doubler d'ici 2025 et atteindre 50 milliards en 2050, selon une étude de Strategy Analytics.

« La 5G va permettre d'avoir un flux continu d'informations, tout simplement, sans les goulots d'étranglement », mentionne Kevin Heffner, directeur de l'innovation au Centre de recherche informatique de Montréal.

Notre vie quotidienne s'en verra changée, avec plus de vidéos de chats, bien sûr, mais aussi un accès facilité au suivi médical grâce à des capteurs connectés par exemple... « Dans l'aviation comme dans d'autres secteurs du transport, les véhicules autonomes, qui ont besoin d'un réseau très fiable avec une faible

1G	2G	3G	4G	5G
1980	1990	2000	2010	2020
				
Appels	Textos + images 	Internet + courriel + vidéo 	Grande quantité de données 	Données + Internet des objets 
Débits indicatifs				
0,0024 Mbit/s	0,064 Mbit/s	2 Mbit/s	100 Mbit/s	1 000 Mbit/s
Temps pour télécharger une vidéo de 1 Go				
		14 minutes	7 minutes	Quelques secondes

latence, vont également en bénéficier», dit-il. La latence, soit le délai de réponse du réseau, sera de l'ordre de la milliseconde. On parle carrément de temps réel! Une caractéristique essentielle pour que les villes et véhicules intelligents deviennent réalité : on ne veut pas qu'une voiture autonome mette plusieurs secondes à réagir avant de freiner.

Mais c'est le secteur manufacturier qui devrait être le plus bouleversé par ce nouveau réseau. «La 5G rendra possible l'échange massif de données entre un grand nombre de machines et permettra entre autres de limiter les temps morts dans les chaînes de production, mais aussi d'améliorer l'efficacité des chaînes d'approvisionnement et de logistique», analyse Kevin Heffner.

À tel point que les experts parlent de la quatrième révolution industrielle. «Quand la 4G est arrivée, beaucoup de gens étaient sceptiques; personne n'avait prédit l'ampleur que prendraient la diffusion en continu (*streaming*) et les réseaux sociaux. On verra ce que les développeurs inventeront grâce à la 5G», soulignait John Godfrey au CES.

Pour l'instant, les exploits associés aux premiers réseaux 5G sont révélateurs des usages tantôt utiles, tantôt absurdes de la technologie. En avril 2019, un neurochirurgien chinois a opéré un patient dont il était séparé par 3 000 km grâce à un bras robotisé connecté à la 5G, effectuant les gestes sans décalage. En Corée du Sud, l'entreprise Linkflow propose une caméra à porter autour du cou pour filmer ses vacances à 360° et diffuser la captation en direct... Tandis qu'au CES on ne comptait plus les toilettes, brosses à cheveux ou à dents connectées, les vibromasseurs activables à distance et même les assistants vocaux intégrés à la pomme de douche.

Chose certaine, la 5G est présentée partout dans le monde comme une source de retombées économiques considérables et d'augmentation de la productivité : selon un rapport d'Accenture de 2018, ce nouveau réseau rapportera jusqu'à 40 milliards de dollars par année à l'économie canadienne d'ici 2026 en créant des centaines de milliers d'emplois.



COMMENT ÇA MARCHE ?

La 5G est une sorte de boîte à outils regroupant plusieurs avancées techniques. «La 5G devra répondre à des utilisations hétérogènes. Regarder une vidéo sur YouTube ne demande pas la même qualité de service que les communications de la police par exemple», explique Georges Kaddoum.

Pour y voir clair, il faut d'abord revenir sur les notions d'ondes et de spectre. Les réseaux sans fil transmettent les données grâce à des ondes électromagnétiques, qui sont caractérisées par leur fréquence (en hertz), c'est-à-dire le nombre d'oscillations qu'elles effectuent en une seconde. Le «spectre» est simplement un classement des ondes électromagnétiques par fréquences, allant des basses fréquences (les ondes radioélectriques qui sont utilisées en radio et télévision entre autres) jusqu'aux rayons X en passant par les micro-ondes et la lumière visible.

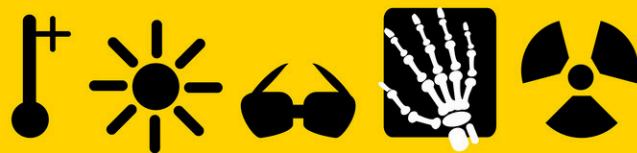
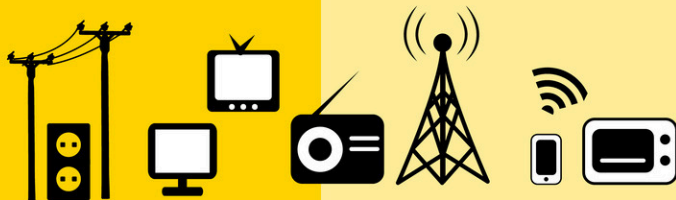
Pour faire court, dans votre téléphone, le texto, la voix ou les données sont codés en une combinaison de 0 et de 1 transposés sur une onde électromagnétique émise par l'antenne. Le signal est capté par une antenne «relais», puis acheminé sur de longues distances par câble ou fibre optique (sous forme de signal électrique) jusqu'à une autre antenne proche du destinataire qui réémet le tout sous forme d'ondes.

Pour éviter la cacophonie, chaque type de communication repose sur une bande du spectre prédéfinie : ainsi, la radio FM utilise une bande entre 87,5 et 108 mégahertz (MHz). La 4G, quant à elle, recourt à plusieurs gammes de fréquences, autour notamment de 700 MHz, 1 700 MHz et 2 100 MHz en Amérique du Nord. En réalité, autour de chaque gamme de fréquences, on utilise des intervalles de plusieurs mégahertz contigus. De la sorte, la gamme des 700 MHz couvre un bloc allant de 699 MHz à 806 MHz, pour une largeur de bande totale de 107 MHz.

Or, en télécommunications, la règle est très simple : plus la bande est large, plus le volume de données qu'elle peut transporter est important. Les opérateurs se battent donc – dans des ventes aux enchères – pour acquérir les droits d'usage sur des «blocs» du spectre les plus larges possible. Sauf que le spectre est saturé! Pour lancer la 5G, les opérateurs n'avaient donc que deux options : libérer des bandes de spectre déjà allouées ou en conquérir d'autres.

Finalement, la 5G opérera sur au moins trois zones du spectre : des fréquences basses, des fréquences hautes (au-delà de 1 000 MHz, on parle plutôt de la gamme des gigahertz ou GHz) et, pour la première fois dans des réseaux grand public, des fréquences très hautes dites «millimétriques» (vers 30 GHz). «Le spectre utilisé actuellement est congestionné, mais les ondes millimétriques sont un terrain encore inexploité, ce qui va nous donner accès à de très larges bandes», souligne Georges Kaddoum. De quoi satisfaire l'appétit des fournisseurs de services. «Autour de 700 MHz, les blocs vendus font environ 5 MHz de large. Autour de 24 GHz, on parle de tranches de 400 MHz», détaille Kris Joseph, auteur d'un rapport sur les enchères du spectre au Canada en 2018.

ZONE D'OPÉRATION 5G



Basses fréquences

Radiofréquences

Micro-ondes

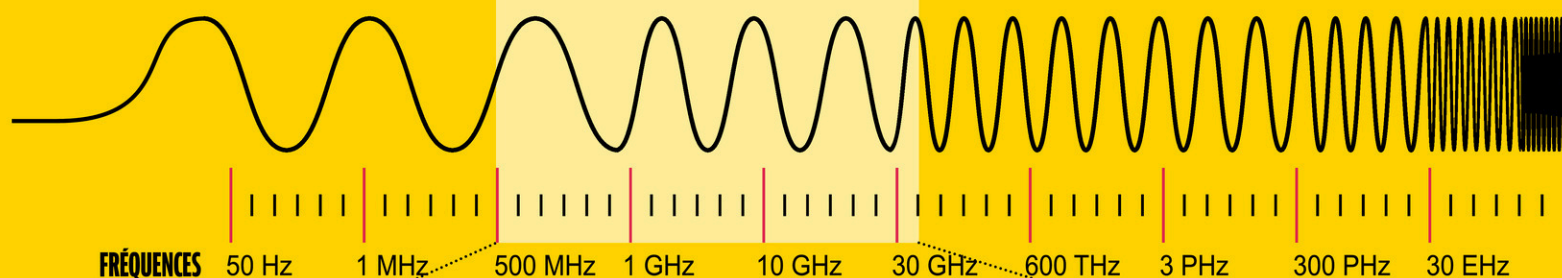
Infrarouge

Visible

UV

Rayons X

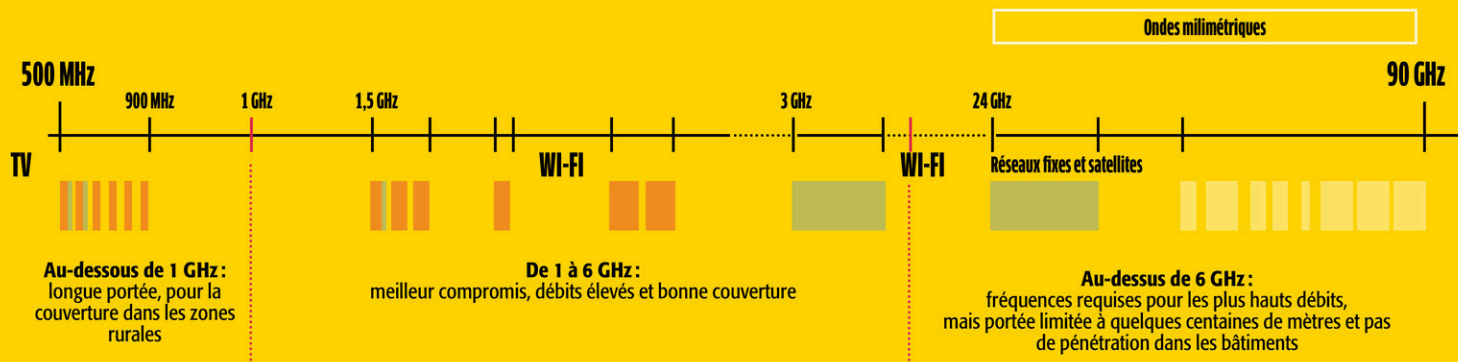
Gamma



BANDES DÉJÀ ALLOUÉES À LA 2G, 3G, 4G + 5G

BANDES 5G CHOISIES

BANDES 5G À L'ÉTUDE



C'EST POUR QUAND ?

L'allocation des fréquences aux différents usages (communications civiles, militaires, navales...) est encadrée à l'échelle mondiale par l'Union internationale des télécommunications, un organisme des Nations unies. L'attribution aux fournisseurs de services se fait de façon locale, dans chaque pays. Ici, c'est Innovation, Sciences et Développement économique Canada qui accorde les licences aux Bell, Rogers et autres Telus. «En 2019, il y a eu les enchères pour la bande des 600 MHz; cette année, ce sera le tour des 3 500 MHz et l'an prochain celui des ondes millimétriques», explique Eric Smith, premier vice-président de l'Association canadienne des télécommunications sans fil, qui regroupe la plupart des fournisseurs de services et d'équipement sans fil du pays. L'implantation de la 5G se fera donc de façon progressive, sur une dizaine d'années, à mesure que les autorités décideront de libérer de nouvelles fréquences.

LA 5G MENACE-T-ELLE LES PRÉVISIONS MÉTÉO ?

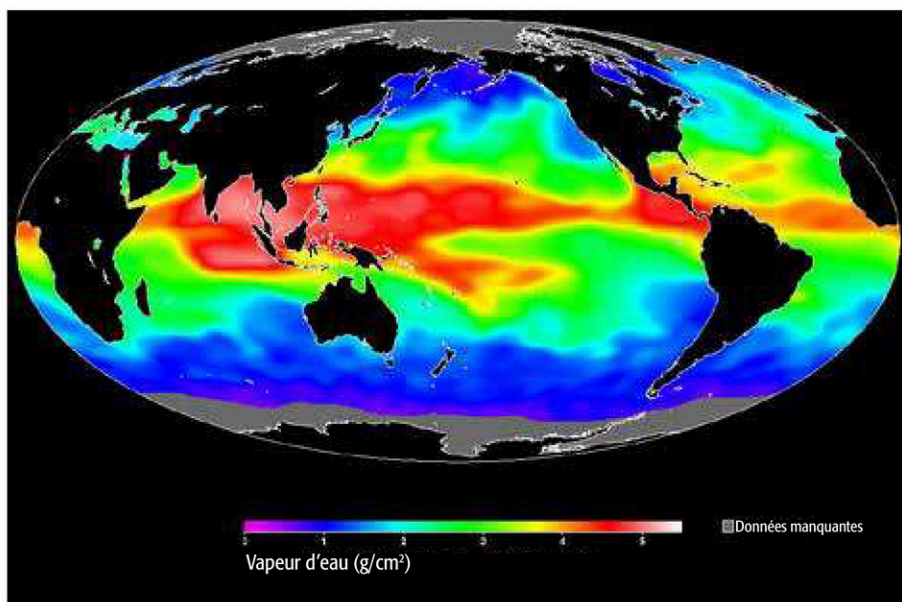
Le partage des fréquences ne se fait pas sans heurts. Fin 2019, l'Union internationale des télécommunications a décidé, sous la pression des opérateurs de téléphonie, que les fréquences autour de 26 GHz seraient attribuées à la 5G. Or, cette zone du spectre est déjà utilisée par les météorologues pour leurs prévisions. Si la 5G empiète sur leurs platebandes, la qualité des bulletins météo pourrait être sérieusement altérée.

« Tout ce qui nous entoure émet naturellement des ondes électromagnétiques, et la vapeur d'eau dans l'atmosphère émet un signal à 23,8 GHz, explique Alec Casey, météorologue à Environnement et Changement climatique Canada. Les satellites météo captent justement ce signal et ils sont très sensibles. Leurs données risquent d'être faussées dans les régions densément équipées pour la 5G. »

Depuis des mois, les météorologues sonnent l'alarme sur ce risque d'interférence, en demandant de préserver une zone tampon autour de 23,8 GHz. Hélas, leur voix n'a pas été entendue et la fourchette allouée à la 5G s'étalera de 24,25 à 27,5 GHz. Dangereusement proche des fréquences utilisées par les satellites de météorologie. « Nous, contrairement aux télécommunications, nous ne pouvons pas employer d'autres fréquences : c'est 23,8 GHz et rien d'autre ! » déplore Alec Casey.

Il précise que nul ne sait pour l'instant comment détecter les interférences et les mesures faussées. « Il y a d'autres façons de mesurer la quantité d'eau dans l'atmosphère, avec des ballons par exemple, mais les satellites sont un outil majeur. »

Neil Jacobs, météorologue et directeur de l'Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique, a estimé que ce chevauchement de fréquences pourrait réduire la précision des prévisions météo de l'ordre de 30 % — un retour aux années 1980, selon lui. « Le spectre électromagnétique est une ressource naturelle qui est surexploitée, analyse Alec Casey. Il y a beaucoup de compétition pour l'allocation des fréquences, et il faudrait au moins s'assurer que les services existants ne seront pas dégradés par l'arrivée d'une nouvelle technologie. »



LES TERMES DONT VOUS ENTENDREZ PARLER

ONDES MILLIMÉTRIQUES

Jusqu'à maintenant, les ondes millimétriques (de 24 à 86 GHz) étaient réservées aux communications satellites ou radar. Leur utilisation en téléphonie mobile est une nouveauté, qui vient avec son lot de défis. D'abord, en raison de leur très courte longueur d'onde (de l'ordre du millimètre contre quelques centimètres pour les ondes radio), les ondes millimétriques voyagent très mal. Un rien les arrête ou les perturbe : un mur, un arbre et même une averse. Selon les premiers tests, le débit de la 5G millimétrique peut être divisé par deux en cas de fortes pluies.

Conséquence ? Il faut multiplier le nombre d'antennes, car celles-ci ne peuvent couvrir qu'un territoire restreint, appelé « petite cellule ». Il faudra prévoir des antennes tous les 200 m environ. « La faible portée des ondes millimétriques a aussi des avantages, nuance Tareq Djerafi, spécialisé dans le sujet à l'Institut national de la recherche scientifique. Cela nous donne une forme de sécurité et de confidentialité, car on ne peut pas les capter à distance et cela minimise les interférences. »

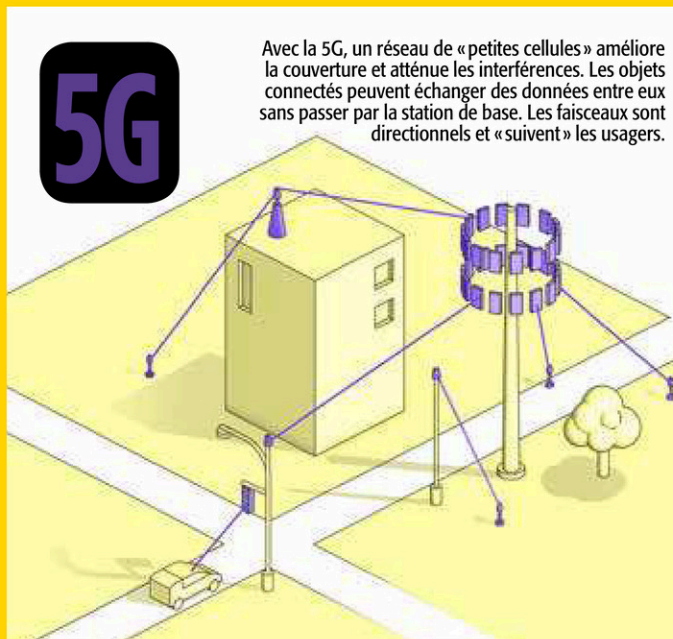
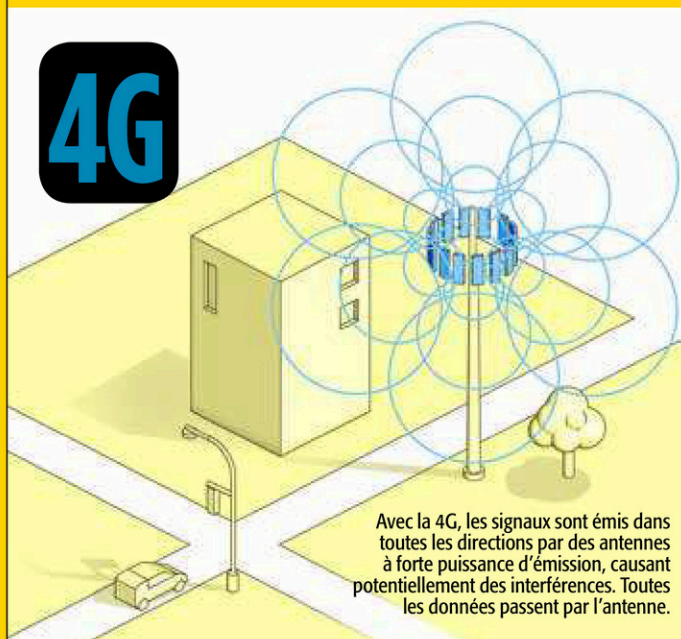
MIMO MASSIF

Plus les ondes sont courtes (millimétriques, en l'occurrence), plus les antennes sont petites. Cette miniaturisation permet de compacter de nombreuses antennes au sein d'une même « station », dans ce qu'on appelle des « MIMO massifs » (*multiple-input multiple-output*). « Le MIMO consiste à utiliser plusieurs antennes émettrices-réceptrices au lieu d'une seule. Pour la 4G et le Wi-Fi, on recourt déjà à deux ou quatre antennes. Avec le MIMO massif, on parle plutôt de dizaines d'antennes qui transmettront des signaux à plusieurs usagers en même temps », explique Paul Fortier, spécialiste de cette technologie à l'Université Laval. On peut donc cibler plus d'utilisateurs et, du même coup, augmenter la fiabilité de la communication.

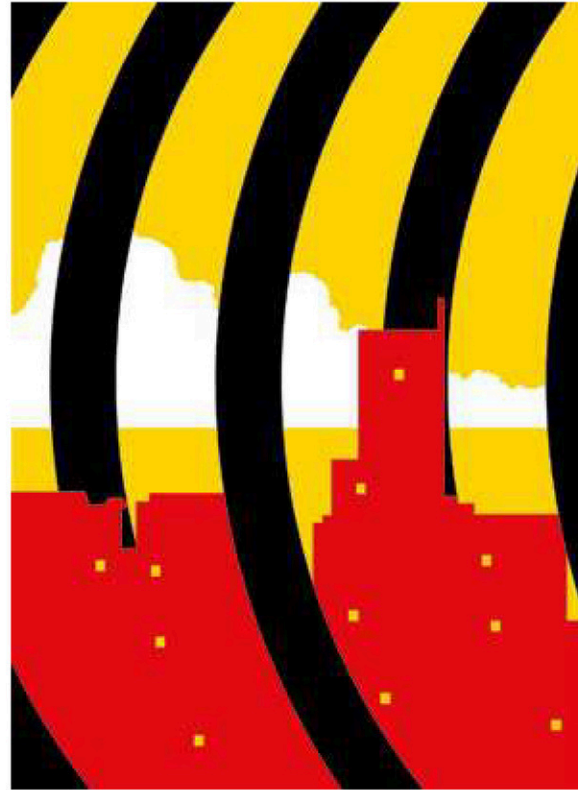
FILTRAGE SPATIAL

Ces antennes formeront des faisceaux plutôt que d'émettre des ondes dans toutes les directions. C'est le *beamforming* ou filtrage spatial. « On pourra estimer la position d'un utilisateur et le suivre quand il se déplace dans la cellule », ajoute Paul Fortier, qui travaille sur des algorithmes d'intelligence artificielle pour aider à localiser les usagers.

D'autres astuces, comme le découpage et la « virtualisation » des réseaux, permettront de rendre l'architecture de la 5G très malléable. « Le découpage en tranches des réseaux permet aux fournisseurs de services de créer des réseaux virtuels adaptés aux besoins. Chaque tranche servira à un service donné : les opérateurs n'alloueront pas la même tranche aux téléphones intelligents qu'à l'Internet des objets », indique Georges Kaddoum. L'allocation des « tranches » se fera de façon dynamique, en reconfigurant le réseau selon les besoins (on parle de réseaux programmés par logiciels ou *software-defined networks*).



Y A-T-IL DES RISQUES POUR LA SANTÉ ?



En décembre 2019, les élus de Sutton, en Estrie, ont demandé au gouvernement fédéral de décréter un moratoire sur l'implantation de la 5G « jusqu'à ce que les diverses études dégagent un consensus quant à l'absence de risque et d'impact de cette technologie sur la santé et l'environnement ».

Leur inquiétude fait écho à celle d'autres personnes un peu partout dans le monde, notamment en Suisse, au Royaume-Uni et en Australie. Certains scientifiques se sont même joints au mouvement : en 2015, un appel international signé par plus de 200 scientifiques de 41 pays demandait aux Nations unies et à l'Organisation mondiale de la santé d'appliquer le principe de précaution vis-à-vis de ces rayonnements. En 2019, l'appel a été réitéré, exhortant le Programme des Nations unies pour l'environnement « à protéger la nature et l'humanité des champs électromagnétiques ».

« Prouver l'absence totale de risques, c'est toujours hasardeux, peu importe la question, indique Mathieu Gauthier, conseiller scientifique à l'Institut national

de santé publique du Québec et auteur de rapports sur le sujet. Cela dit, on a beaucoup de connaissances sur les effets des radiofréquences, y compris aux fréquences qu'utilisera la 5G. » On sait notamment que ces ondes ont un effet thermique, c'est-à-dire qu'elles peuvent chauffer les tissus biologiques, mais qu'elles ne sont pas ionisantes – elles ne peuvent donc pas endommager l'ADN.

« Au cours des 30 dernières années, environ 25 000 articles scientifiques ont été publiés sur les effets biologiques des rayonnements non ionisants, rappelle l'Organisation mondiale de la santé sur son site. Les données actuelles ne confirment en aucun cas l'existence d'effets sanitaires résultant d'une exposition à des champs électromagnétiques de faible intensité. »

Pour ce qui est des cancers du cerveau, notamment, aucune hausse flagrante liée à l'utilisation des cellulaires n'a pu être mise en évidence chez l'humain. Chez les rongeurs, les résultats sont contradictoires. Quelques études, en particulier une américaine et l'autre italienne, publiées

en 2018, ont montré une augmentation des cas de deux cancers rares (le gliome cérébral et le schwannome cardiaque) à des fréquences comprises entre 700 et 2 700 MHz. Mais l'interprétation des résultats n'est pas simple, car les cas étaient rares, les animaux étaient très fortement exposés et, finalement, ceux qui ont reçu le plus d'ondes ont vécu en moyenne plus longtemps que les autres...

« Il faut continuer les recherches, juge Mathieu Gauthier. Des études de cohorte sont en cours, dans lesquelles on mesure l'utilisation réelle des téléphones sur de longues périodes. Mais pour l'instant, on ne connaît pas de mécanisme qui puisse expliquer le lien entre cancer et rayonnements non ionisants. »

Si les craintes suscitées par les rayonnements ne sont pas nouvelles, c'est surtout l'usage des ondes millimétriques qui ravive la colère. D'une part, elles ont été moins étudiées que les ondes de plus basse fréquence et, d'autre part, elles nécessiteront l'installation d'antennes dans les lampadaires, arrêts d'autobus



ou immeubles, au plus proche de la population. Toutefois, plus la fréquence est élevée, moins les ondes pénètrent dans les tissus. Les ondes millimétriques sont donc essentiellement arrêtées par la peau. Quant aux craintes à propos de la « puissance » des ondes millimétriques, elles sont infondées. Ces radiations restent moins énergétiques que la lumière visible par exemple. Et l'implantation de la 5G se fera surtout dans les gammes de fréquences qu'on utilise déjà aujourd'hui pour la téléphonie mobile et le Wi-Fi (au-dessous de 6 GHz). Pour les longues distances ou les zones faiblement peuplées, pas question d'avoir recours aux ondes millimétriques et à leurs multiples antennes. « Les ondes millimétriques, ce n'est qu'un aspect de la 5G. Seule une partie du réseau fera appel à ces ondes, comme dans les stades, qui regroupent beaucoup d'utilisateurs et où l'on aura besoin d'un débit très élevé », explique Georges Kaddoum, de l'École de technologie supérieure de Montréal.

De plus, même en ajoutant la 5G aux réseaux actuels, la quantité d'ondes totale

devra rester en deçà des seuils établis par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants, qui fixe des limites environ 50 fois plus faibles que le seuil d'apparition d'effets biologiques. « La source principale d'exposition, ce sont les téléphones. Leur niveau d'émission dépend de la qualité de la réception : si le signal est meilleur, que l'information est transmise plus rapidement, le téléphone émettra moins d'ondes », souligne en outre Mathieu Gauthier.

ET LA NATURE DANS TOUT ÇA ?

Reste un point sur lequel les études semblent peu nombreuses : l'effet du rayonnement électromagnétique sur la flore et la faune. Fin 2018, un éditorial publié dans le très sérieux *Lancet Planetary Health* s'inquiétait des risques de la pollution électromagnétique sur les insectes, dont certains, comme les abeilles, utilisent les champs magnétiques pour s'orienter. Par ailleurs, en mars 2018, une étude parue dans *Nature* montrait que certaines fréquences au-dessus de 6 GHz entraînent une hausse de leur température. « L'augmentation de la température corporelle des insectes pourrait changer leur comportement, leur physiologie, leur morphologie », soulignait l'étude. Une conclusion inquiétante dans un contexte de déclin généralisé des insectes.



LA 5G AURA-T-ELLE UN EFFET SUR L'ENVIRONNEMENT ?

Il est difficile d'anticiper les répercussions environnementales de la 5G tant que les modalités de son implantation restent inconnues. Quoi qu'il en soit, deux visions s'affrontent : alors que certains vantent la meilleure efficacité énergétique de la 5G, doublée d'une gestion plus « intelligente » des villes et de l'industrie, d'autres s'inquiètent de la prolifération numérique. Pour l'instant, le monde virtuel serait responsable d'environ trois à quatre pour cent des émissions mondiales de gaz à effet de serre et son empreinte écologique ne cesse d'augmenter.

Les « coûts » environnementaux sont multiples. Il y a d'abord ceux liés à la fabrication des infrastructures et des appareils (antennes, téléphones). « On a besoin d'antennes spécifiques pour chaque gamme de fréquences utilisée », dit le physicien Paul Fortier. Ainsi, pour le passage aux ondes millimétriques, il faudra installer 60 000 nouvelles antennes pour couvrir la ville de Montréal (où il y a présentement 1 200 antennes pour la 4G).

Autre écueil : on ne pourra pas accéder au réseau 5G avec un « vieux » téléphone... Ce dont se réjouissent ouvertement les fabricants. « La 5G dynamisera le marché des téléphones intelligents, qui a ralenti ces dernières années, ainsi que celui des téléviseurs, montres, tablettes et autres objets connectés », mentionnait Ben Arnold, analyste chez NPD Group, une entreprise américaine d'études de marché, au cours du dernier Consumer Electronics Show. Or, on sait que les trois quarts des répercussions environnementales des téléphones sont liées à leur fabrication, gourmande en minerais entre autres.

Qu'en est-il des conséquences environnementales associées à la transmission et au stockage des données ? « La 5G sera beaucoup plus efficace sur le plan énergétique que les générations précédentes, si l'on considère le nombre de bits pouvant être transférés par joule d'énergie consommée », signale Emil Björnson, qui conduit des recherches sur ces questions à l'Université de Linköping, en Suède. En d'autres termes, avec les débits promis, transmettre un bit d'information demandera moins de temps et d'énergie. Les batteries des cellulaires seront aussi moins énergivores. Et pour la première fois, l'Union internationale des télécommunications veut définir des objectifs d'efficacité énergétique.

Le réseau 5G pourra notamment être mis « en veille » aux heures creuses, ce qui n'est pas le cas avec la 4G. « La technologie MIMO massif, qui permet à de nombreux utilisateurs de partager les mêmes ressources radio, contribuera aussi à terme à une meilleure efficacité énergétique, ajoute le chercheur. On estime que la consommation d'énergie du réseau 5G complet sera à peu près la même que celle du réseau 4G actuel, qui restera bien sûr actif. Si l'on fait la somme des deux réseaux, on peut dire que la consommation d'énergie doublera. »

La Chine et la Corée, qui expérimentent déjà la 5G, ont néanmoins partagé des données inquiétantes. Fin 2019, « Huawei a publié un livre blanc qui avance que la consommation d'énergie des opérateurs mobiles sera multipliée par 2,5 à 3 dans les cinq ans à venir avec l'ajout de la 5G », rapporte Hugues Ferrebœuf, directeur du numérique au Shift Project, un groupe de réflexion

français sur la transition énergétique. En janvier 2020, il a cosigné une tribune dans le quotidien *Le Monde* intitulée « La 5G est-elle vraiment utile ? » Il y rappelle que 65 % de la consommation énergétique d'un opérateur mobile vient du fonctionnement des équipements fournissant la couverture radio. « Les opérateurs en Chine sont conscients du problème : ils commencent à négocier des remises sur le coût de l'électricité », dit-il.

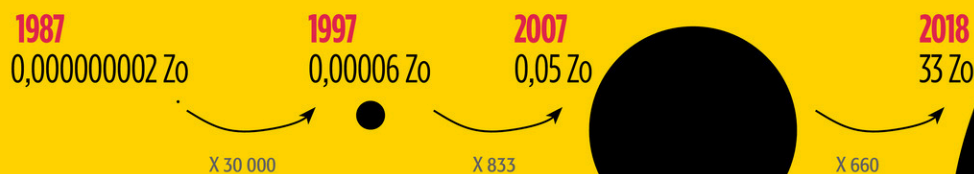
En outre, « si l'on peut transférer plus de données plus vite, cela risque de stimuler la consommation de données, craint Hugues Ferrebœuf. C'est ce que l'on commence à voir en Corée ». Et l'on sait que les centres de données sont des gouffres énergétiques, nécessitant une climatisation intense.

Si le passé est garant de l'avenir, il y a de quoi s'inquiéter. D'ici 2022, le trafic Internet mobile aura été multiplié par 113 fois depuis 2012, selon Cisco ! Prenons juste YouTube, car l'exemple est éloquent. La plateforme a annoncé en 2019 que 500 heures de nouvelles vidéos étaient chargées chaque minute... Un usage « insoutenable », selon le Shift Project.

« L'ampleur du problème dépendra de ce à quoi on destine la 5G. Si elle n'est utilisée que dans l'industrie ou pour désaturer les centres-villes, cela passe encore, mais si l'on veut couvrir l'intégralité d'un territoire, c'est une autre affaire, s'inquiète Hugues Ferrebœuf. Les consommateurs peuvent toutefois être un levier : si l'état d'esprit évolue, que l'on consomme mieux mais pas plus, les besoins en bande passante seront plus faibles que ce qui est anticipé. » À méditer. ●

EXPLOSION DES DONNÉES

Le volume des données échangées et stockées augmente de façon exponentielle et dépasse les 33 zettaoctets (Zo), ce qui équivaut à 660 milliards de disques Blu-ray. D'ici 2025, l'Internet des objets devrait faire gonfler ce chiffre à 175 Zo.



1 Zo = 1 000 milliards de milliards d'octets (1 octet valant 8 bits)

• SOURCES : NATURE ET STATISTA • NOTE : La taille des cercles ne respecte pas les proportions.



LA RECHERCHE DANS LE RÉSEAU DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

RECHERCHE AUTOCHTONE

Morning Star, Alex Janvier, 1993

ALLER DE L'AVANT

**Le pouvoir
féminin
autochtone**

**Les secrets de
la pharmacopée
de mère Nature**

**Entraide au
nord du 55^e
parallèle**

**Pour des
universités
inclusives**

SOMMAIRE

3 Retrouver sa voix

Comment la recherche, par l'entremise des arts, du design et des langues, permet-elle aux peuples autochtones de se réapproprier leurs cultures et de la transmettre?

6 La pharmacopée de mère Nature

Isabel Desgagné-Penix poursuit une quête : percer les secrets des plantes médicinales.

8 Entraide au nord du 55^e parallèle

Grâce à une étroite collaboration avec les Inuit, les travaux de Monique Bernier servent à la fois la science et les communautés nordiques.

9 Le pouvoir féminin autochtone

Que nous dit la recherche sur le leadership féminin autochtone? Tour d'horizon.

12 Aller plus loin, ensemble

Environnement, économie, énergie : les domaines où les chercheurs et les communautés autochtones travaillent main dans la main se multiplient.

14 Pour des universités inclusives

En classe et en recherche, une meilleure place est accordée aux Premiers Peuples, dans le respect de leurs savoirs et de leurs réalités.

ALLER DE L'AVANT

Il y a 30 ans, l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) a mis sur pied son Centre des Premières Nations Nikanite. Ce mot signifie « va de l'avant » en langues innue et atikamekw, et il incarne très bien le sentiment qui semble animer à la fois les communautés autochtones et le monde universitaire, dont le regard est résolument tourné vers l'avenir. Dans un esprit de dialogue, de réparation et de réconciliation, les universités se mettent au diapason des étudiants autochtones afin de mieux les accueillir dans les classes, les laboratoires et les groupes de recherche. Leur nombre est ainsi appelé à grandir, tout comme leur contribution à la science. Il en va de même pour les communautés disséminées aux quatre coins du Québec, de mieux en mieux intégrées aux projets de recherche. Désormais, les chercheurs s'engagent à ne plus mener leurs travaux « sur » les Premières Nations et les Inuit, mais bien à faire des activités de recherche « par », « pour » et « avec » ces peuples en les impliquant dès le début du processus. En somme, le milieu universitaire accorde du respect et de la valeur aux forces, aux idées, aux besoins et aux savoirs des Autochtones. Est-ce parfait? Bien sûr que non. Le chemin sera encore long pour panser les blessures, pour passer de la méfiance à la confiance, particulièrement dans un contexte où les Autochtones font entendre leurs revendications en investissant l'espace public. Mais la volonté y est.

Ce dossier est inséré dans le numéro d'avril-mai 2020 du magazine *Québec Science* (QS). Il a été financé par l'Université du Québec (UQ) et produit par le magazine *Québec Science*.

Le comité consultatif était formé de :

Marie Auclair, UQAM
Jean-François Millaire, UQTR
Yves Chiricota, UQAC
Pietro-Luciano Buono, UQAR
Karine Gentelet, UQO
Francine Tremblay, UQAT
Josée Charest, INRS
Josée Gauthier, ENAP,
Gabriel Lefebvre, ETS
Éric Lamiot, TÉLUQ
Céline Poncelin
de Raucourt, UQ
Valérie Reuillard, UQ
Marie Lambert-Chan, QS

Coordination :

Marie Lambert-Chan
et Valérie Reuillard

Rédaction :

Maxime Bilodeau
Gabrielle Brassard-Lecours
Martine Letarte
Émélie Rivard-Boudreau

Direction artistique :

Natacha Vincent

Révision-correction :

Pierre Duchesneau

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, en plus de contribuer au développement scientifique du Québec et au développement de ses régions.

Couverture :

Morning Star, Alex Janvier, 1993
Musée canadien de l'histoire
VH-D-276, IMG2009-0085-0001-Dm

RETROUVER SA VOIX

Comment la recherche, par l'entremise des arts, du design et des langues, peut-elle permettre aux peuples autochtones de se réapproprier leurs cultures et de la transmettre aux prochaines générations ?

Par Gabrielle Brassard-Lecours

*« Nous autres les probables
les lendemains
les restes de cœur-muscle
et de terre noire
Nous autres en un mot :
territoire*

*On a appris à contourner les
regards à devenir
beaux comme des cimetières
d'avions
à sourire en carte de bingo
gagnante*

*Frayer à même la cicatrice »**

Ces mots sont ceux de la poétesse ilnue **Marie-Andrée Gill**. Ils parlent d'amour et de transmission ; la transmission d'une culture et d'une identité qui se sont en partie perdues dans cette « cicatrice » béante laissée par le « génocide culturel » subi par les Premiers Peuples du Canada, comme le concluait la Commission de vérité et réconciliation du Canada en 2015.

Aujourd'hui, nombreux sont ceux qui tentent d'apporter réparation aux Autochtones dépossédés, y compris les chercheurs. Marie-Andrée Gill se trouve aux premières loges de ces efforts : à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), elle a obtenu une maîtrise en lettres en 2019 et elle travaille actuellement comme assistante de recherche à la Chaire de recherche sur la parole autochtone, dirigée par le professeur **Luc Vaillancourt**. Or, malgré les meilleures intentions, la réappropriation culturelle et identitaire n'est pas chose aisée. « Au sein de la chaire, on a remarqué que le volet historique qui s'intéresse à la renaissance ne fonctionne pas très bien, parce qu'il n'est pas orienté vers les besoins et les intérêts concrets des communautés », dit l'artiste.

En effet, jusqu'à maintenant, les travaux de la chaire s'intéressaient notamment à l'archéologie de la parole autochtone, ou aux traces de celle-ci dans les écrits historiques de certains colonisateurs. « Mais avons-nous besoin d'une énième analyse des écrits de Jacques Cartier ? » s'interroge Marie-Andrée Gill. Ce type de réflexion a poussé la chaire à réorienter ses travaux sur les réalités des communautés autochtones, explique Luc Vaillancourt.

« À la demande pressante de nos partenaires autochtones, nous pensons nous concentrer davantage sur l'ici, maintenant et le futur, plutôt que de tenter d'exhumer un passé souvent douloureux, voire traumatique, confirme le professeur. On n'a pas manqué de nous rappeler dès le début du projet que les héros des uns – les premiers colons, les missionnaires – sont souvent les démons des autres, mais il nous fallait ancrer nos recherches dans une perspective historique qui rendrait compte de l'évolution d'un certain rapport à la parole, de sa récupération idéologique par les allochtones jusqu'à sa réappropriation par les Autochtones. »

« Il nous apparaît plus urgent, désormais, de décoloniser la recherche et d'intégrer d'emblée la perspective autochtone avant de nous pencher à nouveau sur le passé, poursuit-il. Sinon, on risque fort de répéter les

* Tiré du recueil *Frayer* (La Peuplade, 2015)



mêmes erreurs d'interprétation que lors des premiers contacts. C'est une histoire qui ne peut pas et qui ne doit pas s'écrire d'un seul point de vue. » Le scénario idéal, selon lui, serait que les non-Autochtones se retirent de l'équation : « Mon ambition, en fondant cette chaire, est de la transférer entièrement à un contrôle autochtone », révèle l'universitaire. Il souhaiterait la céder entre autres à Marie-Andrée Gill. Mais, comme le souligne celle-ci : « Je ne sais pas si je suis faite pour un travail de bureau... »

LE POIDS DES MOTS

Chez les peuples autochtones, la transmission s'opère surtout à l'oral. D'où l'intérêt du milieu universitaire, qui peut certainement contribuer à la documentation et à l'archivage des savoirs autochtones en vue de les passer aux prochaines générations. Dans certains cas, les recherches sont à même de permettre à certains aspects de la vie autochtone, comme les langues, de ne pas disparaître complètement.

C'est justement ce que fait **Richard Compton**, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en connaissance et transmission de la langue inuit à

l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Il a publié un dictionnaire sur l'inuinnaqtun, un dialecte inuktitut. Ses recherches actuelles portent sur la nature de la polysynthèse dans les langues inuit, ce qui signifie que les mots de ces idiomes présentent un degré de complexité plus élevé que dans la majorité des langues. Le professeur s'intéresse donc à leur vocabulaire, leur syntaxe, leur origine et leurs différents dialectes, comme l'inuktitut.

Si son travail est utile pour l'aspect documentaire des langues, Richard Compton considère que ce n'est pas suffisant pour maintenir les liens de transmission linguistique, menacés dans plusieurs communautés autochtones au Québec. « Ce ne sont pas les linguistes qui peuvent sauver la langue. Il faut aussi qu'il y ait une volonté de la communauté et d'une génération de la parler, de la transmettre », affirme l'universitaire.

Selon lui, une partie de la solution passe par une restructuration des institutions, afin que les Autochtones puissent étudier et travailler dans leur langue. L'une des recommandations de la Commission de vérité et réconciliation du Canada est d'ailleurs de

créer des cours et des programmes en langues autochtones à tous les niveaux d'enseignement. « S'il y avait des incitatifs extérieurs à parler la langue d'origine, comme des emplois ou des cours universitaires, on verrait plus les avantages de conserver les dialectes autochtones », croit Richard Compton. « En ce moment, le français et l'anglais sont les seules langues permettant d'accéder au pouvoir et de communiquer avec les gouvernements », ajoute-t-il.

PRÉCIEUX OBJETS

L'identité se façonne et évolue non seulement par l'entremise des langues, mais aussi par les objets qui peuplent le quotidien. À cet égard, « les Inuit sont considérés parmi les meilleurs designers de la préhistoire, mais personne ne m'en a parlé pendant mes études », constate **Élisabeth Kaine**, professeure associée d'origine huronne-wendat à l'Université du Québec à Chicoutimi. Une aberration, selon elle, alors que nous aurions tant à apprendre de la philosophie qui guide les artisans des Premiers Peuples. « La production effrénée d'une société capitaliste, qui exige le remplacement rapide des objets, nous a menés à une véritable catastrophe écologique et hu-



La poignée de ce grattoir est sculptée pour épouser parfaitement la forme de la main de l'utilisateur, ce qui rend cet outil plus ergonomique que les contemporains, selon Élisabeth Kaine.

GRATTOIR INUVIALUIT, 1900-1905. ANCIENNEMENT DE LA COLLECTION FORBES D. SUTHERLAND, DON DE MARGARET ET YVONNE SUTHERLAND. MUSÉE MCCORD, ME930.20

Cette parka inuit est faite de membrane d'intestin de phoque. Elle est supérieure au plastique puisque, tout en étant imperméable, elle permet l'évaporation de la transpiration. Parfaitement étanche grâce à des systèmes de fermeture aux poignets et autour du visage, ce vêtement assurait, par son patron, confort et liberté de mouvement aux chasseurs d'animaux marins.

PARKA IMPERMÉABLE À CAPUCHON YU'PIK OU INUPIAT, 1919. DON DE R. G. OLIVER. MUSÉE MCCORD, ME942.28



maine, rappelle la chercheuse. Pour les sociétés autochtones traditionnelles, un objet n'aura pas à changer si le besoin auquel il répond ne change pas. Il sera plutôt amélioré par essais et erreurs pendant des centaines d'années, conservé et réparé, puisque l'énergie nécessaire pour le produire est précieuse.»

Cette vision du design confère aux objets un rôle d'intermédiaire exceptionnel entre les humains et leur environnement. Pensons par exemple aux grattoirs, dont la forme est parfaitement adaptée à la main de l'utilisateur, ou encore aux vêtements – et plus particulièrement aux vêtements inuit – offrant une protection contre les intempéries inégale tout en permettant l'aisance des mouvements essentiels à la survie. «La production mécanisée a appauvri notre relation aux objets : celui ou celle qui les crée n'est pas celui qui connaît le besoin, parce que ce sont maintenant les équipes marketing qui les conçoivent», déplore Élisabeth Kaine.

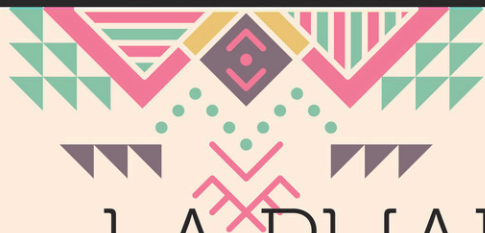
La chercheuse croit aussi, comme Luc Vaillancourt et Marie-Andrée Gill, que les Autochtones doivent être au cœur des recherches qui les concernent, sur le terrain comme dans les dépar-

tements universitaires. Elle y travaille au quotidien : Élisabeth Kaine est en effet cotitulaire de la Chaire UNESCO en transmission culturelle chez les Premiers Peuples comme dynamique de mieux-être et d'*empowerment* [autonomisation] de l'UQAC. «Notre premier objectif, c'est de donner plus de pouvoir à nos partenaires autochtones dans le domaine de la recherche», explique-t-elle. Les champs d'intervention de la chaire sont multiples : ils portent entre autres sur la transmission et la médiation par l'art, sur la formation en art et son enseignement, sur le développement économique durable, sur la formation en travail social et sur l'évaluation psychosociale du processus de résilience. Au cœur de chacun de ces thèmes se trouve l'idée qu'il faut intégrer et reconnaître les principes, les valeurs et les idéologies autochtones dans la définition culturelle des communautés, par et pour elles-mêmes.

Cependant, la gouvernance demeure une question préoccupante. «Je suis cotitulaire de la première chaire autochtone de l'UNESCO, mais comment puis-je affirmer ça quand un seul des 15 chercheurs est autochtone? se

questionne Élisabeth Kaine. Pour affirmer une telle chose, il faut que la gouvernance soit autochtone. Il faut changer les mentalités.» À la mise sur pied de la chaire, la chercheuse a donc réuni une quarantaine d'acteurs autochtones pour leur demander ce à quoi ils voulaient que le poste ressemble. «Ils n'étaient tellement pas habitués à être consultés qu'ils ne savaient pas quoi répondre», se souvient-elle.

À ses débuts dans le monde universitaire, en 1989, Élisabeth Kaine a aussi vécu un malaise. «Je ne parlais pas de mes origines autochtones dans le milieu, jusqu'à ce que je me rende compte qu'en le disant, ça changeait tout : on passait tout de suite de la méfiance à la confiance», raconte la professeure. Parler de ses racines fait maintenant partie de sa méthodologie. «Il faut toujours commencer un projet de recherche par les présentations de part et d'autre; c'est très important. On doit réparer avant de se réconcilier, et ça ne se fera pas qu'en tendant la main : il faut reconstruire. Et ça passe par tous les domaines. La recherche peut y contribuer, surtout en donnant la gouvernance de la recherche aux Autochtones», conclut Élisabeth Kaine. ●



LA PHARMACOPÉE DE MÈRE NATURE

De la cuisine de sa grand-mère aux labos de l'UQTR, Isabel Desgagné-Penix poursuit sa quête : percer les secrets des plantes médicinales.

Par Émélie Rivard-Boudreau

Qui aurait cru que des cataplasmes de moutarde allaient pousser une jeune fille brillante et curieuse à entreprendre des études qui la mèneraient un jour à produire des cannabinoïdes à partir de microalgues? C'est pourtant le fabuleux destin d'**Isabel Desgagné-Penix**, professeure de biochimie à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR).

Aujourd'hui titulaire de la Chaire de recherche sur l'ingénierie métabolique des microalgues et de la Chaire de recherche du Canada sur le métabolisme spécialisé végétal, cette biochimiste d'origine innue cumule les honneurs, notamment un Prix Mitacs – soulignant son leadership exceptionnel – de même que le Prix Lee-Lorch, qui récompense la qualité de son enseignement et de sa recherche. C'est sans oublier son implication au sein de la communauté, tout particulièrement auprès des groupes autochtones. Sans fard et avec une bonne dose d'humour, elle nous raconte ici son parcours, où s'entremêlent souvenirs d'enfance, récits de chamans, histoires d'amour passionnel et connaissances biochimiques hyper pointues, le tout porté par une détermination hors du commun.

QS Pourquoi avez-vous choisi d'étudier les plantes médicinales?

Plus jeune, je lisais beaucoup de livres, parfois romancés, qui parlaient de plantes ou de chamans. Je voyais ma grand-mère et nos voisins qui préparaient des cataplasmes de moutarde quand j'avais la grippe, et toutes sortes

d'autres décoctions. Des fois, ça marchait, et des fois, ça ne marchait pas. Je me suis toujours demandé comment ces plantes pouvaient nous guérir... ou pas!

QS Et aujourd'hui, comprenez-vous pourquoi?

Bien sûr! Prenez le chaga, un champignon médicinal utilisé par les Premières Nations. Il contient des milliers de molécules, toutes avec des propriétés différentes. On y trouve des sucres, des composés phénoliques, des stéroïdes et des vitamines. Les sucres sont très solubles dans l'eau et les stéroïdes sont solubles dans les graisses. En diluant de la poudre de chaga dans de la graisse d'ours, on peut extraire les molécules lipophiles – qui aiment la graisse –, dont l'acide bétulinique, qui a des propriétés anticancéreuses. Celui-ci a recours à différents mécanismes, mais il fait entre autres des petits trous dans les membranes des cellules cancéreuses. Par contre, si on infuse le chaga dans de l'eau chaude, on va plutôt extraire des sucres, dont les glucanes immunomodulateurs, parfois dits « antidiabétiques ».

QS Quelle est votre méthode de travail?

Je lis sur les méthodes autochtones traditionnelles et, ensuite, je confirme le mécanisme et les effets des molécules en laboratoire. Les plantes médicinales sont un sujet complexe. J'essaie de respecter les savoirs traditionnels autochtones, mais je ne veux pas m'embarquer dans une guerre dans laquelle il faut les valider à tout prix. Les connaissances traditionnelles orientent plutôt mes choix de familles de plantes et du type de molécules.

QS Dans le milieu de la recherche, comment est perçu votre intérêt pour les plantes médicinales?

Quand je dis que je suis biochimiste, c'est bon. Quand je dis que je travaille avec les plantes, je baisse d'un niveau. Quand je précise que ce sont des plantes médicinales, je descends encore d'un cran. Si j'ajoute que je travaille avec les savoirs traditionnels, là, j'attire des regards disant : « Quosé que tu fais là? » Ce ne sont pas des approches qui sont utilisées couramment par les chercheurs, mais j'ai tout de même réussi à faire ma place et à démontrer la qualité de mes recherches. Je n'ai pas à rougir de travailler avec les plantes médicinales. J'ai autant de publications, de subventions et d'étudiants dans mon laboratoire que n'importe quel autre chercheur.

QS Sur quelle plante travaillez-vous présentement?

On étudie les microalgues et les molécules du cannabis. On a réussi à produire des cannabinoïdes dans des algues en laboratoire. Les cannabinoïdes sont les molécules du cannabis qu'on connaît pour leurs effets médicaux – analgésiques, anti-inflammatoires et psychotropes. Les cannabinoïdes les plus étudiés pour le moment sont les psychotropes tétrahydrocannabinol (THC) et cannabidiol (CBD). On fait de la biologie synthétique. C'est comme un « copier-coller » : on prend la « recette » du cannabis dans son ADN et on la copie dans la microalgue. Ensuite, on fait pousser les microalgues et on arrive ainsi à produire des molécules de cannabis. Ce processus demande moins de

nutriments et d'espace que la culture traditionnelle de cannabis. Cette découverte pourrait réduire de beaucoup le prix des cannabinoïdes vendus pour leurs vertus pharmaceutiques.

Ce n'est que le début, car on souhaite recréer une panoplie de molécules thérapeutiques dans les microalgues, afin de réduire l'exploitation des plantes médicinales dans la forêt; surtout les espèces en voie d'extinction. Il faut éviter d'avoir plein de monde qui s'en va en forêt pour arracher les plantes servant à faire des médicaments.

QS Votre parcours personnel et professionnel sort de l'ordinaire. Racontez-nous.

J'ai grandi sur les bords de la rivière Métabetchouane, dans le village de Desbiens, au Lac-Saint-Jean. J'ai toujours été bonne à l'école. La première fois que j'ai fait de la recherche, c'est lorsque j'étais à la maîtrise en biologie cellulaire à l'Université de Sherbrooke. C'était passionnant, mais j'étais loin de mon coin de pays. J'avais un *chum* et je voulais vivre avec lui. Tout ça a entraîné une série de décisions que je n'aurais sans doute pas dû faire... mais je les assume.

Après ma maîtrise, je suis retournée chez moi pour travailler comme directrice d'un laboratoire de microbiologie. Ça payait bien, mais ça ne satisfaisait pas ma curiosité. Avec mon *chum*, ça ne fonctionnait pas non plus. À un moment donné, j'en ai eu plein mon casque! J'ai rencontré un homme du Texas sur Internet et j'ai acheté un billet d'autobus pour aller à sa rencontre. Ça a été le coup de foudre! On a eu un enfant. Mais ce n'était pas rose : j'ai vécu des problèmes de violence conjugale. Entre-temps, une professeure de l'Université du Texas à San Antonio m'a acceptée comme étudiante au doctorat. Je n'avais pas le profil typique : j'étais plus vieille que les autres, j'avais un enfant, j'avais un parcours différent... mais je le faisais pour améliorer mes conditions de vie et celles de mon fils. Au terme de mon doctorat, j'ai décroché un stage postdoctoral à l'Université de Calgary pour travailler sur le pavot à opium et ses molécules. Là, j'avais les deux mains dans les plantes médicinales, sans compter

que je bénéficiais des plus récentes technologies en biologie et en biochimie. J'étais comblée. Ça m'a permis d'obtenir mon poste de professeure ici, à l'UQTR, quelques années plus tard.

QS Vous avez contribué à plusieurs initiatives qui encouragent les liens entre les Premières Nations, la science et le monde universitaire. Quelles sont-elles ? Et pourquoi est-ce important pour vous ?

Plus jeune, j'étais à la recherche de modèles de femmes autochtones qui étaient professeures d'université, chercheuses, scientifiques, médecins ou architectes. Mais je n'en voyais pas ! J'ai ce privilège aujourd'hui, et je désire aller vers les jeunes pour leur montrer que des Autochtones et des femmes en science, ça existe, et qu'on a notre place dans les universités. On fait avancer les choses grâce à notre culture et à nos expériences différentes. Dans le fond, je tente de faire comme ces gens, dont des femmes en science, qui ont cru en moi et qui m'ont fait progresser.

Voilà pourquoi j'ai créé le Groupe de recherche et d'initiatives autochtones à l'UQTR, qui compte plus d'une trentaine de membres de plusieurs disciplines. Notre objectif est de favoriser le réseautage dans la communauté universitaire pour mieux comprendre et améliorer les réalités autochtones en enseignement, en recherche et dans les services à la collectivité. C'est également pour cette raison que j'agis comme juge à l'Expo-sciences Autochtone Québec. Comparativement à l'Expo-sciences «allochtone», on s'intéresse davan-

tage à des sujets culturels. Par exemple, on compare les raquettes traditionnelles avec celles en aluminium; on s'intéresse à la confection des canots, ou aux propriétés des plantes médicinales... Autre différence : les jeunes sont souvent accompagnés par leur enseignant, leur tante, leur cousin ou leur *kokom* (grand-mère).

Je suis aussi membre de plusieurs comités en lien avec les réalités autochtones, et je représente l'UQTR aux tables locale et régionale d'accessibilité aux services pour les Autochtones de La Tuque et de la Mauricie. Je ne représente pas une nation, qu'elle soit innue ou québécoise; je ne représente pas toutes les femmes en science non plus. Je parle en mon nom et en mes convictions, et je travaille en parallèle à sensibiliser mes collègues aux réalités autochtones. ●

Isabel Desgagné-Penix,
professeure de biochimie
à l'Université du Québec à
Trois-Rivières (UQTR)



ENTRAIDE AU NORD DU 55^e PARALLÈLE

La neige et la glace n'ont plus de secrets pour Monique Bernier. Grâce à une étroite collaboration avec les Inuit, les travaux de cette chercheuse servent à la fois la science et les communautés nordiques.

Par Émélie Rivard-Boudreau

Les rives et les baies du Nunavik sont surveillées de près. Depuis une douzaine d'années, la spécialiste de la télédétection **Monique Bernier** scrute des images satellites et numériques afin de mieux comprendre les changements climatiques au nord du Québec. Certes, les images captées ne sont pas spectaculaires comme celles de glaciers qui s'effondrent. Par contre, elles corroborent les observations rapportées par les chasseurs et pêcheurs inuit. «D'une année à l'autre, on remarque que la durée du couvert de glace et son épaisseur varient grandement. Comme au sud, les hivers ne se ressemblent plus nécessairement», explique la chercheuse au Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). «Ce qu'on a vu de plus tangible, c'est que les petits arbustes ont grossi dans les dernières années», ajoute-t-elle.

L'évolution de l'épaisseur de la glace préoccupe aussi la population inuit. «Si la glace devient trop mince, ça peut nuire à la sécurité des gens qui se déplacent sur les rivières», souligne Monique Bernier, dont certains travaux ont été directement commandés par les Inuit. «À la baie Déception, les deux communautés de Salluit et de Kangiqsujuaq ont demandé qu'une étude soit faite sur l'effet de la navigation sur la glace. C'est là que la mine Raglan sort le minerai», indique-t-elle. Un article scientifique sur les trois premiers hivers d'observation sera d'ailleurs publié sous peu. «On a noté que les bateaux pas-

saient toujours au même endroit et que, pour le moment, cela n'avait pas d'incidence directe sur la glace ailleurs dans la baie et sur la débâcle au printemps», affirme la spécialiste.

IMPLIQUER LES COMMUNAUTÉS

La réussite des recherches nordiques repose inévitablement sur une relation respectueuse avec les communautés locales. «Quand on va au Nunavik, on n'est pas chez nous!» signale Monique Bernier, qui travaille étroitement avec l'organisation régionale Kativik et la Société Makivik.

Juupi Tuniq, de Salluit, a d'ailleurs agi comme guide pour l'INRS. «J'aime beaucoup ce travail, qui me permet de sortir sur le territoire et de chasser parfois en même temps», déclare-t-il en anglais. L'homme constate cependant que la circulation des chercheurs sur le territoire inquiète parfois les gens des communautés. «Ils craignent que l'on fasse des choses qui nuisent à leur chasse. Parfois, ils m'approchent pour en savoir davantage», témoigne-t-il.

Monique Bernier et son équipe veillent à ce que les Inuit puissent profiter le plus possible des résultats de leurs recherches. Par exemple, le programme Avativut («notre environnement» en inuktitut) a impliqué des élèves dans de véritables cueillettes de données. Également, à la demande de la population, quatre caméras ont été installées dans des sentiers de motoneige situés près de Salluit et de Kangiqsujuaq. «On peut voir ce qui se passe en temps réel et connaître les conditions

des chemins», cite-t-elle en exemple. Juupi Tuniq confirme que cet outil est rassurant pour les Inuit. «Ces caméras sont équipées d'un bouton d'urgence», ce qui facilite les opérations de secours, explique-t-il.

Monique Bernier espère que la télédétection franchira bientôt de nouvelles frontières. «Actuellement, avec les capteurs radar, on mesure l'épaisseur de la glace de rivière, mais pas celle de la mer. À cause du sel dans l'eau, le signal est absorbé et ne descend pas dans la glace profondément», dit-elle. La professeure considère qu'une telle avancée permettrait de sécuriser les Inuit dans leurs déplacements, particulièrement en cette ère de changements climatiques. ●

Début 2018, l'équipe de suivi des glaces est à l'œuvre. Elle est composée de guides du village de Salluit et de **Véronique Gilbert**, chercheuse à l'INRS et représentante de l'Administration régionale Kativik.



LE POUVOIR FÉMININ AUTOCHTONE



Plusieurs femmes autochtones occupent déjà une place importante au sein de leur communauté, tandis que d'autres ont du mal à se faire entendre. Que nous dit la recherche sur le leadership féminin autochtone ?

Par Gabrielle Brassard-Lecours

Les femmes autochtones, en plus des nombreuses violences qu'elles ont subies de toutes parts depuis des décennies, ont été déposées d'un grand nombre de savoirs ancestraux de même que d'une importante parole, qui refait peu à peu surface. Ainsi, jusque dans les années 1970 – époque à laquelle des directives sanitaires les ont poussées vers les hôpitaux –, ces femmes accouchaient elles-mêmes de leurs enfants avec l'appui des sages-femmes, alors très nombreuses. Or, le changement de politique a entraîné l'interruption d'une série de rituels importants : les cérémonies des nouveau-nés, celles des premiers pas, ou encore les rituels impliquant le placenta, dont les nouvelles mères doivent se défaire d'une manière particulière (l'enterrer sous un arbre, par exemple) pour consolider le lien à la terre et au territoire que l'enfant qui vient de naître occupera toute sa vie.

Il s'agit justement de l'un des sujets de recherche de **Suzy Basile**, directrice du Laboratoire de recherche sur les enjeux relatifs aux femmes autochtones – Mikwatisiw de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), qui cherche à documenter ces expériences d'accouchement ainsi que les rituels entourant la naissance pour que les femmes puissent se les réapproprier.

Le laboratoire de Suzy Basile a vu le jour à la suite des recommandations de la Commission de vérité et réconci-

liation du Canada. D'autres initiatives comme la Commission d'enquête sur les relations entre les Autochtones et certains services publics au Québec (aussi appelée « Commission Viens ») et l'Enquête nationale sur les femmes et les filles autochtones disparues et assassinées ont aussi ouvert la porte à la création de groupes de recherche et de chaires.

« Les femmes autochtones ont été écartées des sphères de décision ; leurs rôles et leurs responsabilités, ignorés par les politiques coloniales ; leurs savoirs, leur lien au territoire et les conséquences de l'exploitation des ressources, dénigrés par les chercheurs et les décideurs. De plus, les recherches ont généralement omis de considérer l'impact de la colonisation sur la contribution des femmes à la vie sociale et à la gouvernance de leurs communautés et de leurs nations, notamment en ce qui concerne le territoire et les ressources naturelles. Le rôle des femmes autochtones au sein de leurs nations respectives demeure méconnu et négligé », écrit Suzy Basile dans « La relation des femmes autochtones au territoire », publié en 2018 dans le *Magazine de l'Acfas*. Le texte lui-même est tiré de la thèse de doctorat de la chercheuse, qui portait sur la place des femmes atikamekw dans la gouvernance du territoire et des ressources naturelles.

À l'heure actuelle, le laboratoire Mikwatisiw répertorie l'ensemble des recherches qui ont été faites sur les



femmes autochtones au Québec et au Canada. Pour y parvenir, la directrice travaille donc de façon collaborative avec plusieurs regroupements de femmes ayant ce profil, ce qui a pour effet de créer une certaine effervescence autour de ses travaux. «Je n'ai même pas le temps d'inventer un sujet de recherche qu'on m'en soumet», affirme la scientifique, qui est elle-même originaire de la communauté atikamekw de Wemotaci, en Mauricie. Elle travaille en ce moment à dresser un portrait de l'implication des femmes autochtones en politique au Québec. «Ce portrait n'existe pas. Avant 1951, les femmes autochtones ne pouvaient pas participer aux assemblées publiques ni se présenter aux

élections. Ça prend du temps, restaurer ce pouvoir qu'on leur a sciemment retiré... On voit de plus en plus de femmes qui s'impliquent dans leur communauté et dans les organismes autochtones, mais aussi en politique provinciale et fédérale», explique Suzy Basile.

Ses recherches ont des retombées directes sur les communautés. Par exemple, dans sa thèse, la chercheuse mettait en lumière l'importance de la pâte de bleuets, un savoir-faire unique aux Autochtones. Devant ce constat, quelques femmes de Wemotaci ont décidé de fonder leur entreprise pour commercialiser, à petite échelle et de façon artisanale, cette pâte. Voilà une belle façon pour ces femmes de gagner en autonomie, tout en mettant de l'avant leurs savoirs.

LIBÉRER LA PAROLE

«On se sent fières, valorisées d'être à l'université, et moins isolées dans ce qu'on vit.» C'est là le témoignage d'une des participantes à l'école d'été des femmes autochtones, mise sur pied par **Geneviève Pagé**, professeure de science politique à l'Université du Québec à Montréal (UQAM), en partenariat avec l'association Femmes autochtones du Québec et le service aux collectivités du même établissement universitaire. Deux écoles de ce genre se sont tenues en 2017 et 2018; une troisième devrait avoir lieu à l'été.

Au total, huit femmes autochtones y ont pris part. Même si celles-ci jouaient déjà un rôle dans leur communauté, «elles n'ont pas nécessairement les outils théoriques et historiques pour analyser les dynamiques qui sont en cours dans les sphères économique ou politique, par exemple», confie Geneviève Pagé.

Les femmes ont donc suivi un cours intensif de deux semaines donné par **Isabelle Picard**, une ethnologue, chargée de cours à l'UQAM et chroniqueuse à *La Presse* qui est originaire de Wendake. En plus de transmettre leurs expériences pratiques, les participantes en ont appris



Suzy Basile, directrice du Laboratoire de recherche sur les enjeux relatifs aux femmes autochtones – Mikwatisiw

davantage au sujet des changements de pouvoir dans le temps, de la Loi sur les Indiens, des conseils de bande comme structure de gouvernance, des dynamiques gouvernementales, etc. «Ça fait partie de l'histoire, mais ça détermine des relations dans le présent. Si on veut que les Autochtones – particulièrement les femmes – interagissent avec le gouvernement, ils doivent comprendre comment celui-ci fonctionne et décortiquer les pouvoirs à l'œuvre d'une manière posée qui sort de l'émotion», explique Geneviève Pagé.

Il s'est dégagé de l'expérience un véritable sentiment d'autonomisation, tant collectif qu'individuel. Les participantes ont pu analyser les frustrations et les défis auxquels elles font face dans leur communauté, pour ainsi mieux faire valoir leurs revendications. Grâce à cette expérience, certaines se sont trouvé un emploi, tandis que d'autres ont pris les devants pour organiser un projet; une femme a quant à elle choisi de poursuivre un parcours universitaire.

La libération de la parole passe également par la commémoration du

passé, et ce, même s'il est douloureux et grevé par les injustices. C'est ce à quoi s'intéresse **Audrey Rousseau**, collaboratrice au Laboratoire de recherche sur les enjeux relatifs aux femmes autochtones – Mikwatisiw de l'UQAT et professeure de sociologie à l'Université du Québec en Outaouais (UQO). À travers des récits, des témoignages et des commémorations, elle tente de cartographier les mémoires. Le but : contrer l'«invisibilisation» de certaines voix de femmes, de familles et de communautés, et combler des lacunes historiques.

Travaillant avec différents regroupements autochtones, l'universitaire vise en filigrane, par son projet de recherche, à assurer le mieux-être des femmes. «Nous voulons, à travers l'oralité, transmettre la parole pour que certaines situations ne se reproduisent pas [les violences faites aux femmes autochtones, par exemple]», explique Audrey Rousseau, qui inclut les femmes tout au long du processus.

«L'autonomisation des femmes – *empowerment* en anglais – est déjà à l'œuvre dans les communautés, pour

suit-elle. Les femmes occupent certains postes importants dans différentes instances et sont des agentes de changement dans leur milieu. Notre recherche vient donc rendre compte du travail qui se fait déjà, tout en posant des questions ayant pour objectif de lier les savoirs scientifiques à la réalité du terrain afin de voir comment les femmes peuvent bénéficier concrètement de nos données.»

Les effets de cette réappropriation se feront peut-être bientôt sentir jusque dans les couloirs universitaires. Car qui de mieux que les femmes autochtones elles-mêmes pour faire des recherches sur les sujets qui les concernent? Travailler à la gouvernance et à la présence des Autochtones au sein même des universités est un objectif de plus en plus recherché par les institutions d'enseignement supérieur (voyez «Pour des universités inclusives», p. 14). «En ce moment, on est très peu de chercheuses autochtones. Ça se compte sur les doigts d'une main, et on est sursollicitées. J'ai hâte d'avoir du renfort!» dit Suzy Basile en riant.

ÉLECTIONS : LES QUESTIONS AUTOCHTONES PEU DISCUTÉES

Des chercheurs de l'École nationale d'administration publique (ENAP) ont, lors de la dernière élection fédérale, à l'automne 2019, choisi de répertorier la fréquence des sujets autochtones abordés par les principaux partis politiques sur le réseau social Twitter.

L'un de leurs constats : ces questions ont fait l'objet d'à peine 3 % des discussions dans les gazouillis répertoriés. «On s'attendait à ce que ça prenne beaucoup plus de place», admet **Jean-François Savard**, professeur agrégé à l'ENAP ayant pris part à cette recherche exploratoire. Le chercheur explique aussi que les sujets autochtones étaient principalement abordés sous un angle environnemental, et que le rapport de l'Enquête nationale sur les femmes et les filles autochtones disparues et assassinées n'a été discuté par aucun parti pendant la campagne électorale. Comme quoi il reste encore fort à faire pour que les questions entourant les Autochtones soient sur toutes les lèvres...●



ALLER PLUS LOIN, ENSEMBLE

Environnement,
économie, énergie :
les domaines où
les chercheurs et
les communautés
autochtones travaillent
main dans la main se
multiplient – au même
rythme que les solutions
qui en émergent.

Par Maxime Bilodeau

LE CARIBOU, CE SYMBOLE

Le caribou est au cœur de la vie et de l'identité de maintes communautés autochtones. On le chasse depuis des lunes pour sa viande, certes, mais aussi pour ses tendons, sa fourrure et ses ramures. Chez les Innus, on le vénère : plusieurs légendes font référence à Papakassi, l'esprit du caribou, le maître de tous les animaux. Cela explique pourquoi l'espèce – tout particulièrement celui des bois, réputé en déclin – est devenue un symbole de multiples revendications autochtones (territoriale, préservation de l'identité, etc.).

Or, il ne resterait que de 6 000 à 8 500 caribous forestiers au Québec, et plusieurs hardes, comme celle de Charlevoix, sont menacées de disparition imminente. «L'exploitation forestière intensive des dernières décennies a altéré les écosystèmes. Cela a créé des habitats hautement favorables à la présence de prédateurs du caribou, comme l'ours et le loup», constate **Martin-Hugues St-Laurent**, professeur à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR).

Ce chercheur est régulièrement contacté par des conseils de bande ainsi que par des gouvernements régionaux autochtones pour étudier et améliorer la conservation du caribou forestier. «Je peux par exemple mettre un dispositif d'étude sur pied, puis inviter les communautés à le suivre pendant quelques années dans le but de générer des données pertinentes sur le caribou, comme ses mouvements sur le territoire», illustre-t-il. Par le passé, il a produit des avis scientifiques pour le compte des Innus de Pessamit relativement à l'aménagement de lignes électriques par Hydro-Québec et à ses répercussions sur le caribou. Ces jours-ci, Martin-Hugues St-Laurent discute avec les Cris d'Eeyou Istchee Baie-James pour les aider à élaborer un plan d'organisation et d'utilisation du territoire respectueux du cervidé.

Bien que ses conclusions sur les causes du déclin des hardes aient pour effet de donner des munitions aux communautés autochtones dans leurs revendications territoriales, le scientifique se fait un point d'honneur de demeurer neutre dans le débat sur la conservation du caribou forestier qui sévit actuellement sur la place publique. «Je donne les mêmes informations aux Autochtones, aux gouvernements, aux forestiers, aux groupes de pression et aux citoyens. Mon travail en est un de garde-fou. Ce sont aux politiques de trancher – en toute connaissance de cause, on l'espère», dit-il.

Hugo Asselin, professeur à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)



L'ENTREMETTEUR

La rareté de la main-d'œuvre se ressent jusque dans les entrailles du sous-sol de l'Abitibi-Témiscamingue. Paradoxalement, les sept communautés anichinabées (communément appelées «algonquines») disséminées sur le territoire sont aux prises avec de forts taux de chômage. Pour **Hugo Asselin**, professeur à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), il n'y a aucun doute : il s'agit là d'une occasion à saisir pour enrayer la pénurie de travailleurs qui sévit dans les mines, secteur névralgique de l'économie régionale.

«Nous avons donc rencontré des employeurs miniers, des travailleurs et des non-travailleurs autochtones ainsi que des responsables d'intégration de la main-d'œuvre de mines situées en Abitibi-Témiscamingue, dans le Nord-du-Québec et au Nunavut. Le but : broser un portrait complet de la situation afin de favoriser une meilleure insertion en emploi», explique le professeur, qui est aussi directeur de l'École d'études autoch-

tones. À l'issue de ce remue-ménages, dont les résultats ont été publiés l'année dernière dans la revue *Resources Policy*, les chercheurs ont constaté une différence significative entre les mines obligées de recruter de la main-d'œuvre autochtone et celles qui ne le sont pas, en vertu de traités et d'ententes. «Les premières ont mis en place des mesures pour plaire à ces travailleurs, sous la forme de programmes de formation, de mentorat et d'adaptation des milieux de travail, comme l'aménagement de locaux réservés à la cuisine traditionnelle autochtone», explique-t-il. Ces ouvriers le leur rendent bien : ils sont à la fois plus nombreux (23 % de l'ensemble des travailleurs contre 1 % pour les mines non contraintes) et plus heureux au boulot. «De manière générale, plus la proportion de travailleurs autochtones est élevée, meilleur est le climat de travail dans les mines. Cela suggère qu'un certain seuil d'embauche autochtone doit être atteint afin que des résultats positifs se concrétisent», écrivent les chercheurs.

Ce n'est là qu'un exemple des nombreux ponts qu'Hugo Asselin jette entre le monde des allochtones et celui des Premières Nations. À ce titre, le biologiste de formation aime d'ailleurs se qualifier d'entremetteur. Sa spécialité? S'asseoir avec ces communautés, les écouter et s'abreuver à leurs connaissances et savoirs issus de traditions millénaires. «Ils ont une vision de leur environnement où tout est interrelié, le vivant comme le non-vivant, le tangible et l'intangible. Comme scientifiques, nous ne pouvons pas arriver avec nos gros sabots et déclarer, du haut de notre tour d'ivoire, que tout ça est faux. Il faut valoriser ces échanges, car ils sont synonymes de solutions», fait-il valoir.

13

VERS UN CAMP VERT

Au kilomètre 456 de la ligne ferroviaire Tshiuetin, à mi-chemin entre Emeril Junction et Schefferville, se trouve la station Esker. Ce camp-dortoir est d'une importance cruciale pour les employés de la compagnie innue Transport ferroviaire Tshiuetin, qui y trouvent en outre un toit pour effectuer des travaux d'urgence. Comme ce camp isolé en milieu nordique n'est pas relié au réseau électrique d'Hydro-Québec, les travailleurs sont contraints d'utiliser une génératrice au diesel pour s'éclairer, se chauffer et subvenir à leurs besoins. Mais le coût environnemental est assez élevé : plusieurs milliers de litres de carburant sont utilisés chaque année pour l'électrifier.

«L'entreprise trouvait que la facture énergétique du camp Esker était astro-

nomique. Pour vous donner une idée, il en coûtait de trois à quatre fois plus par mètre carré pour le chauffer par rapport à une résidence normale située à Sept-Îles», raconte **Daniel Rousse**, professeur à l'École de technologie supérieure. Avec des collègues du Cégep de Sept-Îles et de l'UQAR, le chercheur a été mandaté, il y a quelques années, pour réduire la dépendance du camp aux énergies fossiles. Pour ce faire, plusieurs paramètres ont été considérés, de l'isolement géographique de l'endroit à la topographie en passant par l'ensoleillement et la vitesse des vents.

À la suite de cette analyse énergétique, menée de concert avec la compagnie, deux solutions ont été envisagées. La première : remplacer la vieille génératrice de 150 kilowattheures (kWh), trop

grosse pour les besoins du camp, par une série de petites de 10, 20 et 30 kWh qui fonctionnent en séquences et est contrôlée de manière intelligente. La seconde, plus novatrice : instaurer un système hybride reposant en partie sur l'éolien et le solaire, voire la biomasse (copeaux de bois). Au bout du compte, Transport ferroviaire Tshiuetin a néanmoins décidé de maintenir le *statu quo*, pour des motifs économiques. «Il ne faut jamais oublier que nous sommes des chercheurs universitaires qui, par définition, souhaitons implanter une solution idéale. Au moins, ce projet leur aura donné l'heure juste, ce qui est déjà un bon pas par en avant», se réjouit Daniel Rousse. En outre, les conclusions de ces travaux pourraient être récupérées dans un contexte similaire, en sites nordiques isolés. ●



POUR DES UNIVERSITÉS INCLUSIVES

Les Premiers Peuples sont encore peu nombreux dans les universités québécoises, surtout aux cycles supérieurs. Mais au fil du temps, une meilleure place leur est accordée, dans le respect de leurs savoirs et de leurs réalités.

Par Martine Letarte

« C' était comme si je rentrais à la maison. » Voilà comment s'est sentie **Cyndy Wylde** lorsqu'elle a présenté son projet de thèse à **Suzy Basile**, professeure d'origine atikamekw à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT). « Elle savait de quoi je parlais. »

Son sujet : la surreprésentation des femmes des Premières Nations dans les prisons québécoises. Un phénomène très peu documenté alors que les recherches sur les services correctionnels se font plutôt sur le plan national. « De nombreux facteurs contribuent à la surreprésentation des femmes autochtones dans le système carcéral : leur double discrimination, comme Autochtone et comme femme; les violences physiques, psychologiques et sexuelles; les traumatismes intergénérationnels; les placements en famille d'accueil; les problèmes de consommation; l'éloignement du milieu; les enjeux liés à la langue; la situation d'emploi difficile; les problèmes de santé mentale; l'itinérance... », énumère Cyndy Wylde, qui a travaillé 25 ans au sein du service correctionnel fédéral. Celle qui a agi comme experte pour la Commission d'enquête sur les relations entre les Autochtones et certains services publics au Québec est aussi l'une

des rares doctorantes autochtones dans le réseau universitaire québécois. Son parcours a été parsemé d'embûches : elle a été refusée à l'Université de Montréal parce qu'elle n'avait pas fait une maîtrise avec mémoire. Puis elle a été acceptée en sociologie à l'Université du Québec à Montréal (UQAM), à condition de faire une propédeutique. Toutefois, ne percevant que peu d'intérêt sur place pour ses préoccupations, elle a abandonné son projet de doctorat il y a quelques années avant de le reprendre à l'UQAT, sous la codirection de Suzy Basile et de **Hugo Asselin**, directeur de l'École d'études autochtones.

« À la suite de mes mauvaises expériences, j'ai d'abord refusé qu'un non-Autochtone codirige ma thèse, raconte en rigolant Cyndy Wylde, qui est maintenant chargée de cours dans plusieurs établissements de l'Université du Québec (UQ). Mais Suzy Basile m'a dit que Hugo Asselin connaît très bien la culture autochtone et qu'il en est un défenseur. Je l'ai rencontré et, tout de suite, j'ai changé mon fusil d'épaule. »

Étudier à l'UQAT se veut en quelque sorte un retour aux sources pour celle qui est originaire de Pikogan, en Abitibi-Témiscamingue. Arrivée dans la région de Montréal à l'âge de 6 ans, Cyndy Wylde a vécu difficilement le déracinement. « Lorsque je retournais dans ma

communauté pendant les congés scolaires, je pleurais tout le long du retour vers Montréal », se souvient la femme d'origine anicinape, qui, il y a 15 ans, s'est aussi découvert des racines atikamekw. « Lorsque j'ai mis le pied à l'UQAT, à Val-d'Or, je me suis tout de suite bien sentie, dit-elle. D'abord, plusieurs éléments de la culture des Premières Nations sont présents, comme la structure du pavillon – qui est en forme de tipi –, et le personnel connaît et respecte autant la culture que l'histoire. Je suis à la bonne place. »

UN RAPPORT QUI Pousse À AGIR

Les obstacles rencontrés par Cyndy Wylde ne risquent pas de surprendre **Laurent Jérôme**, professeur à l'UQAM et membre du Groupe de recherche interdisciplinaire sur les affirmations autochtones contemporaines (GRIAAC). En 2017, il a publié – avec **Léa Lefevre-Radelli**, alors doctorante – une enquête sur l'expérience des Autochtones à l'université où il enseigne, réalisée avec le Cercle des Premières Nations de l'UQAM. On y mentionnait que, contrairement à d'autres universités montréalaises, l'UQAM n'avait pas établi de structures d'accueil pour des étudiants autochtones ni élaboré de politique institutionnelle en la matière. « Il apparaît ainsi qu'à l'heure actuelle, tout l'effort d'adaptation repose sur les étudiants eux-mêmes, qui doivent connaître et maîtriser les codes,

la pensée, la langue et la culture organisationnelle de la société majoritaire pour pouvoir étudier et réussir», peut-on y lire. L'enquête rappelle aussi que les inégalités d'accès à l'éducation entre les Autochtones et les allochtones sont réelles au Canada : environ la moitié des représentants du premier groupe âgés de 25 à 64 ans étaient titulaires d'un titre d'études postsecondaires en 2011, contre près de 65 % pour ceux du deuxième groupe.

Le rapport de recherche propose des recommandations pour induire un véritable changement. Rapidement, un comité sur la réconciliation avec les peuples autochtones a été créé à la Commission des études de l'UQAM. Un local, baptisé Niska, a été ouvert pour les étudiants autochtones, et on y a embauché un responsable qui avait les mêmes origines. L'établissement universitaire a aussi créé un poste d'agent de soutien à la réussite des étudiants autochtones et réservé des places aux membres des Premières Nations dans le baccalauréat en droit, un programme très contingenté. Il a également assoupli certaines règles pour l'admission des étudiants autochtones, en plus de favoriser la reconnaissance de

l'expertise et de l'expérience des chargés de cours autochtones. «Il est encore trop tôt pour mesurer l'effet de ces mesures, mais nous entendons qu'elles portent leurs fruits, indique Laurent Jérôme. L'UQAM organise une fête culturelle autochtone, maintenant, et on voit un engouement des étudiants allochtones pour les questions autochtones.» Il poursuit : «Il y a un vent de changement dans les perceptions. Le local Niska est aussi devenu un espace sécurisant, de solidarité et de rencontre pour les étudiants autochtones. Il faudrait maintenant pérenniser le financement de ces initiatives.»

POUR UNE MEILLEURE INCLUSION

De son côté, l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) travaille avec les communautés autochtones depuis sa fondation, en 1969. Il y a 30 ans, elle a même mis sur pied son Centre des Premières Nations Nikanite – qui signifie «va de l'avant» en langues innue et atikamekw – pour accueillir les étudiants autochtones et les aider dans leur cheminement universitaire.

En collaboration avec le Cégep de Baie-Comeau et la communauté innue



Carole Lévesque, chercheuse à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS)

15

APPRENDRE LES UNS DES AUTRES

À la fin juillet, un comité formé d'une quinzaine de chercheurs et de détenteurs de savoirs autochtones s'est réuni dans la communauté crie de Chisasibi, en bordure de la baie James. Le groupe était invité à découvrir le musée local, le Centre culturel et patrimonial de Chisasibi, devenu lieu d'archivage pour la communauté. En plus des classes d'élèves qui visitent l'endroit, les tout-petits de la garderie voisine participent à des ateliers de transmission des savoirs qu'on y donne.

Cette visite a été réalisée dans le cadre d'un projet de recherche dirigé par **Carole Lévesque**, chercheuse à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), qui vise à comprendre les dimensions de la transmission des savoirs et de la réussite éducative en milieu autochtone. «L'idée de réussite dépasse largement le cadre scolaire chez les Autochtones; elle renvoie plutôt à un accomplissement personnel, familial et communautaire qui requiert la maîtrise d'un ensemble d'informations, de pratiques, de relations et d'actions ancrées dans la culture, observée. Pour que les écoles du réseau québécois constituent des environnements accueillants pour les jeunes Autochtones, elles doivent créer des ponts directs avec les détenteurs de savoirs des Premières Nations.» Financé par le Réseau de recherche et de connaissances relatives aux peuples autochtones DIALOG de même que par la Fondation Lucie et André Chagnon, ce projet de recherche est fondé sur ce qu'on appelle «la coconstruction des connaissances». «Le comité fonctionne comme une communauté apprenante, explique Carole Lévesque. Chacun apporte sa contribution; nous apprenons les uns des autres, et un réel dialogue s'installe entre le milieu universitaire et les groupes autochtones, qui, ne l'oublions pas, ont aussi leurs particularités d'un territoire à un autre.»

À l'image des Cris de Chisasibi, d'autres communautés accueilleront cette année des ateliers au cours desquels elles communiqueront leurs initiatives en vue de transmettre leurs savoirs. L'objectif consiste à mieux comprendre comment intégrer ces connaissances et façons de faire dans les politiques publiques afin d'améliorer les conditions de vie en milieu autochtone, notamment en matière d'éducation, mais aussi d'aménagement du territoire et de développement communautaire. Carole Lévesque espère ainsi fournir aux décideurs des pistes d'action «extrêmement concrètes». «On se rend compte que même les gens très ouverts aux réalités autochtones dans les gouvernements ont peu de matériel avec lequel travailler», rappelle la chercheuse.





de Pessamit, l'université a publié en 2015 le *Guide d'intervention institutionnelle*. L'idée est de soutenir le personnel enseignant et professionnel dans ses actions auprès des étudiants autochtones afin de favoriser leur réussite éducative. Pour y arriver, plusieurs entrevues individuelles et de groupes ont été réalisées. «Une grande partie des problèmes étaient liés à une méconnaissance, de part et d'autre, des exigences et des pratiques sociales», indique **Roberto Gauthier**, professeur au Département des sciences de l'éducation de l'UQAC, qui était le responsable scientifique du projet. Par exemple, les entrevues ont montré que les enseignants trouvaient le niveau de motivation des étudiants autochtones varié et difficile à cerner. De leur côté, les étudiants autochtones témoignaient qu'ils étaient avant tout motivés par le désir de retourner dans leur communauté pour y mettre en pratique les connaissances acquises à l'université. Par

contre, ils sont aux prises avec plusieurs difficultés qui affectent leur motivation, comme la solitude et la maîtrise difficile du français.

Pour le bénéfice des professeurs et chargés de cours de l'UQAC venant de partout au Québec, le Centre des Premières Nations Nikanite a créé un site web, *Regards croisés*, qui diffuse les conclusions de ces travaux. Il a en outre mis sur pied un cours de français d'appoint adapté. «C'est une approche de langue seconde qui tient compte de la culture autochtone», explique **Sophie Riverin**, chargée de gestion à Nikanite, qui organise aussi tous les deux ans le Colloque sur la persévérance et la réussite scolaires chez les Premiers Peuples.

Par ailleurs, le réseau de l'Université du Québec a décidé d'agir plus largement en créant la Table de travail sur les réalités autochtones. Le but : favoriser une meilleure collaboration

ainsi qu'un partage des bonnes pratiques afin d'améliorer la réussite éducative. Membre de cette initiative, **Isabelle Savard**, qui est professeure spécialisée dans la considération des variables culturelles et contextuelles au Département d'éducation de l'Université TÉLUQ, a proposé notamment de créer une propédeutique pour les Autochtones effectuant un retour aux études. «Nous voulons que ces cours puissent être suivis sans accès à Internet dans les communautés, parce que plusieurs futurs étudiants autochtones ont des enfants, et le déplacement en ville est souvent complexe et traumatisant», indique-t-elle, précisant que la propédeutique est mise au point en collaboration avec l'UQAC et l'UQAT.

Finalement, c'est grâce à la force de la communauté – ce qui est tout à fait cohérent avec les valeurs des Premières Nations – que les universités parviendront à une meilleure inclusion. ●

UN ENGAGEMENT BIEN RÉEL

Le rapport de la Commission de vérité et réconciliation du Canada identifiait l'éducation comme «la clé de la réconciliation». Devant ce constat sans appel, l'organisme Universités Canada n'a fait ni une ni deux : il a lancé un forum annuel réunissant des dirigeants d'universités, de collèges et de collectivités autochtones. L'objectif : apporter des changements durables dans le milieu de l'enseignement supérieur afin de faire progresser la réconciliation.

La sixième édition de cet événement se tiendra pour la première fois dans l'est du pays, qui plus est au Québec, du 10 au 12 novembre 2020. Coorganisé par le réseau de l'Université du Québec (UQ) et l'Université Laval, le forum accueillera quelque 300 participants venant de partout au pays, qui seront invités à échanger sous le thème «S'engager dans les pas des étudiants des Premiers Peuples».

«Nous souhaitons que le plus grand nombre d'étudiants autochtones et inuit puissent poursuivre des études du secondaire à l'université, déclare **Johanne Jean**, présidente de l'UQ. Il faut surmonter les barrières systémiques qui freinent leur réussite, et pour cela, nous avons l'ambition de proposer des mesures concrètes à l'issue du forum. Le temps des vœux pieux est terminé; il faut passer à l'action, comme le réclament justement les représentants des communautés autochtones.»

Des comités de gouvernance et de programmation, composés également d'Autochtones et d'allochtones, sont déjà à l'œuvre pour planifier le forum. La diversité autant que la vitalité des communautés des Premières Nations et des Inuit du Québec seront à l'honneur, assure M^{me} Jean.

Par ailleurs, les participants auront l'occasion de réfléchir à des données à paraître au printemps qui retraceront «tout ce qui se fait par, pour et avec les Premiers Peuples dans le monde universitaire québécois en matière de recherche, d'enseignement et de gouvernance», explique Johanne Jean. «Pour mieux agir, nous devons avoir une lecture juste de la situation, poursuit-elle. Par exemple, les étudiants autochtones décrochent; c'est vrai. Mais ce sont aussi les plus grands "raccrocheurs". Ils font souvent un retour aux études au début de la trentaine, après avoir fondé leur famille. Leurs trajectoires sont multiples, et nous devons leur offrir un soutien mieux adapté.» À l'évidence, pour Johanne Jean, l'engagement ne se limite pas au thème du forum : il est bien réel.

Pour plus d'informations : uquebec.ca



2 WEEK-ENDS complètement vélo!

Aller à vélo entre amis, en famille, en amoureux.
Rythmer le quotidien différemment. Goûter la beauté
du Québec. C'est faire le plein de moments mémorables!



Petite AVENTURE

3 au 5 juillet dans les Cantons

Rien de tel que des vélo-vacances à votre rythme pour passer en mode été! Vous roulez principalement sur l'Estrade et la Montérégiade, populaires tronçons de la Route verte, dans la belle région des Cantons, et dormez deux nuits à Granby.

en partenariat avec



GRAND TOUR

1^{er} au 3 août en Mauricie-Lanaudière

Le grand air, le corps actif : belle façon de vous ressourcer! Découvrez des portions méconnues de la Mauricie et de Lanaudière sur un parcours bucolique via Shawinigan et Saint-Gabriel-de-Brandon. À proximité de Montréal et Québec.

en partenariat avec



Duo Week-ends
Roulez les **DEUX** et
ÉCONOMISEZ!

Réservez vos vacances

veloquebecvoyages.com

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

photos : François Poirier



Vélo Québec
VOYAGES

Titulaire d'un permis du Québec

PAROLES DE ROBOT

Les assistants vocaux intelligents tels que Siri et Alexa s'améliorent constamment. Auront-ils un jour un discours réellement intéressant ?

PAR ANNIE LABRECQUE

ILLUSTRATION : FRANÇOIS BERGER

« **S**iri, appelle au bureau. » Il suffit de quelques mots énoncés à voix haute pour qu'un assistant virtuel

vous obéisse, qu'il s'agisse de faire jouer votre liste d'écoute favorite ou de vous renseigner sur la météo du lendemain. Mais n'ouvrez pas votre cœur à ces agents toujours fidèles au poste sur votre téléphone ou haut-parleur intelligent. Cela risque de se corser, comme l'a découvert une équipe de l'Institut québécois d'intelligence artificielle (Mila) qui figurait parmi les finalistes du premier concours *Alexa Prize* en 2017.

Alexa est l'assistant vocal personnel d'Amazon. La compagnie tente depuis trois ans d'améliorer ses aptitudes oratoires par l'entremise d'une compétition entre scientifiques. Et c'est du sérieux ! Après plusieurs mois de travail, le robot virtuel de chaque équipe interagit avec un humain

sous l'oreille attentive de plusieurs juges. Celui qui sera capable de soutenir une conversation cohérente de 20 minutes sur une panoplie de sujets fera gagner à son équipe une cagnotte de un million de dollars américains. Signe que ce défi n'est pas à la portée de tous, aucune n'a encore réussi l'exploit.

Iulian Serban, un membre de l'équipe montréalaise, raconte l'histoire d'une volontaire ayant testé le système de 2017 de l'équipe. Elle avait perdu son mari pendant la guerre en Afghanistan et a confié au système à quel point ce drame affectait toujours sa famille. « Notre robot a compris qu'il s'agissait d'un problème familial et a démontré de l'empathie. Ils ont discuté ainsi pendant une longue période jusqu'à ce que le robot demande : "Parlez-moi de votre famille" », relate Iulian Serban. Malaise... L'incident révèle que les assistants vocaux ont la mémoire courte !

Malgré les limites de ces outils, environ 40 % des Canadiens font appel à leurs services, d'après un sondage réalisé en 2017 par Media Technology Monitor, et la croissance se poursuit, selon eMarketer.



Flairant le potentiel commercial de ces bêtes numériques qui bavardent, les géants comme Apple, Microsoft, Google et Amazon travaillent à les perfectionner et investissent massivement dans ce secteur, estimé à 49 milliards de dollars américains. Ils visent ni plus ni moins à mettre au point un assistant vocal qui serait maître dans l'art de la conversation.

Pourquoi est-ce si compliqué d'y parvenir ? Parce que, pour créer un robot conversationnel réellement intéressant, il faudrait déjà comprendre comment fonctionne la communication humaine, rappelle Sasha Luccioni, chercheuse postdoctorale à Mila. « On ne saisit pas tout à fait la manière dont les êtres humains apprennent et traitent le langage, explique-t-elle. Il y a deux courants de pensée en ce moment dans le domaine de l'intelligence artificielle. Certains croient qu'on doit comprendre les humains et s'en inspirer pour améliorer la machine. D'autres pensent plutôt qu'il faut avoir suffisamment de données pour que la machine puisse apprendre de ces dernières. »

Car les agents conversationnels « s'entraînent » sur de grands jeux de données et se basent sur des probabilités pour construire leur discours. Par exemple, si le robot entend « Comment ça va ? » il reconnaît que la phrase la plus souvent employée pour répondre à cette question ressemble à « Je vais bien et vous ? »

S'il est désormais facile pour un robot de répondre à une question aussi simple – au début de l'implantation d'Alexa, en 2014, il n'était pas rare de devoir répéter une demande à plusieurs reprises avant d'être compris –, c'est autre chose lorsque la phrase de l'interlocuteur est longue. « La machine ne sait plus quoi faire », déclare Marie-Jean Meurs, professeure au Département d'informatique de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et membre d'HumanIA, un regroupement multidisciplinaire de chercheurs qui s'intéressent aux enjeux sociaux et éthiques de l'intelligence artificielle. Un rien peut faire dérailler le dialogue. C'est le cas des accents des interlocuteurs, notamment celui des Écossais, qui est souvent mal perçu par l'assistant. Il n'y a pas si longtemps, l'accent québécois donnait aussi

bien des maux de tête aux robots, qui se sont depuis adaptés pour le comprendre.

Pour débroussoler encore plus la machine, parlez-lui par ellipses, fait observer la professeure de l'UQAM. « Si je plaisante en faisant un sous-entendu sur l'actualité, je n'ai pas besoin de m'expliquer davantage pour que vous compreniez. Mais c'est une tâche impossible pour un système automatique présentement. »

Dans la vie, les discussions ne suivent justement pas de schéma particulier ! Les participants au concours *Alexa Prize* l'ont bien compris. « La conversation peut porter sur un tas de sujets. On s'assure donc de diversifier le dialogue en incluant une multitude de réponses possibles et en restant cohérent, c'est-à-dire en ne sautant pas d'un sujet à l'autre, mais en gardant l'interlocuteur sur un thème qui l'intéresse », dit Zhou Yu, professeure associée d'informatique, qui agit à titre de conseillère pour l'équipe de l'Université de Californie à Davis. Qu'arrive-t-il si l'on pose une question pour laquelle aucune réponse n'est prévue dans la base de données ? La machine reste-t-elle bouche bée ? « Notre robot peut avoir de la répartition sur des sujets populaires, mais si la conversation porte sur un thème étrange ou très précis, il dira clairement "Désolé, je ne sais pas" », mentionne Zhou Yu. Son équipe s'est démarquée en 2018 grâce à un robot nommé Gunrock (sans gagner le grand prix) et s'est taillé une place parmi les finalistes de la compétition en cours. Le vainqueur du concours sera connu en juin prochain.

CANCRES LINGUISTIQUES

Les conversations à bâtons rompus avec des assistants vocaux ne sont pas pour demain, en partie parce qu'ils sont de piètres élèves en grammaire et en vocabulaire ! « Les machines ont de la difficulté à intégrer l'information relative à plusieurs échanges et à comprendre tous les liens entre les phrases, notamment l'usage des pronoms », soutient Joelle Pineau, professeure agrégée à l'Université McGill et directrice des laboratoires de recherche en intelligence artificielle de Facebook. Par exemple, si l'on fait référence à notre amie par le pronom *elle*, le robot pourrait

ne pas faire le lien lorsqu'on parle de nouveau d'*elle* dans la phrase suivante.

Prononcez des mots dont la signification dépend du contexte et votre assistant vocal en perdra son latin ! Elizabeth Allyn Smith, professeure de linguistique à l'UQAM, donne l'exemple du mot *café*. « Si je parle de café, je pourrais aussi bien parler du lieu, de la tasse, de la boisson, de l'arbre ou encore du grain de café. Le sens des mots est souvent contextuel », indique-t-elle.

C'est sans compter des mots fonctionnels comme les déterminants et les conjonctions, qui sont complexes à intégrer dans les systèmes automatisés. « Ces mots changent le sens de nos phrases. *Jean et Lucie* ne signifie pas la même chose que *Jean ou Lucie*, illustre Elizabeth Allyn Smith. Pour engager une réelle conversation, l'agent virtuel ne peut pas se contenter de seulement parler, il doit comprendre la relation entre les mots ainsi que leur lien avec le monde. »

En plus d'être bien souvent un mauvais interprète, le robot n'est pas l'interlocuteur le plus passionnant qui soit. « Il ne sait pas conduire un échange qui provoque une réaction chez la personne, souligne Joelle Pineau. C'est ce qu'on appelle le concept de l'engagement et c'est très difficile à quantifier pour un algorithme. » La machine ne risque pas non plus de vous faire rire aux larmes. Si elle a la capacité de raconter des blagues sur demande, elle ne possède pas le sens de l'humour, un concept qui demeure hors de sa portée, selon les experts interrogés pour ce reportage.

La voix automatisée a tout de même pu intégrer au fil du temps une signature un peu plus humaine. Ainsi, le Gunrock de l'Université de Californie à Davis insère des hésitations et des *hum*, laissant croire que la machine réfléchit avant de répondre. « Le robot n'est pas en train de penser à sa réponse, précise Zhou Yu. C'est plutôt une façon d'imiter le dialogue humain. »

Les stratégies se multiplient pour injecter une dose d'humanité dans le discours robotisé. Certains spécialistes ont amélioré le rendu de la voix et l'intonation de l'agent virtuel pour que l'utilisateur y perçoive de l'excitation ou de la déception.

D'autres ont programmé l'interface pour qu'il répète la dernière phrase de l'interlocuteur afin de montrer l'attention portée à la discussion, un concept qui ne date pas d'hier. C'est exactement ce que faisait ELIZA, le premier agent conversationnel créé en 1964 au Massachusetts Institute of Technology. Il jouait le rôle d'un psychothérapeute et parvenait à confondre plusieurs utilisateurs, qui croyaient se confier à une vraie personne.

Il se trouve des chercheurs pour qui il est inutile de tenter d'imiter l'humain et de viser à réussir le fameux test de Turing (où un utilisateur ne peut faire la différence entre un système robotisé et une personne). Une équipe de scientifiques d'Édimbourg et de Dublin proposaient plutôt, à la Conférence on Human Factors in Computing Systems de 2019, de laisser les voix robotisées s'éloigner du modèle humain, car « l'imitation la plus terrifiante de toutes est celle qu'on ne peut pas déceler », écrivaient-ils dans un article associé à leur présentation.

On comprend ce qu'ils veulent dire en écoutant une conférence de Google de 2018 consacrée aux développeurs où l'on a fait entendre à l'auditoire un appel téléphonique. Le système Google Assistant a pris, avec succès, un rendez-vous chez le coiffeur. L'interlocuteur n'a jamais réalisé qu'il parlait à une machine.

PARLER À UN ROBOT

Tandis que des chercheurs se penchent sur le discours des robots, d'autres, plus rares, étudient celui des humains qui jasant avec des robots! Entre 1990 et 2017, une soixantaine d'articles scientifiques ont examiné l'expérience des utilisateurs, selon une revue récente publiée dans *Interacting with Computers*.

Il y a plus de 10 ans, une équipe de l'Université Carnegie Mellon, aux États-Unis, a installé un robot réceptionniste prénommé Tank à l'accueil d'un pavillon universitaire pour étudier les dialogues. Les chercheurs ont découvert que certaines personnes posent directement leur question sans saluer au préalable, tandis que d'autres prennent le temps de faire des politesses. Ces dernières sont également plus attentives, moins rudes et conversent

davantage avec le système. Sachant cela, les chercheurs ont suggéré d'intégrer différents scénarios de conversation pour que le robot s'adapte plus facilement à son interlocuteur et au bout du compte ait de meilleurs échanges.

Même constat du côté d'un groupe de chercheurs américains de l'Université Duke et de l'Université d'État de Caroline du Nord qui, en 2017, ont testé le robot humanoïde KEN – un torse avec une tête, mais sans bras – auprès de différents groupes, dont des jeunes d'une école primaire. KEN était particulier : non seulement il pouvait engager une discussion, mais il reconnaissait les visages et détectait les émotions. Résultat? Au premier contact, les personnes avaient tendance à fixer intensément KEN, un comportement qu'on éviterait habituellement lors d'une nouvelle rencontre. Le

robot suscitait également de la curiosité, de l'excitation, de la confusion... Mais par la suite, les chercheurs ont noté que les humains interagissaient avec KEN pratiquement comme avec leurs semblables.

Dans le futur, les systèmes vocaux prendront assurément plus de place, notamment dans le domaine du service à la clientèle. Cela étant dit, même s'ils sont dotés d'une intelligence artificielle, ils ne surpasseront jamais les humains, affirme catégoriquement Marie-Jean Meurs. « Il faut vraiment se garder d'humaniser le robot, insiste-t-elle. Il s'agit d'un outil qui imite ce qu'on lui dit de faire. Il peut s'avérer très puissant, mais il est construit par l'humain : si l'on tire sur la prise électrique, il ne se passe plus rien. » Bref, on ne résoudra assurément pas le sort de l'humanité en jasant avec un robot. OK, Google? ●

CFP PAUL-GÉRIN-LAJOIE

CENTRE NATIONAL DE FORMATION EN TRAITEMENT DE L'EAU

DEP : Conduite de procédés de traitement de l'eau

Début : 10 août 2020

pgl.cstros-lacs.qc.ca
Téléphone : 514 477-7020, poste 5325

INSCRIPTION EN LIGNE : WWW.SRAFP.COM

Centre Paul-Gérin-Lajoie
400, avenue Saint-Charles, Vaudreuil-Dorion

COMMISSION SCOLAIRE DES TROIS-LACS >4008586.1

Suivez-nous sur **facebook**

Le formidable pouvoir du mignon

Les chiots au regard tendre, chatons maladroits et poupons adorables exercent sur nous une influence démesurée. La jeune mais très sérieuse science du mignon se penche sur le phénomène.

PAR MAXIME BILODEAU



Le mignon rend gaga. C'est plus fort que nous : nous perdons systématiquement nos moyens devant toutes ces choses ravissantes qui peuplent notre quotidien.

Pas convaincu ? Faites l'exercice : googlez sans plus attendre *Four laughing babies* et laissez-vous attendrir par des chérubins éminemment trognons qui s'esclaffent. À répétition. Pendant près d'une minute. Ohhh... La vidéo s'inscrit dans un genre devenu archipopulaire. Quelques clics à peine suffisent pour dénicher des comptes, comme *Cute Animal Planet*, qui se spécialisent dans la diffusion d'images de petites boules de poils adorables. À 179 000 abonnés, on peut dire que ce canal YouTube cartonne.

Un nouveau champ de recherche inédite explore ce véritable phénomène de société : la science du mignon (*cute studies*, en anglais). Il regroupe à peine une

dizaine de chercheurs issus de domaines différents, mais passionnés par l'étude des côtés lumineux – et obscurs – du beau à croquer.

Ces chercheurs citent à peu près tous les premiers travaux sur le sujet, qui datent – ça ne s'invente pas – de l'Allemagne nazie. À l'époque, l'éthologue autrichien Konrad Lorenz remarque que les progénitures de plusieurs espèces mammifères partagent des traits physiques communs, comme de grands yeux, un petit nez, un front proéminent, une tête disproportionnée et des formes potelées. Il décrit pour la première fois ces similitudes juvéniles en 1943 dans un journal savant allemand, puis avance qu'elles sont à l'origine des comportements de soins et de protection des parents vis-à-vis de leurs rejetons. Les observations sous-jacentes à sa théorie du *kindchenschema* (schéma infantile), qui lui vaudront un prix Nobel, ont été validées à maintes reprises depuis.

Une partie de la théorie de Konrad Lorenz est cependant erronée, explique Joshua Paul Dale, professeur au Département des langues étrangères et de

littérature de l'Université Tokyo Gakugei, coéditeur du livre *The Aesthetic and Affects of Cuteness* et maître d'œuvre, en 2016, d'un numéro spécial du *East Asian Journal of Popular Culture* entièrement consacré au mignon. « Il pensait que seuls les parents pouvaient manifester les comportements suscités par les caractéristiques physiques de leurs nourrissons. C'était une vision très mécanique des choses : le parent voit son bébé et bang ! il veut instinctivement et automatiquement s'en occuper », analyse celui qui est considéré comme le père fondateur de ce champ d'études émergent.

De fait, Konrad Lorenz est un homme de son époque. Eugéniste convaincu et membre honoraire du parti nazi, il était sympathique aux politiques d'hygiène raciale du Troisième Reich. « Pour lui, le fait de trouver joli un autre bébé que le sien était condamnable », précise l'expert. Les rares spécialistes du mignon savent aujourd'hui que la réponse à ce qui est adorable est universelle. Autrement dit, il est tout à fait normal de se pâmer devant un poupon, le sien comme celui d'un parfait inconnu. « D'un point de vue évolutif, la



réponse au mignon a contribué à modeler *Homo sapiens*. Elle s'est imposée au fil de notre histoire afin de favoriser la socialisation des progénitures, qui est synonyme d'augmentation des chances de survie de l'espèce», indique Joshua Paul Dale.

Ce n'est pas un hasard si les bébés sont plus craquants que jamais autour du sixième mois de leur vie; c'est vers cet âge qu'ils commencent à interagir avec leur environnement, une nécessaire prémisses à la création de liens de coopération.

UN CERVEAU CONFIGURÉ

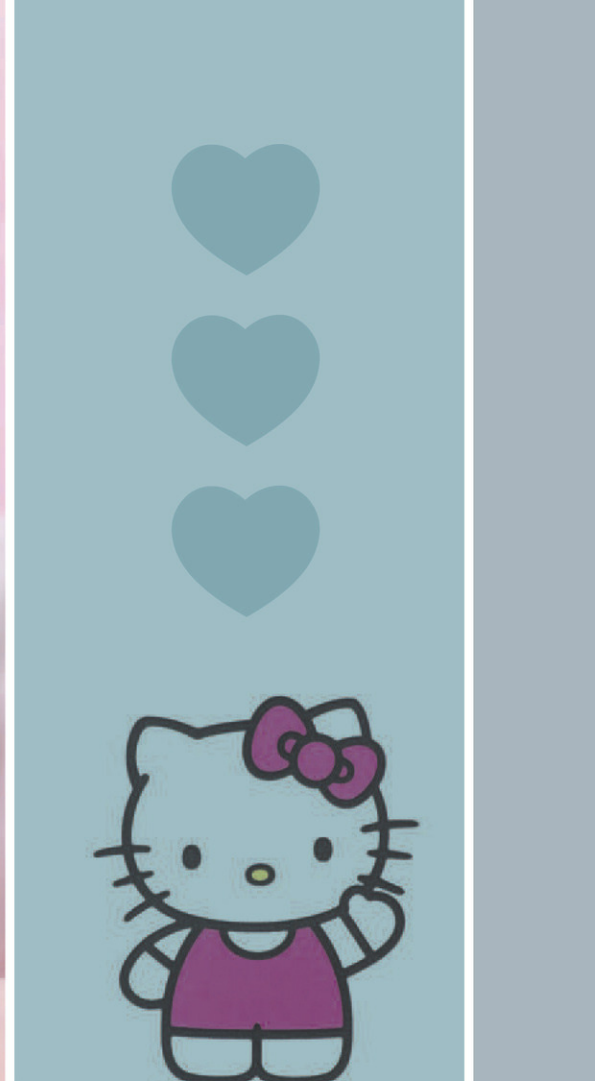
L'avènement des technologies d'imagerie médicale dans les dernières décennies a étayé ce qui relevait jusque-là de simples hypothèses. Dans une étude qu'a publiée en 2008 la revue *PLOS ONE*, des chercheurs américains ont recouru à la magnétoencéphalographie pour scruter le cerveau d'adultes à qui l'on montrait des clichés de nourrissons. Certains représentaient des enfants qui étaient familiers des participants, alors que d'autres

ne l'étaient pas. L'analyse a tout d'abord révélé que les zones cérébrales en jeu dans la reconnaissance faciale, comme le cortex visuel, étaient activées par ces images. Cette conclusion était attendue; il faut bien percevoir ce qu'on a devant les yeux et en reconnaître la nature avant de porter un quelconque jugement.

De manière plus surprenante, les scientifiques ont ensuite décelé de l'activité dans le cortex orbitofrontal, une partie du cerveau liée à la récompense et à la prise de décision, à la vue d'images aussi bien familières que non familières. La rapidité de la réponse est tout particulièrement étonnante : de l'ordre d'un septième de seconde, soit bien en deçà du temps normalement nécessaire pour se forger une opinion. « L'activité dans le cortex orbitofrontal est si instantanée qu'elle survient selon toute vraisemblance avant n'importe quel processus cognitif conscient », note d'ailleurs l'équipe de chercheurs. « C'est comme si le cerveau des participants avait été pris en otage, littéralement », souligne pour sa part Joshua Paul Dale.

Plusieurs études ont par la suite validé ces observations et démontré jusqu'à quel point le cerveau est programmé pour réagir fortement à ce qui est trop chou. Ainsi, il semble que les rires – ou les pleurs – d'un bébé captent l'attention encore plus vite que des images. On relève une activité cérébrale dans les zones auditives en aussi peu qu'un vingtième de seconde ! Cette réponse quasi immédiate a pour effet de placer le cerveau en état d'hypervigilance, ce qui se traduit par de meilleures performances des participants soumis à des tâches motrices et visuelles analogues à un jeu d'arcade où l'on tape sur la tête d'une taupe avec un marteau.

Une autre étude conclut que l'envie impérieuse de serrer très fort les joues d'un bébé adorable – un phénomène dit d'« agression du mignon » – est associée à une activité neuronale particulière faisant intervenir les circuits de la récompense et des émotions. L'agressivité servirait en quelque sorte à « contrebalancer » l'intense émotion ressentie face à un être littéralement beau à croquer...



Dans une revue de la littérature publiée en 2016 dans *Trends in Cognitive Sciences*, des chercheurs soutiennent que les choses mignonnes agissent comme un cheval de Troie. « Elles ouvrent des canaux qui, autrement, demeureraient fermés. [...] Cela rend possible le lent processus d'apprentissage de comportements prosociaux », confirment-ils.

MANUFACTURER LE MIGNON

Le mignon exerce donc un formidable pouvoir d'influence sur nous tous. Les as de la publicité l'ont compris depuis belle lurette : ce qui est mignon se vend mieux – y compris lorsqu'il est question de progénitures animales ou de personnages animés !

L'exemple de Mickey Mouse est éloquent. À sa première apparition dans le film d'animation *Steamboat Willie* en 1928, il ressemble à s'y méprendre à une véritable souris – aux tendances sadiques, de surcroît. Puis, au fur et à mesure que l'empire Disney a pris de l'expansion, les traits physiques du personnage se sont adoucis, une métamorphose décrite par le paléontologue américain Stephen Jay Gould en 1979. En

somme, Mickey Mouse s'est petit à petit transformé en cet adorable ambassadeur de la multimilliardaire Walt Disney Company.

Au Japon aussi, le joli – ou *kawaii* – fait vendre depuis longtemps. Le phénomène remonterait aux années 1970, dans un Japon d'après-guerre en plein bouleversement social. « C'est la décennie pendant laquelle la consommation au féminin a pris son essor dans l'archipel. Des entreprises ont compris que l'ajout de certains attributs à des produits, comme des fleurs, des fraises et des formes rondes, était très vendeur », raconte Christine Yano, professeure d'anthropologie à l'Université d'Hawaï et auteure de *La vie en rose Kitty*, un livre sur l'égérie de la société Sanrio, Hello Kitty. La valeur du personnage est aujourd'hui estimée à plus de 40 milliards de dollars américains !

Ces manipulations commerciales ont eu un effet sur toute la société japonaise : le *kawaii* fait partie intégrante de l'identité nationale, des cônes de chantier en forme de panda joufflu jusqu'aux animés qui décorent les hélicoptères de combat des forces japonaises d'autodéfense !

Attention toutefois à ne pas confondre la notion de *kawaii* avec celle de mignon ou même de *cute*. Bien que proches, leurs sens respectifs diffèrent quelque peu pour des raisons culturelles et historiques. « Le mignon est à la fois biologiquement universel et culturellement spécifique. Autrement dit, ce qui est mignon aux yeux des Nord-Américains ne l'est pas forcément pour les Japonais et vice versa », affirme Joshua Paul Dale. Ainsi, chez les Japonais sont considérés comme *kawaii* aussi bien les bébés que des objets de la vie courante, tels les *kyaraben*, ces plats soigneusement confectionnés pour ressembler à des personnages, des animaux ou des plantes.

Dans une étude publiée en 2017 dans *SAGE Open*, l'une des premières à contenir le terme *kawaii* dans son titre, des chercheurs tentaient de départager les concepts. Ils ont montré à des étudiantes japonaises des photos de nourrissons répondant au *kindchenschema* (donc à la fois *kawaii* et mignons), de divers objets jugés simplement *kawaii* et des images neutres. Puis, ils ont mesuré leurs



«C'est comme
si le cerveau des
participants avait
été pris en otage,
littéralement,
[par le mignon].»

— Joshua Paul Dale,
père fondateur de la science du mignon

réponses physiques, comme l'activation des zygomatiques, les muscles du sourire, et les ont questionnées sur l'appréciation de leur expérience.

Au final, les participantes ont rapporté craquer pour les représentations *kawaii* et mignonnes, de même que pour celles simplement *kawaii*. Dans les deux cas, elles ont d'ailleurs eu tendance à contempler plus longtemps ces photos que les neutres, même si les muscles de leur visage étaient davantage activés à la vue d'images de poupons. Les auteurs, experts en marketing, mentionnent que l'exercice démontre que l'humain peut ressentir des effets semblables à ceux suscités par la vision d'un bébé même pour des éléments inanimés.

LE CÔTÉ OBSCUR

Après le *kawaii*, passons au concept de *kama muta*, un mot sanskrit qui signifie être touché ou ému, éprouver de l'empathie, explique Kamilla Knutsen Steinnes, chercheuse au Département de psychologie de l'Université métropolitaine d'Oslo. Avec ses collègues du Kama Muta Lab, elle

étudie ce sentiment découlant du mignon et qui se reconnaît à des réponses physiologiques fortes, comme la chair de poule, les larmes aux yeux ou une perception de chaleur dans la cage thoracique. Il a été utilisé par le groupe armé État islamique (EI) en 2016. L'organisation terroriste a diffusé des vidéos de ses combattants armés en train – oui – de caresser des chatons. Avec cette propagande étrange, l'EI « cherchait à s'humaniser dans l'œil du public », soutient-elle.

Dans une étude parue en 2019 dans *Frontiers in Psychology*, son équipe a fait voir de courtes vidéos de jeunes animaux mignons (lapereaux, chiots...) ou non (requins blancs, poulpes) à des participants. Sans surprise, ces derniers ont ressenti davantage de *kama muta* à la vue des premiers que des seconds. Cette conclusion a des implications énormes, notamment en matière de protection d'espèces en danger. Le commandant Jacques Cousteau ne disait-il pas « On aime ce qui nous a émerveillés et l'on protège ce qu'on aime » ? Les chercheurs ont répété l'expérience en montrant cette fois des vidéos d'animaux

mignons jouant ensemble. Résultat : encore plus de *kama muta*. « Questionnés sur leur expérience, les participants ont dit percevoir les animaux en interaction comme plus humains », rapporte Kamilla Knutsen Steinnes.

Ces résultats ouvrent la porte à des campagnes de sensibilisation à l'égard des tranches mal-aimées de la population. « Quand on ressent du *kama muta*, on a naturellement tendance à humaniser l'être ou l'objet qui en est la cause. Cela reste à valider, mais le mignon aurait ainsi le pouvoir de combattre le racisme, la xénophobie ou la misogynie », conclut la chercheuse. Rien de moins. ●





Huit bras

POUR LA RECHERCHE

À Cape Cod, un centre de recherche tente de faire des céphalopodes le nouveau modèle animal génétiquement modifié. Après les souris et les rats de laboratoire, les pieuvres et les calmars ?

PAR MÉLISSA GUILLEMETTE

Une seiche flamboyante adulte, l'une des sept espèces cultivées au Marine Biological Laboratory dans l'espoir d'en faire un nouveau modèle génétique pour la recherche.

Le

nombre est impressionnant. Plus de 3,8 millions d'animaux ont été utilisés en 2018 par des équipes scientifiques pour faire avancer les connaissances au pays, selon les données du Conseil canadien de protection des animaux, qui encadre cette pratique. Du lot, seuls 10 calmars et 150 seiches. « Il va falloir remédier à ça ! » blague Bret Grasse.

Le biologiste responsable des opérations céphalopodes au Marine Biological Laboratory (MBL), à Woods Hole au sud-ouest de Cape Cod, est en mission depuis 2017 : il cultive sept espèces de pieuvres, seiches et calmars dans le but de les rendre disponibles aux chercheurs du monde entier. « Une poignée de modèles animaux très importants ont fait progresser notre compréhension de l'ADN au cours des dernières décennies : comment les gènes se transmettent, pourquoi j'ai les cheveux bruns et pas roux... Il y a la souris, le rat, la grenouille, la mouche à fruits, le poisson-zèbre – qui vit dans l'eau douce. Mais aucun n'est marin ! Pourtant, l'océan est le plus grand écosystème sur la planète ! » Le MBL, un centre de recherche à but non lucratif qui a les pieds dans l'eau depuis 1888, veut changer la donne.

Bret Grasse nous fait visiter son antre. La salle héberge environ 3 000 céphalopodes, plus ou moins faciles à voir selon leur stade de développement et leur taille. Certains se font timides, cachés dans un pot en terre cuite au fond de leur aquarium. Nous circu-

lons entre les rangées de bacs en plastique bleu surmontés de tuyaux qui transportent l'eau de la baie et la font cheminer dans un système de filtration, de stérilisation et de surveillance bidouillé par l'équipe.

Tout est flambant neuf. Pas question de réutiliser du matériel ayant servi à d'autres cultures : les céphalopodes sont de grands sensibles ! Leur épiderme est couvert de « microvillosités ». « C'est un mot chic pour dire que leur peau ressemble à l'intérieur de notre tube digestif. Quand on la regarde au microscope, on dirait des poils, ce qui signifie que la surface d'absorption est grande. La chimie de l'eau doit donc être idéale. »

La croissance fulgurante des céphalopodes donne aussi du fil à retordre aux chercheurs. Dès leur sortie de l'œuf, leurs besoins alimentaires doivent être comblés à tous les instants, ce qui implique de leur fournir de petits crabes, des crevettes et des poissons plusieurs fois par jour !

La courte espérance de vie des espèces sélectionnées – de quelques mois à un an – représente toutefois un avantage pour la recherche, car moins de temps est nécessaire pour passer à travers tous les cycles du développement.

Reste que ces petites bêtes sont bien plus complexes à élever que les animaux dont nous peinons à nous débarrasser dans d'autres contextes, comme ces souris qui survivent au passage de l'exterminateur

et les mouches à fruits qui se multiplient malgré les pièges bricolés avec un fond de vinaigre.

Bret Grasse et des collègues ont néanmoins été les premiers à réussir l'élevage sur plusieurs générations de trois espèces de céphalopodes (d'abord à l'aquarium de la baie de Monterey, en Californie, puis au MBL) et il semble qu'aucune autre équipe dans le monde n'a acquis une telle expertise. Les animaux vivent d'ailleurs plus longtemps ici que dans la nature. « Ils n'ont pas de prédateurs, un chef personnel leur livre la nourriture, ils ont accès à des soins de santé gratuits et à un service de conciergerie pour nettoyer leur espace chaque jour afin qu'ils soient heureux », explique le maître d'hôtel.

GROS CERVEAUX

La volonté d'ajouter un organisme marin aux modèles animaux standards se comprend. Mais pourquoi choisir les céphalopodes s'ils sont si difficiles à élever ?

Chez les invertébrés, ce groupe de mollusques qui compte environ 800 espèces connues détonne. Le plus vieil ancêtre qu'il partage avec l'humain est probablement un ver marin ayant vécu il y a plus de 500 millions d'années. À partir de là, les vertébrés et les invertébrés se sont développés en deux branches distinctes. Les céphalopodes sont des invertébrés, mais ils ont dévié

en direction des vertébrés pour en adopter quelques caractéristiques : un gros cerveau, qui leur permet de résoudre des problèmes complexes (comme ouvrir un contenant où nage un poisson... ou s'échapper d'un aquarium), et des yeux sophistiqués notamment. Certains de leurs membres et parfois même des nerfs peuvent se régénérer, ce que les humains jalourent. Des céphalopodes savent même éditer leur ARN pour s'adapter presque en direct à leur environnement ! Finalement, existe-t-il plus *cool* que ces espèces aux trois cœurs et au sang bleu ?

Mais pour convaincre des scientifiques de recourir aux céphalopodes afin de répondre à leurs questions de recherche, il faut démontrer qu'il est possible de les modifier génétiquement. « Une grande partie de la recherche en biologie concerne la manière dont les gènes dictent le fonctionnement d'un organisme ou son phénotype [les propriétés observables], dit Joshua Rosenthal, chercheur au MBL et directeur du projet. Pour répondre à ce genre de questions, la manipulation génétique est très efficace. »

Pour vérifier si une espèce est « manipulable », il faut recueillir les embryons très jeunes et y injecter le nouvel outil moléculaire CRISPR (sorte de ciseau qui permet de couper ou d'ajouter des gènes). Il faut ensuite les amener à l'âge adulte pour s'assurer du succès de la manipulation et pour qu'ils produisent des rejetons eux aussi transgéniques. Joshua Rosenthal et son équipe y sont parvenus avec des sépioles colibris, une espèce au corps brunâtre. « Nous avons ciblé un gène lié à la pigmentation. Cela a fonctionné et, de plus, nous les avons croisées avec d'autres seiches, non modifiées, et le gène était également perturbé chez leur progéniture. » Une première génération pâlotte était née !

Le neurobiologiste poursuit les tests, convaincu du potentiel des céphalopodes pour stimuler les découvertes scientifiques, même en recherche biomédicale. « En général, ils sont plus loin de nous que la plupart des vertébrés. Mais pour la majorité des gènes majeurs qui interviennent sur le système nerveux par exemple, on peut trouver un gène orthologue [similaire, car issu d'un ancêtre commun]. Je travaille avec des gènes de céphalopodes qui sont beaucoup plus proches de ceux des humains que le sont les gènes de la mouche à fruits. »

VISION DU FUTUR

Le projet du MBL fait tranquillement des petits. Des chercheurs ont adopté ses céphalopodes dans différents laboratoires, de l'Institut Max-Planck pour la recherche sur le cerveau, en Allemagne, à l'Okinawa Institute of Science and Technology, au Japon, cite Bret Grasse. Il a également fourni quatre espèces à un chercheur canadien de la Kwantlen Polytechnic University, en Colombie-Britannique, en 2019. « Ça se propage surtout grâce au bouche-à-oreille et au fil des visites de scientifiques chez nous », mentionne le biologiste. Car si tout le monde sait que Cape Cod est envahi par les touristes en été, moins connue est l'invasion par des chercheurs du village de Woods Hole. (Le MBL permet les séjours de recherche à longueur d'année, mais l'été est particulièrement occupé. La vue sur la mer y serait-elle pour quelque chose ?)

La jeune chercheuse Tessa Montague y est passée en 2017, alors qu'elle ne connaissait rien aux céphalopodes. Et aujourd'hui, un néon rose en forme de seiche éclaire son appartement new-yorkais ! Elle a visité le MBL à l'occasion d'un cours d'été en embryologie. Elle achevait alors son doctorat à l'Université Harvard et espérait que ce cours l'aiderait à choisir l'organisme sur lequel elle baserait sa carrière en recherche. « Bret Grasse nous a présenté son projet en 10 minutes et ça a fait boom », indique-t-elle par vidéoconférence, mimant l'explosion de son cerveau.

Sa décision était prise : elle étudierait les capacités de camouflage des seiches. « Elles peuvent se fondre dans leur environnement en quelques millisecondes grâce à de longs neurones qui relient directement leur peau et leur cerveau. Elles captent l'information visuelle [avec leurs yeux], la compressent, puis la décompressent sur leur corps », explique la scientifique. Les céphalopodes parviennent à modifier la couleur et même la texture de leur peau – c'est en fait un mode de communication, ainsi qu'une technique pour échapper aux prédateurs.

Tessa Montague devait convaincre un laboratoire de neurosciences d'investir dans des équipements destinés à recevoir des seiches. Ce n'était pas gagné, mais Richard Axel, professeur à l'Université Columbia et Prix Nobel de médecine, lui

a ouvert ses portes... et son chéquier. Il a fallu concevoir et construire des installations pour accueillir les seiches, qui, par ailleurs, mangent annuellement pour 100 000 \$ de crevettes expédiées vivantes de la Floride.

La chercheuse travaille depuis un peu plus d'un an à son projet « de rêve » : modifier génétiquement des seiches pour que les neurones actifs s'illuminent grâce à une protéine fluorescente, les placer dans un environnement de réalité virtuelle pour influencer sur ce qu'elles voient, puis observer, à l'aide d'un microscope sous-marin accroché à leur tête, comment l'information visuelle se transforme en action.

Chaque étape comprend de multiples défis ! Mais Tessa Montague est optimiste. « Si l'on découvre que leur cerveau fonctionne selon une logique analogue à la nôtre, alors qu'elles ont évolué de façon complètement indépendante, on pourra peut-être déduire que c'est le meilleur moyen de traiter l'information. Mais si c'est différent, cela pourrait déboucher sur des applications qu'on ne soupçonne même pas. » Les spécialistes en intelligence artificielle pourraient notamment s'en inspirer.

LA MULTIPLICITÉ DES MODÈLES

La lutte contre les maladies neurodégénératives est un argument couramment utilisé par Bret Grasse lorsqu'il vante les vertus des céphalopodes aux chercheurs. Qu'en pense la D^{re} Francesca Cicchetti, professeure à la Faculté de médecine de l'Université Laval, qui travaille sur les maladies de Huntington et de Parkinson ? Elle rappelle qu'il existe déjà « de nombreux exemples dans la littérature scientifique où les céphalopodes ont servi à l'étude de processus liés entre autres à la communication cellulaire, la neurodégénérescence ou encore des tâches cognitives ». Bref, le monde de la recherche ne part pas de zéro.

Mais les seiches, pieuvres et calmars génétiquement modifiés pourraient-ils être davantage employés dans les laboratoires consacrés aux maladies neurologiques ? « Bien que les chercheurs préfèrent travailler avec des modèles connus, car ceux-ci sont bien caractérisés et facilitent la mise en place de l'expérimentation et l'interprétation des résultats, il peut aussi être intéressant d'adopter un nouveau modèle », estime la chercheuse.



Bret Grasse veille sur ses bassins.



L'ANIMAL PRÉFÉRÉ DES LABOS CANADIENS : LA SOURIS

Elles représentent 47 % des animaux utilisés en sciences fondamentales et pour les études médicales.

Source : données de 2018 du Conseil canadien de protection des animaux, qui comprennent uniquement les établissements certifiés.

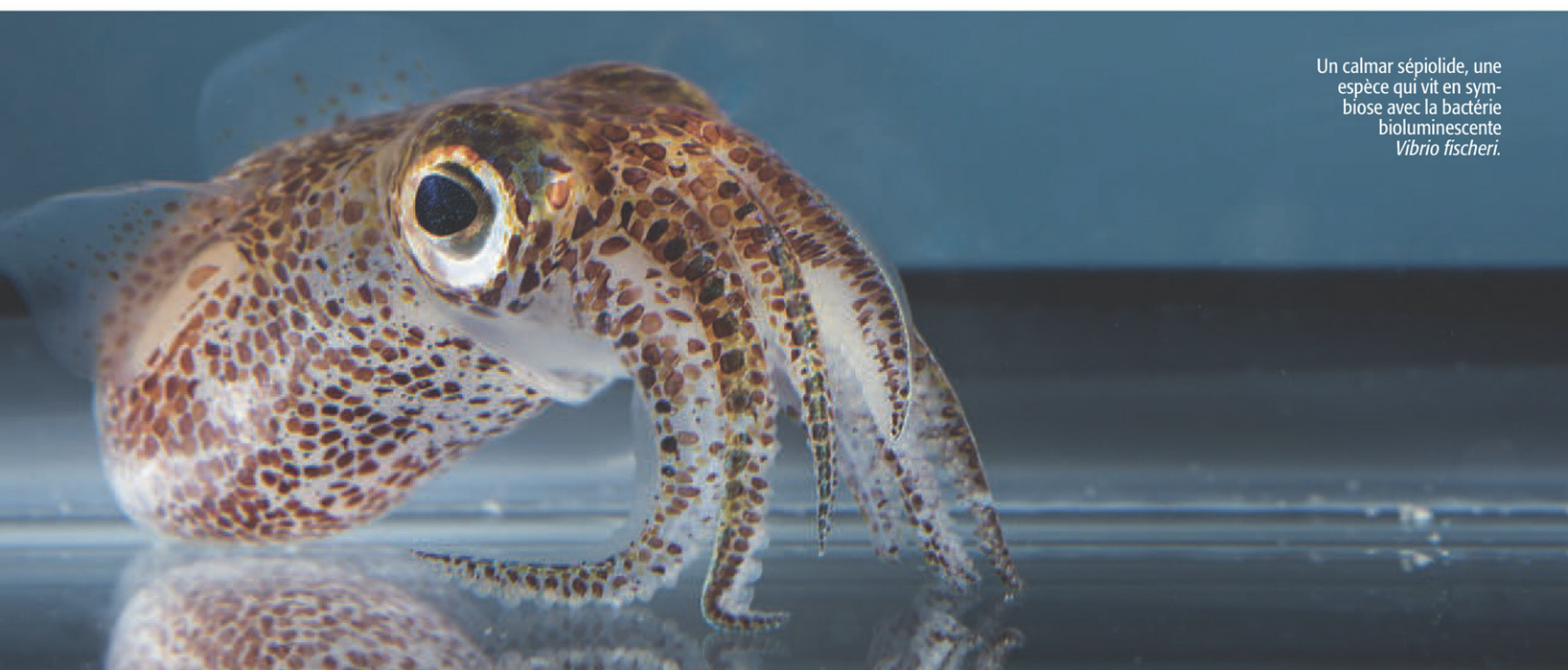


Embryons de pieuvre à deux points, une espèce qui fait briller des cercles bleus sous ses yeux pour communiquer.



Des seiches flamboyantes au stade d'embryon.

Le calmar au pyjama à rayures possède des structures qui ressemblent à des doigts derrière les yeux, servant possiblement à éviter que du sable s'y infiltre quand il se terre dans les fonds marins.



Un calmar sépiolide, une espèce qui vit en symbiose avec la bactérie bioluminescente *Vibrio fischeri*.

Deux jeunes sépioles colibris se mesurent à un trombone turquoise. Cette espèce originaire du bassin Indo-Pacifique utilise un organe luminescent pour chasser la nuit.



Aucun modèle cellulaire ni animal n'est en mesure de reproduire tous les aspects de la maladie humaine, souligne-t-elle, d'où l'intérêt d'étudier différents systèmes.

La D^{re} Cicchetti explique que l'utilisation de CRISPR pour produire des modèles animaux des troubles neurodégénératifs est un sujet très en vogue. « En 2018, pour la toute première fois, des chercheurs ont rapporté l'application de cette méthode chez le porc afin de créer un modèle de la maladie de Huntington », illustre-t-elle.

L'arrivée de modèles génétiques « exotiques » s'observe dans beaucoup d'autres domaines. Ainsi, des coléoptères, des fourmis et des lézards modifiés émergent. Tessa Montague est bien placée pour le savoir, alors qu'elle a contribué à la mise au point de CHOPCHOP, un répertoire Web qui facilite la manipulation génétique de toutes sortes d'animaux (en plus des plantes et des microorganismes). « Les utilisateurs peuvent nous demander d'ajouter les génomes d'organismes. On en a maintenant des centaines, des bactéries aux chevaux en passant par les singes et les lémurs. »

« La multiplication des modèles est géniale ! dit Joshua Rosenthal. Notre vision de la biologie se fait essentiellement à travers la lunette de quelques organismes depuis des années. Nous aurons désormais une vision bien plus large. » À deux, quatre, six ou huit bras ! ●

NOUVEAUX MODÈLES, NOUVEAUX DÉBATS

Déjà au 6^e siècle avant notre ère, des animaux étaient utilisés par les Grecs anciens, qui tentaient de comprendre l'anatomie et la physiologie humaines. Les chiens et les poussins ont compté parmi les premiers à être soumis à des expériences.

Quelque 2 500 ans plus tard, la production de modèles animaux variés par les scientifiques est en effervescence... alors même que le courant antispeciste (qui rejette l'idée d'une supériorité morale de l'humain sur les autres espèces animales) prend de l'ampleur. « Il faudrait pouvoir créer des organismes incapables d'expériences conscientes ! » lance Valéry Giroux, professeure à l'Université de Montréal et coordonnatrice de son centre de recherche en éthique.

Elle remarque que, si les groupes de défense des droits des animaux ont historiquement beaucoup ciblé l'expérimentation scientifique, l'accent est aujourd'hui plutôt mis sur l'alimentaire et le divertissement. « L'expérimentation animale est vue comme un peu plus noble parce qu'on parle de sauver des vies, de produire des médicaments. Mais les chercheurs en philosophie morale se demandent néanmoins comment justifier l'asservissement d'animaux même quand c'est utile pour la santé humaine. »

Elle souligne le fait que les découvertes réalisées sur les modèles animaux ne sont pas directement « transférables » à l'humain et qu'il faut plutôt travailler à trouver d'autres méthodes. C'est aussi l'avis du Physicians Committee for Responsible Medicine, un regroupement de médecins basé aux États-Unis qui a publié en 2018 un plan « pour remplacer l'expérimentation animale ».

Au Canada, les chercheurs qui veulent obtenir des fonds des organismes subventionnaires doivent être certifiés par le Conseil canadien de protection des animaux (CCPA), qui élabore des normes relatives à l'éthique animale dans le monde scientifique. C'est le cas, à tout le moins, pour l'utilisation de vertébrés ainsi que pour les céphalopodes, les seuls invertébrés encadrés par le CCPA. « Ils sont inclus [...] en raison de leur système neurologique complexe », indique le directeur général, Pierre Verreault. Les céphalopodes utilisés dans les laboratoires canadiens servent surtout à des études sur la vision et sur la neurotransmission, précise-t-il.





La vie à un centimètre à l'heure

Cachés dans nos forêts, les myxomycètes sont méconnus au Québec. Suzanne Béland lève le voile sur ces tout petits organismes gluants au comportement étonnamment complexe.

PAR PAULE DES RIVIÈRES

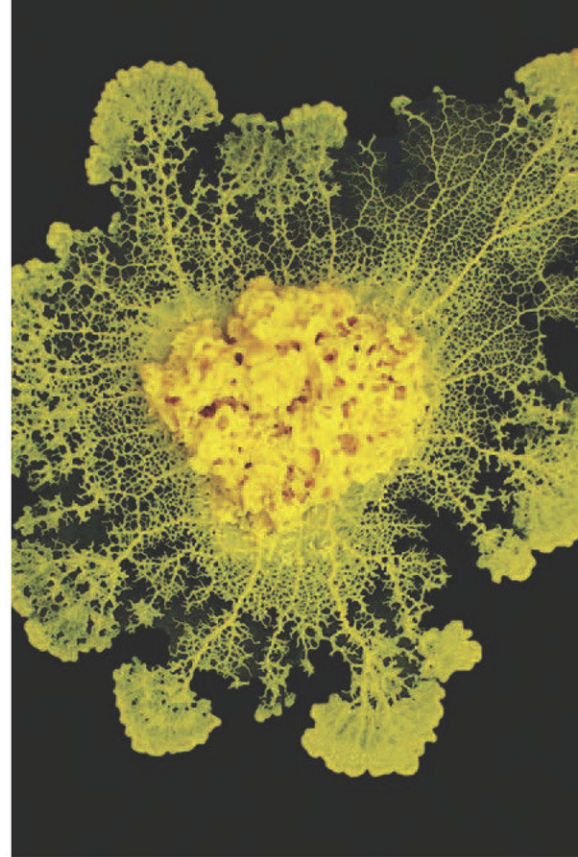
En ces temps frénétiques, la gestuelle de Suzanne Béland est un éloge à la lenteur. « Oh, regardez. La tige de ce tout petit champignon est accrochée à une aiguille de pin. Voyez, ici, comme son chapeau est dur. Et ceux-là, là-bas, à quel point ils sont agglutinés et gluants. Et ce champignon, comme son pied est fibreux », nous montre-t-elle au cours d'une promenade automnale dans une forêt d'Entrelacs, dans la région de Lanaudière. Il pleut et nous frissonnons, mais la météo n'altère en rien le bonheur de notre guide. Dans la forêt, elle est chez elle.

De son propre aveu, parmi tous ses amis mycologues, Suzanne Béland est celle qui marche le plus lentement. « Je ne me rends jamais au sommet d'une montagne. Je dis aux autres "Allez-y, revenez plus tard. Il y a trop à voir, juste ici". » Justement, elle nous tend une loupe, car ce qui la passionne tant ressemble à de minuscules points gélatineux fixés à un tronc d'arbre mort. « Regardez les

beaux petits myxomycètes, tout fragiles, avec leurs spores. Quel bleu ! » s'exclame la femme de 62 ans.

Les « myxos » sont d'intrigants organismes que les spécialistes ont longtemps, à tort, associés aux champignons. Contrairement à ces derniers, les myxomycètes se déplacent comme des amibes – à environ un centimètre à l'heure, jusqu'à quatre en vitesse de pointe – pour se nourrir. Constitués d'une seule cellule, ils peuvent multiplier leurs noyaux et s'étendre sur une surface de 10 m². Ces masses qu'on appelle « plasmodes » n'ont ni cerveau ni système nerveux, mais possèdent une mémoire spatiale qui leur évite de revenir sur leurs pas dans leur quête de nourriture. Ils mangent allègrement bactéries, débris végétaux et moisissures, par phagocytose, ingérant tout leur butin et rejetant les déchets. On les classe aujourd'hui dans la famille des protistes.

Pour se reproduire, ils changent de visage, se figeant en une forme analogue à celle d'un petit champignon. Poussent alors de menues structures contenant les spores, lesquelles seront disséminées au vent. Si la température et l'humidité ne sont pas favorables, les spores durcissent et attendent le retour de l'humidité. Au microscope, on dirait des bijoux qu'un joaillier génial aurait imaginés, avec des roses, des turquoises et des jaunes d'une infinie délicatesse.



Physarum polycephalum est une espèce de myxomycètes capable d'apprendre de ses expériences, selon des travaux menés au Centre national de la recherche scientifique, en France. Lorsqu'elle s'agglutine ainsi, on la surnomme « blob ».

• 20170060_0005 © AUDREY DUSSOUTOUR / CRCA / CNRS PHOTOTHÈQUE

PHOTOS:
DONALD ROBITAILLE / OSA



Dans la forêt,
Suzanne Béland
est chez elle.



Les myxomycètes, ici,
forment des spores.

Les myxomycètes constituent un maillon important dans la chaîne de la biodiversité, enrichissant les sols et servant de nourriture aux insectes et moisissures.

Suzanne Béland s'est d'abord intéressée à l'univers des champignons, qu'elle a découvert dans la vingtaine, au cours d'une marche en forêt avec son danois. C'était le matin et la promeneuse, encore en pyjama, avait vu une femme se pencher vers le sol, un panier à la main. Ce jour-là, les parents se sont demandé où était passée leur fille : revenue à la maison quatre heures plus tard, elle avait suivi la cueilleuse de champignons à son domicile, admiré sa collection et posé mille questions. Au fil des années, Suzanne Béland est devenue une mycologue passionnée.

Mais c'est en 2013, à une rencontre annuelle de mycologues à Rimouski, que Suzanne Béland attrape la piqure des myxomycètes. Elle assiste à la présentation de la mycologue amateur française Marianne Meyer, autorité mondiale sur ces protistes. « J'étais absolument fascinée. Comment se faisait-il qu'on ne parlait pas de ces organismes au Québec ? Ce soir-là, plutôt que de revenir à Montréal, j'ai dormi dans mon auto pour participer à la randonnée en forêt prévue le lendemain. C'était parti », se rappelle-t-elle.

Depuis, cette technologue en santé quadrille les boisés du Québec à la recherche de ces toutes petites choses. Elle est devenue l'experte du Québec, voire du Canada sur

le sujet. Il y a quatre ans, c'est à elle plutôt qu'à un scientifique chevronné que le Service canadien de la faune d'Environnement et Changement climatique Canada a fait appel pour dresser le premier inventaire canadien de ces protistes, jusqu'à ce jour absents des rapports sur la situation des espèces en péril au pays.

« J'ai entendu parler de M^{me} Béland en 2015, au cours d'une conférence téléphonique avec des représentants des gouvernements provinciaux en matière d'environnement. La représentante des Territoires du Nord-Ouest a fait valoir qu'il faudrait intégrer les myxomycètes à nos évaluations quinquennales sur les espèces en péril. Elle a vivement suggéré de contacter Suzanne Béland. Ce fut une révélation ! précise Rémi Hébert, coordonnateur de projets scientifiques sur la situation générale des espèces au pays au Service canadien de la faune. Il y a très peu d'experts au Canada sur les myxomycètes. Les gens sur le terrain, comme M^{me} Béland, nous sont indispensables. Très minutieuse, elle a fait un travail remarquable. » Légèrement « abasourdie » qu'on la sollicite, Suzanne Béland s'est joyeusement mise à la tâche. Grâce à elle, on sait qu'il existe au moins 285 espèces de myxomycètes au pays, sur les quelque 1 000 répertoriées à travers le monde.



La récolte de ce spécimen s'effectue avec le plus grand soin.

Les myxomycètes constituent un maillon important dans la chaîne de la biodiversité, enrichissant les sols et servant de nourriture aux insectes et moisissures depuis des millions d'années. À partir du 17^e siècle, leur nom a surgi sporadiquement dans la littérature scientifique. Depuis les années 1930, des Japonais mais surtout des Européens suivent leurs traces. À l'automne 2019, le Parc zoologique de Paris a fait un tabac avec l'exposition de leur « blob », référence à la masse gélatineuse que forment les myxomycètes.

Entre sa maison de Pointe-aux-Trembles, son chalet d'Entrelacs et son *shack* en Abitibi, Suzanne Béland a grandi dans l'amour de la nature. Avec un père chasseur-cueilleur et trappeur, les enfants étaient bercés par les mystères et beautés de la nature. Il y avait du poisson au souper? Un bref exposé sur la vie du poisson entier précédait le repas. À la fin de l'été, les pelures des pommes cueillies sur les arbres du terrain familial étaient placées dans des sacs à dos. La fratrie les apportait aux chevreuils. Chez les Béland, on écoutait les bruits de la nature en plus de s'inventer des abris de fortune, dans les bois, pour jouer. Aujourd'hui, dans un touchant retour d'ascenseur, c'est la fille qui éblouit son vieux père en lui montrant les photos de ses trouvailles.

Loupe au cou et couteau à la main, elle recueille des spécimens, souvent sur des morceaux d'écorce pourris, les épingle avec précaution dans sa boîte à compartiments et les rapporte chez elle afin d'en faire la culture en chambre humide et poursuivre le travail d'identification. Sa sœur lui a donné un incubateur d'œufs, qui l'aide à maintenir la température souhaitée. Dans le doute, elle communique avec Marianne Meyer, en France. De solides liens unissent aujourd'hui les deux femmes. « Suzanne a fait des progrès considérables en peu de temps, résume sa mentore, qui a coécrit un ouvrage sur les myxomycètes. J'admire son énergie, sa rigueur et sa patience. Elle accomplit un important travail d'identification des spécimens. Je me souviens qu'en 2018, de retour de France, motivée par nos échanges, elle est partie camper dans les Laurentides, où elle a trouvé sept espèces de myxomycètes. C'est formidable! Chaque découverte compte. »

Suzanne Béland ne craint ni la solitude ni le silence, mais est avide d'apprendre et de partager ses connaissances. En 2015 puis en 2018, elle a participé à des journées internationales de recherche et d'étude sur les myxomycètes en Savoie et dans les Alpes maritimes en Italie.

Si l'automne est la période bénie pour les mycologues, la fin du printemps est propice à la découverte de myxomycètes nivicoles, c'est-à-dire enfouis sous une croûte de neige. On ne peut les apercevoir que si les conditions hivernales leur ont permis de rester trois mois sous la neige. Voilà tout un pan auquel s'attaque actuellement Suzanne Béland. Chercher leurs traces dans les bois mais aussi en montagne permet de s'activer sans attendre l'automne! Ainsi, pour une troisième année d'affilée, elle se rendra prochainement au parc national de la Gaspésie dans le but de dénicher de nouvelles espèces de protistes des neiges.

Puis, guidée par ce besoin de communiquer son savoir, Suzanne Béland sera conférencière en septembre à la rencontre annuelle de la Fédération québécoise des groupes de mycologues, qui se tiendra à Joliette. Membre bénévole du conseil d'administration du Cercle des mycologues de Montréal, elle a déniché l'an dernier de vieux microscopes remis à neuf et inauguré des ateliers pour le grand public qu'elle poursuivra en 2020. Elle se plaît à dire qu'elle fournit sa petite part d'efforts pour que « les Québécois s'approprient leurs forêts ». ●



VOIR

Maître tisserand

Dans la série documentaire en huit épisodes *Tribal*, le docteur en neuropsychologie Guillaume Dulude utilise ses connaissances scientifiques pour tisser des liens de confiance avec des tribus isolées de la planète. Dans l'épisode sur l'Éthiopie par exemple, il renoue avec le peuple des Karos huit ans après sa dernière visite. Avec ses talents de communicateur, cet Indiana Jones des temps modernes raconte les défis du quotidien de ces peuples méconnus tout en fournissant aux téléspectateurs quelques clés pour aller vers autrui sans rien brusquer.

Tribal, à TV5 Monde, dès le vendredi 3 avril à 21 h, et sur tv5unis.ca

ÉCOUTER

Passion sans frontières

Pour en apprendre davantage sur les grandes crises humanitaires et les gens investis corps et âme dans les soins aux victimes, on se branche sur ces deux balados de Médecins sans frontières (MSF), *Alpha Zulu* et *Everyday Emergency*. Sans être innovant dans la forme, le premier interroge des membres de l'équipe sur leur travail hors du commun. Ainsi, une pédiatre parle autant de la résilience des personnes condamnées que de son propre choc post-traumatique, résultat de 40 années passées sur le front. La branche britannique de MSF a quant à elle produit *Everyday Emergency*, qui pousse les portes des cliniques des régions les plus instables. Médecins, infirmières et patients nous plongent dans l'action.

Alpha Zulu : msf.ch

Everyday Emergency : msf.org.uk

VISITER

Une bande magnétique

Inscrite dans les commémorations du centenaire de la radiodiffusion au Canada, la nouvelle exposition *100 ans de radio à Montréal* du Musée des ondes Emile Berliner célèbre le pan métropolitain de cette technologie révolutionnaire ayant mis à profit le talent de scientifiques et d'artisans. En plus de revenir sur l'influence directe qu'ont eue Guglielmo Marconi et Reginald Fessenden sur la radio canadienne, l'exposition présente de précieux artefacts tels qu'une clé de Morse, des postes à galène et bien d'autres récepteurs. Ne manquez pas d'explorer les archives : vous pourrez entendre un vrai gramophone à l'œuvre — instrument d'ailleurs inventé par Emile Berliner, cet Allemand d'origine qui a permis de démocratiser l'écoute de la musique.

Musée des ondes Emile Berliner, moeb.ca



LIRE

Grandeur nature

Quelle heureuse saison que celle du printemps ! Pour l'apprécier dans toute sa splendeur, voici deux précieux ouvrages qui vous aideront à apprivoiser les trésors que recèlent forêts et jardins.

Mycologues débutants et avertis voudront mettre la main sur l'édition augmentée du *Grand livre des champignons du Québec et de l'est du Canada*. Avec ses 1 200 espèces recensées, et son foisonnement de photos pour faciliter l'identification, voilà un guide aussi complet que riche, et qui reste simple d'utilisation. L'auteur a eu l'heureuse idée de fournir un glossaire pour permettre aux gens qui ne cherchent qu'à récolter des champignons pour le souper de s'initier en douceur aux termes plus techniques. Les connaisseurs y glaneront également de nombreuses informations scientifiques garantissant une saison de cueillette des plus fructueuses.

Quant au collectif derrière *Flora*, il nous propose une incursion éminemment sensuelle où nous découvrons les plus intimes retranchements des végétaux. Les bourgeons n'auront plus aucun secret pour vous grâce à la photographie macroexplicite, qui révèle autant les sécrétions de nectar exsudées par la campanule bleue que les couleurs exubérantes que nous réservent les arbres à l'automne. Mais *Flora*, c'est une aventure aussi magnifique qu'érudite : on sait y conter fleurette et trouver chaque fois les mots justes pour nous expliquer combien merveilleuse est cette biodiversité.

Le grand livre des champignons du Québec et de l'est du Canada, par Raymond McNeil, Éditions Michel Quintin, 648 p.

Flora, par un collectif d'auteurs, Éditions MultiMondes, 440 p.

Du grand art

Les ossements exotiques de dinosaures sont les nouveaux objets d'art du 21^e siècle, s'achetant aux enchères au même prix qu'un Chagall. Mais derrière ces trésors du passé se trame un commerce aux contours obscurs. Lesquels ont une valeur pour la science ? Les paléontologues et les chasseurs de fossiles ne s'entendent pas sur la question. Si ces vestiges renferment les données nous permettant de comprendre l'évolution de notre planète, le livre *The Dinosaur Artist* dévoile quant à lui les coulisses de ce commerce en se basant sur le cas du marchand de fossiles Eric Prokopi.

Dans cette intrigue naviguant entre le présent et le passé, Paige Williams, reportrice au *New Yorker*, retrace le fil des événements ayant mené à l'arrestation du marchand, une première dans le commerce de fossiles. En 2012, la vente aux enchères d'un *T. bataar*, cousin du *T. Rex*, a mis la puce à l'oreille aux scientifiques. Cette espèce provient de la Mongolie, pays qui interdit la vente de ses dinosaures... Grâce à son écriture d'une minutie chirurgicale, *The Dinosaur Artist* est un exaltant crime-réalité où s'entremêlent le politique, la science et le juridique.

The Dinosaur Artist : Obsession, Betrayal and the Quest for Earth's Ultimate Trophy, par Paige Williams, Hachette Books, 410 p.

Mots d'amour

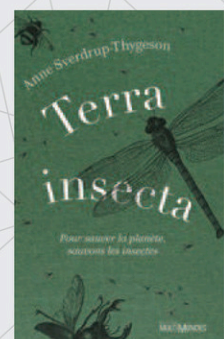
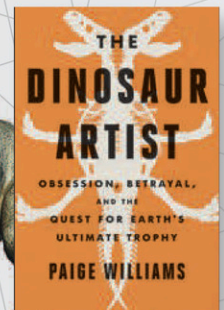
L'insolente linguiste Anne-Marie Beaudoin-Bégin secoue gentiment la cage des puritains de la langue dans le dernier tome de sa trilogie sur le français *La langue racontée : s'approprier l'histoire du français*. En remontant la riche histoire du français jusqu'à ses origines, la sociolinguiste montre que l'usage a longtemps dicté la forme et non l'inverse. À travers sa vision décomplexée et déculpabilisante, elle détricote certains arguments brandis par l'élite et redonne le français au peuple. Vive le français libre !

La langue racontée : s'approprier l'histoire du français, par Anne-Marie Beaudoin-Bégin, Éditions Somme Toute, 150 p.

Les contes des mille et une pattes

L'une de mes tantes adorées me racontait ne plus pouvoir ébouillanter les nids de fourmis autour de son chalet sans se faire sermonner par son petit-neveu. S'il n'était pas haut comme trois pommes, on pourrait croire qu'il a lu *Terra insecta : pour sauver la planète, sauvons les insectes* et compris que ces créatures imposent le respect. N'ont-elles pas survécu à cinq extinctions massives ? De sa plume vivante et colorée, Anne Sverdrup-Thygeson rapporte des faits scientifiques aussi succulents les uns que les autres. L'auteure détaille explicitement la manière dont se nourrissent les mouches domestiques (vous ne voudrez plus JAMAIS qu'elles se prélassent sur votre sandwich), vulgarise la reproduction des abeilles en faisant un clin d'œil à la chanteuse Beyoncé et explique que le chocolat n'existerait pas si ce n'était de la contribution d'une minuscule mouche de la famille des cératopogonidés. Un livre qui pique assurément la curiosité.

Terra insecta : pour sauver la planète, sauvons les insectes, par Anne Sverdrup-Thygeson, Éditions MultiMondes, 320 p.



L'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE À LA PORTÉE DE TOUS



ÉCONOMISEZ
jusqu'à **51 %**
sur le prix en kiosque

ÉDITIONS PAPIER ET NUMÉRIQUE

1 AN	8 numéros	36 \$
2 ANS	16 numéros	58 \$
3 ANS	24 numéros	81 \$

(plus taxes)

ÉDITION NUMÉRIQUE

27 \$
43 \$
60 \$

ABONNEZ-VOUS >

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



Idéologies politiques et environnementales : amies ou ennemies ?



D e manière paradoxale, la dernière décennie a été marquée par une grande prise de conscience environnementale, mais aussi par plusieurs reculs en la matière. Et cette marche arrière est souvent le fait de dirigeants politiques aux idéologies plutôt conservatrices, voire populistes. Simple coïncidence ou motif récurrent ?

Aux États-Unis, l'arrivée de Donald Trump à la Maison-Blanche s'est traduite par plusieurs actions délétères, dont le retrait annoncé de l'Accord de Paris et l'érosion de mesures de protection environnementale. Au Brésil, les idées de droite du président Jair Bolsonaro ne sont guère plus réjouissantes : menace (non exécutée) de se soustraire à l'Accord de Paris, promotion du développement économique au détriment de l'environnement, série de dérèglementations affaiblissant la protection de la forêt amazonienne. En Australie, en pleine tourmente des feux de brousse d'une intensité et d'une étendue inédites, le gouvernement de coalition conservateur de Scott Morrison s'est fait reprocher son manque d'engagement notoire en matière climatique, voire son scepticisme à l'égard de la science.

La communauté scientifique est pourtant claire : les indicateurs environnementaux globaux tendent vers le rouge et il est urgent de mettre en œuvre des mesures environnementales et climatiques robustes. Pourquoi alors cet entêtement des chefs politiques, particulièrement ceux d'appartenance conservatrice, à ne pas accepter sans équivoque la science et l'urgence d'agir ?

Pour répondre à cela, il faut se tourner vers la psychologie. Dans la première méta-analyse du genre qu'a publiée *Nature Climate Change* en 2016, Matthew Hornsey et ses collaborateurs ont examiné 27 variables susceptibles d'expliquer l'acceptation ou non des changements climatiques. Ils ont montré que les indicateurs les plus importants sont les orientations et idéologies politiques, ainsi que les valeurs individuelles, bien plus que les indicateurs traditionnels comme l'âge, le genre, l'appartenance culturelle et l'échelle salariale. Ainsi, les individus qui appuient des partis aux valeurs libérales sont plus susceptibles de « croire » aux changements climatiques que ceux qui adhèrent à la vision des partis aux valeurs conservatrices. Même des indicateurs tels que le niveau de scolarité ou l'expérience de phénomènes météorologiques extrêmes ne semblent pas influencer l'acceptation de la réalité des changements climatiques tout autant.

Autrement dit, tout passerait principalement par le prisme des valeurs personnelles et des allégeances politiques. Doit-on alors

se surprendre que les données probantes arrivent difficilement à moduler les perceptions individuelles ? Mais cela ne dit toujours pas pourquoi les affiliations plus conservatrices semblent favoriser un tel scepticisme quant aux questions environnementales.

Je me suis donc tourné vers la chercheuse Samantha Stanley, de l'Université de Canberra, en Australie. Elle est l'auteure principale d'une méta-analyse parue en 2019 sur le lien entre les attitudes environnementales et deux attributs concourant à déterminer l'idéologie politique des individus, soit l'orientation de dominance sociale (ODS) et « l'autoritarisme de droite » (*right-wing authoritarianism* ou RWA). L'ODS se caractérise par la manière dont les individus pensent que le monde devrait être structuré (hiérarchie sociale, niveau d'inégalité entre les groupes), alors que le RWA est défini par la façon dont les individus pensent que le monde devrait être contrôlé (leadership strict et punitif ou tolérant et permissif).

Les analyses de Samantha Stanley ont permis de déterminer que l'ODS et le RWA sont de bons indicateurs des attitudes environnementales. Selon elle, « plus les gens sont tolérants à l'égard des inégalités sociales (ODS) et plus ils appuient un leadership ferme (RWA), moins ils sont susceptibles de croire aux changements climatiques et de soutenir les actions environnementales ». Pis, pour les individus à forte dominance ODS et RWA, les environnementalistes sont perçus comme l'une des plus grandes menaces en matière d'environnement !

Or, selon la littérature scientifique, ces deux attributs (ODS et RWA) sont positivement liés aux attitudes, idéologies, valeurs sociales et politiques... conservatrices. Voilà qui expliquerait, du moins en partie, la difficulté à faire progresser les dossiers environnementaux chez les dirigeants politiques conservateurs ou autoritaires.

Mais attention ! Les données présentées ci-dessus ne signifient pas que l'ensemble des individus aux valeurs et idéologies politiques conservatrices adoptent des positions complètement anti-environnements.

Ma conclusion ? Afin de transcender les fossés idéologiques politiques et d'unir nos efforts, il ne suffira plus d'espérer changer l'opinion partisane à l'aide de données scientifiques. Il nous faudra revoir la façon d'aborder les enjeux environnementaux auprès des leaders et individus d'allégeances conservatrices en évitant de présenter les actions à entreprendre comme une menace à l'ordre établi. Pas banal, vous en conviendrez, alors que les changements globaux en cours ne feront qu'exacerber cet « ordre établi ». Mais ignorer le tout risque de nous coincer dans un cercle vicieux *ad vitam æternam*. ●

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

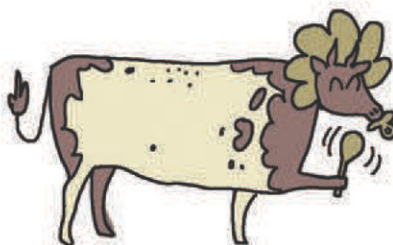
RÉTROVISEUR

L'HISTOIRE DES SCIENCES VUE PAR SATURNOME

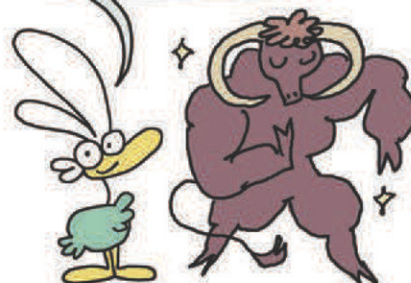
En 1796 est né un bœuf dans le nord-est de l'Angleterre.



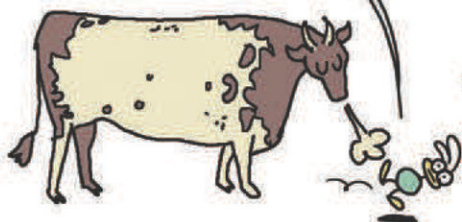
L'animal est devenu le plus célèbre exemple du mouvement d'élevage sélectif qui était en vogue alors.



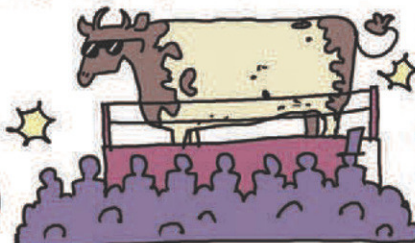
Ce mouvement avait permis de créer le Longhorn anglais, qui grâce à sa grande masse musculaire répondait bien aux demandes en viande du pays pendant la révolution industrielle.



Mais ce bœuf se distinguait de tous les autres à l'époque par sa taille imposante.



On le nomma Durham et on le promena partout au pays, devant les gens qui payaient pour le voir.



Il fut peint, et des impressions de la toile furent vendues à quelques milliers d'exemplaires.



Mais tout ça, ce n'était que le début! Si l'élevage sélectif était courant partout dans le monde, les Anglais en ont fait une sorte de mouvement culturel.

De nombreux producteurs agricoles ont voulu soudainement des bêtes énormes, pour pouvoir ensuite les immortaliser en peinture!

Cela a donné un étrange courant artistique : la peinture de vache rectangulaire anglaise du 19^e siècle.



L'engouement s'est aussi étendu à d'autres animaux, tels que le mouton ou le cochon...

C'est un croisement de quoi, au juste? Un canard et un lapin?

Pardon. Vous êtes un produit de l'élevage sélectif aussi, non?



Ça suffit!! Laissez-moi tranquille!

Ou, enfin... je veux dire, c'est 2\$ pour me regarder! Je pars en tournée à travers le pays! Restez à l'affût!



Hé hé!...

Saturnome



PRÉSENTE



FESTIVAL
GO VÉLO MTL

EN COLLABORATION AVEC



VOYEZ LA VILLE AUTREMENT!

5 JUIN

TOUR LA NUIT

Découvrez le Montréal nocturne
à son meilleur : un rendez-vous vélo,
soir de pleine lune.

7 JUIN

TOUR DE L'ÎLE DE MONTRÉAL

Roulez à travers le Stade olympique,
la carrière Lafarge, et pour la
première fois, le Port de Montréal!



ARTM

sports
experts

PORT MONTREAL



INSCRIVEZ-VOUS VELO.QC.CA

ENERGIE
94.3

107.3
rouge

LA
PRESSE +

TOURISME /
MONTREAL

Montréal

Québec

photo : Didier Bertrand



IRIC Institut de recherche en immunologie
et en cancérologie de l'Université de Montréal

Une **référence** mondiale en
recherche fondamentale et
appliquée pour **vaincre** le cancer

iric.ca

INSTITUT DE RECHERCHE
EN IMMUNOLOGIE ET
EN CANCÉROLOGIE



Université 
de Montréal