

L'ÉCHEC DE
L'ENSEIGNEMENT
DES SCIENCES

LA RÉVOLUTION
DES ONDES
GRAVITATIONNELLES

QUÉBEC SCIENCE

SEPTEMBRE 2019

LA PRIMATOLOGUE

JANE
GOODALL

“

Si nous continuons
comme si de rien
n'était, il n'y aura
plus ni chimpanzés,
ni éléphants,
ni lions, ni girafes,
ni tant d'autres
animaux dans la
nature.

”

SEPTEMBRE 2019 0 9

7 8313 04797 4

PP 40065387

6,95\$

MESSAGERIES DYNAMIQUES 10682

Prochaine sortie : l'espace

NOUVEAUTÉS 2019

L'ASTROLab offre un décollage vers l'infini
avec une expérience renouvelée

NOUVEAU FILM ET APPLICATION MOBILE « ÉMERGENCE »
SALLE MULTIMÉDIA 4K | RÉALITÉ VIRTUELLE



ASTROLab du parc national
du Mont-Mégantic

astrolab.qc.ca

Photo : Rémi Boucher

SOMMAIRE



À 85 ans, Jane Goodall voyage plus de 300 jours par année pour sonner l'alarme.



EN COUVERTURE

14 L'infatigable Jane Goodall

La célèbre primatologue qui a bravé les interdits pour documenter les mœurs des chimpanzés met aujourd'hui sa détermination au service de la planète.

REPORTAGES

19 En direct de l'Univers

La détection des ondes gravitationnelles, en 2015, a secoué le monde de l'astronomie. Où en sommes-nous rendus ?

24 La réunion des Corées : écrite dans le ciel ?

L'astronomie pourrait représenter un terrain neutre pour de premiers échanges entre les voisins en conflit depuis près de 75 ans.

28 Tous des cancrs en science ?

Délaissée au primaire, malmenée au secondaire, la science est le parent pauvre du système scolaire québécois.

33 L'oreille prodigieuse

Les ornithologues sont unanimes à saluer le talent phénoménal d'Olivier Barden ; il entend les oiseaux comme personne.

38 L'herbe est-elle plus verte dans le pâturage ?

Et si les grands troupeaux de bovins pouvaient contribuer à lutter contre le réchauffement planétaire et la dégradation des sols ? L'idée a des adeptes.

SUR LE VIF

6 LE CABINET DES CURIOSITÉS

Une exposition temporaire au Musée des beaux-arts de Montréal nous permet de scruter sous les bandelettes des momies.

8 CES REQUINS BIEN DE CHEZ NOUS

Des chercheurs tentent d'en apprendre davantage sur les grands requins blancs qui s'aventurent au large de la Nouvelle-Écosse.

10 BOROPHÈNE : LE MATÉRIAU MIRACLE ?

La pression pour trouver des matériaux toujours plus performants est incessante. Le borophène passera-t-il le test ?

11 DES AILES DE LIBELLULE À L'HÔPITAL

Les chercheurs s'inspirent de la structure des ailes des demoiselles pour lutter contre les infections nosocomiales.

CHERCHEUR EN VEDETTE

44 POUR DES PRÉMATURÉS

EN SANTÉ

Mathieu Nadeau-Vallée a démontré qu'une molécule anti-inflammatoire réduit les complications liées aux naissances prématurées chez l'animal.



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

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

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



MARIE LAMBERT-CHAN  @MLambertChan

Éditorial

Jeunes chercheurs en détresse

La dépression et l'anxiété affectent disproportionnellement les doctorants. Les universités doivent agir.

Ph. D. : trois petites lettres qui officialisent l'obtention du doctorat, couronnent des années de travail intellectuel soutenu et ouvrent les portes d'une carrière en recherche. Du moins, c'est ce que promet le milieu universitaire. Car derrière cette abréviation se cache une réalité qui n'a rien d'éblouissant. Enrôlés dans une culture où seule l'excellence prévaut, les étudiants passent de longues heures face à eux-mêmes à travailler sur un projet qui avance souvent à pas de tortue et dont l'objectif semble tellement loin qu'il en devient inatteignable. Ils cheminent dans un environnement hautement compétitif, où les heures supplémentaires sont portées comme des médailles d'honneur et les épisodes d'épuisement comme des blessures de guerre inévitables. Avec un peu de chance, ils trouveront un directeur de thèse qui les encadrera avec bienveillance. Mais s'autoriseront-ils à lui confier leurs problèmes? Montrer leur vulnérabilité leur coûtera-t-il des occasions d'emploi? Peuvent-ils se le permettre alors que seul un doctorant sur cinq obtiendra un poste de professeur? Le phénomène n'est pas anecdotique; il est étayé par des données qui dressent un constat brutal : il y a quelque chose de pourri aux études supérieures.


Parue en 2017 dans *Research Policy*, une étude réunissant 3 659 doctorants flamands a montré que la moitié d'entre eux étaient en situation de détresse psychologique et que le tiers risquaient de souffrir d'un trouble de santé mentale, particulièrement la dépression. Début 2018, la revue *Nature Biotechnology* a publié une enquête signalant que les étudiants aux cycles supérieurs sont six fois plus à risque d'être atteints de dépression ou d'anxiété que la population générale (et ces problèmes sont plus prononcés chez les femmes et les minorités sexuelles). Une conclusion fondée sur un échantillon international de 2 279 étudiants, la plupart au doctorat, inscrits dans 234 établissements répartis dans 26 pays. Toujours en 2018, une autre étude a tenté de déterminer la fréquence et la gravité des problèmes de santé mentale chez les étudiants de doctorat en économie de huit grandes universités, dont Princeton, Harvard, Yale et le Massachusetts Institute of Techno-

logy. En résumé, 18 % présentaient des symptômes de dépression ou d'anxiété de modérés à graves, alors que le taux national de dépression chez les Américains âgés de 25 à 34 ans est d'environ 3,5 %. Et 11 % ont affirmé avoir eu des pensées suicidaires. Voilà des résultats qui sont autant d'appels à l'aide.

Chez nous, il manque encore de données solides sur la santé psychologique des étudiants des cycles supérieurs. Peut-être viendront-elles de l'Union étudiante du Québec qui, à l'automne 2018, a lancé une enquête provinciale pour évaluer la santé psychologique de la communauté étudiante universitaire. En attendant, un chiffre ne ment pas : 50 % des doctorants québécois abandonnent leurs études.

La situation est affligeante. D'un point de vue pragmatique, on tue à petit feu ceux et celles qui sont aux premières lignes de l'avancement de la science – au Québec, les doctorants contribuent au tiers des articles scientifiques. Mais surtout, sur le plan humain, on met en péril la santé mentale de jeunes adultes. On leur coupe les ailes avant même qu'ils prennent leur envol.

Certes, des campus ont investi dans le soutien psychologique et dans des campagnes de santé publique. Certes, il existe de merveilleuses initiatives comme Thèsez-vous, qui offre aux étudiants de rédiger dans un lieu commun afin de briser leur isolement. Ou encore PasiUM, le programme de pairs aidants en sciences infirmières de l'Université de Montréal, qui permet aux étudiants de se soutenir entre eux.

Mais ce n'est pas assez. Nous sommes mûrs pour un changement de culture radical où le professorat ne sera pas une fin en soi, mais une perspective de carrière parmi d'autres; où l'échec sera accueilli ouvertement pour mieux enseigner la résilience comme une compétence essentielle; où l'équilibre études-travail-vie personnelle sera fortement encouragé; où les directeurs de thèse devront être eux-mêmes des exemples inspirants à cet égard; et finalement, où le maintien d'une bonne santé mentale ne sera plus une responsabilité individuelle, mais une obligation collective. 

Rédactrice en chef

Marie Lambert-Chan

Journalistes

Marine Corniou, Mélissa Guillemette

Journaliste Web et médias sociaux

Annie Labrecque

Collaborateurs

Louise Bilodeau, Maxime Bilodeau, Jean-François Cliche, Catherine Couturier, Émilie Folie-Boivin, Chloé Freslon, Joël Leblanc, Laura Martinez, Alexandra S. Arbour, Saturnome, Pierre Sormany, Jean-Patrick Toussaint

Correctrice-révisseuse Sophie Cazanave

Directrice artistique Natacha Vincent

Photographes/illustrateurs

Louise Bilodeau, Morten Bjarnhof, Dorian Danielsen, Nicole Aline Legault, Valérian Mazataud, Christine Muschi, Francis Vachon, Vigg

Éditrice Suzanne Lareau

Comptabilité Mimi Bensaïd

Chargée de projets, communications marketing Lynda Moras

Attachée de presse

Stéphanie Couillard

Vice-présidente marketing et service à la clientèle Josée Monette

Publicité

Claudine Mailloux 450 929-1921

514 909-4601 cmailloux@velo.qc.ca

Impression Transcontinental Interweb

Distribution Messageries Dynamiques

Parution: 22 août 2019 (556^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

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

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

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

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

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

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

Mots croisés

L'ARCHÉOLOGIE VOUS FAIT VIBRER



Sur Instagram, Annelitterarum a publié cette photo accompagnée de la mention « Québec Science, l'une de mes revues préférées! »

Votre dossier spécial, sur le passé revisité : passionnant! Québec Science, bravo!
— Gilles Duchesne

Un grand merci à l'équipe de Québec Science pour nous avoir fait voyager dans le temps avec ce passionnant numéro sur l'archéologie! Nous avons adoré découvrir les techniques de pointe utilisées pour révéler les secrets du passé, et cela semble avoir éveillé une vocation d'Indiana Jones chez mon fils de huit ans... Bravo à vos talentueux journalistes! — Laure Marcus



UNE IMAGE VAUT MILLE MOTS

Sur notre page Facebook, nous vous avons lancé un défi: deviner où se trouvait notre journaliste Marine Corniou, à partir de cette photo. Vos réponses n'ont pas manqué d'humour (parfois noir!): au Carrefour Laval, au Comiccon de Montréal et dans une garderie pour enfants non vaccinés... Marine se trouvait plutôt dans une chambre des Hôpitaux universitaires de Genève aménagée pour prendre en charge les patients atteints d'Ebola. Vous pourrez lire ce reportage le mois prochain.

QUÉBEC SCIENCE À L'HONNEUR

Des reportages de Marine Corniou et de Mélissa Guillemette ont été retenus en vue de l'attribution du prix Roberval, qui souligne les meilleures communications de la francophonie sur les technologies. Les articles sélectionnés portent sur les effets spéciaux par ordinateur (« Le cinéma peut-il se passer des acteurs? » publié dans notre numéro de décembre 2018) et les efforts des agences spatiales pour retourner sur notre satellite naturel (« Les faces cachées de la Lune », paru en septembre 2018). Les gagnants seront dévoilés le 16 novembre à Compiègne, en France. Croisez les doigts pour elles!



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



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.



Sous les bandelettes des momies

Existe-t-il plus fascinant qu'une momie? Une exposition temporaire au Musée des beaux-arts de Montréal nous fait voyager au cœur des sarcophages.

Par Mélissa Guillemette



Momie de Tamout, Troisième Période intermédiaire, début de la 22^e dynastie, vers 900 av. J.-C.

IMAGES: THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM, EA 22939

Tamout était chanteuse au temple. Elle était atteinte d'athérosclérose; des plaques d'athérome ont été décelées dans ses artères grâce à l'imagerie médicale. Selon l'usure de ses hanches, elle était âgée de 35 à 49 ans au moment de son décès, vers 900 avant notre ère. L'image de droite révèle ce qui se cache sous les bandelettes qui la recouvrent, dont des amulettes faites de métal, de pierre et de cire d'abeille.

Pour les six dépouilles au cœur de l'exposition *Momies égyptiennes : passé retrouvé, mystères dévoilés*, le repos éternel n'est pas tout à fait paisible. Issues de la collection du British Museum de Londres, elles ont déjà été exposées à Sydney, Taipei et Hong Kong. Ces momies, qui datent de 900 avant notre ère jusqu'à l'an 180, ont été soigneusement préparées pour le grand voyage vers les dieux. «La vie était une chose passagère à l'époque : on vivait pour se rendre dans l'au-delà, explique Laura Vigo, archéologue et conservatrice au Musée des beaux-arts de Montréal (MBAM). En regardant nos momies, je me dis que c'est réussi! Elles ont transcendé leur état, mais sous une autre forme... dans un musée!»

D'autres n'ont pas eu cette chance. À une certaine époque, quiconque avait de l'argent (et ne craignait pas trop d'être frappé par la malédiction) pouvait se procurer une momie dans une vente aux enchères et même organiser un «grand déballage» avec entrée payante. En 1821, le chirurgien Augusto Granville a quant à lui disséqué une momie au nom de la médecine et a présenté ses découvertes devant les membres de la Société royale de Londres. Il a lui-même reconnu que retirer les 12,6 kg de bandelettes posées des centaines d'années plus tôt (la datation au carbone 14 effectuée plus tard a révélé que la momie en question datait du 6^e siècle avant notre ère) avait eu pour effet de sacrifier un incroyable spécimen.

Les chercheurs d'aujourd'hui se gardent une petite gêne et recourent à diverses techniques d'imagerie pour nous laisser jeter un œil sous les bandelettes. Les scientifiques du British Museum ont notamment utilisé un tomodynamomètre (CT-scan) à double énergie qui découpe, de façon numérique, chaque momie en 8 000 «tranches». «Le travail d'analyse est ensuite énorme. Il faut des heures pour différencier la peau des bandelettes et des os, mentionne le bioarchéologue

Daniel Antoine, l'un des deux commissaires de l'exposition au British Museum. On peut alors demander au système d'enlever virtuellement les bandelettes afin de scruter la momie.» Cette opération qu'on visualise sur un écran fait partie des éléments clés de l'exposition de Montréal. Aux côtés des momies sont aussi présentées des copies des amulettes en métal, en pierre, en cuir ou en cire dévoilées par l'imagerie.

Les chercheurs se sont servis d'un scanner de surface — « ressemblant à un fer à repasser » d'une valeur de plus de 40 000 \$ — pour ajouter les couleurs, ombres et textures de la surface des bandelettes et du coffre au rendu 3D. La somme de ces travaux « permet de déterminer le sexe des momies, l'âge à la mort, selon l'usure des articulations des hanches, et l'état de santé de ces individus, poursuit M. Antoine. On découvre ainsi que certains d'entre eux souffraient de maladies cardiovasculaires. J'avais toujours cru que ces maladies étaient très modernes ! »

Les analyses ont également mis au jour des problèmes de caries et d'abcès dentaires dans l'Égypte ancienne. « Quand on a préparé, au MBAM, l'exposition sur Pompéi [cité romaine de la même époque], on a vu que les gens avaient les dents bien soignées, relate Laura Vigo. C'est une question d'environnement : les hommes et les femmes dont les momies sont maintenant présentées [issus de la classe moyenne supérieure] avaient une alimentation riche en hydrates de carbone et buvaient une eau pauvre en fluor, contrairement aux habitants de Pompéi. »

L'imagerie fournit également des indices sur les méthodes de momification et révèle le génie des embaumeurs, qui étaient des prêtres de haut rang. Car il existe peu de littérature scientifique sur l'évolution des pratiques au fil du temps, indique l'égyptologue du British Museum Marie Vandenbeusch, qui est l'autre conceptrice de l'exposition. « On arrive à voir comment les organes ont été retirés de l'abdomen et du thorax, généralement à travers une incision sur le côté gauche, et comment le cerveau a été enlevé : quels os du nez étaient cassés par exemple. On réalise que, dans certains cas, les organes ont été embaumés séparément et replacés à l'intérieur du corps ou sur le corps. » Puis le cœur, seul organe généralement laissé en place, est bien visible.

Les appareils à balayage montrent que différents types de matériaux étaient employés pour le rembourrage du corps, étape nécessaire pour qu'il ne soit pas déformé pendant la période de déshydratation qui précède l'application des bandes de tissu.

L'exposition et les voyages en avion mettent-ils les momies à risque? « Des équipes s'assurent qu'elles sont présentées dans des conditions où la préservation sera garantie : une humidité constante, autour de 40 %, et une température qui change lentement. On fait tout pour qu'elles soient toujours là dans 3 000 ans ! » dit Daniel Antoine, qui préfère parler de *personne momifiée* plutôt que de *momie* pour rappeler au public qu'il ne s'agit pas d'objets, mais de restes humains à traiter avec respect. 03

Momies égyptiennes : passé retrouvé, mystères dévoilés, au Musée des beaux-arts de Montréal, du 14 septembre 2019 au 2 février 2020, mbam.qc.ca



1



2



3



4

1 Instruments d'embaumeurs, Nouvel Empire, vers 1550-1069 av. J.-C., probablement Thèbes (Égypte), bois. Employés par les embaumeurs pour mélanger des préparations. À l'extrémité se trouve Anubis, dieu à la tête de chacal, qui représente les embaumeurs. IMAGE: THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM, EA 5505 ET EA 5506

2 Plaquette des sept huiles, Ancien Empire, vers 2686-2181 av. J.-C., probablement Abydos (Égypte), calcite. Ces huiles étaient utilisées par les embaumeurs. IMAGE: THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM, EA 6122

3 Vases canopes de Djedbastiouefankh, 30e dynastie, vers 380-343 av. J.-C., Hawara (Égypte), calcaire. Les vases canopes contenaient les organes embaumés des momies. Même quand l'embaumeur choisissait de déposer ces viscères directement sur la momie, des vases étaient néanmoins placés près du cercueil, de façon symbolique. IMAGE: THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM, EA 22374, EA 22375, EA 22376 ET EA 22377

4 Maquette de barque funéraire, 12e dynastie, vers 1985-1795 av. J.-C., provenance inconnue, bois de figuier sycamore. On déposait de telles maquettes près des momies pour les guider dans leur nouvelle vie. Les deux pleureuses à bord sont Isis et Néphthys, déesses funéraires. IMAGE: THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM, EA 9525

Ces requins bien de chez nous

Des chercheurs tentent d'en apprendre davantage sur les grands requins blancs qui s'aventurent au large de la Nouvelle-Écosse.

Par Laura Martinez



Quelques semaines plus tard, l'organisme à but non lucratif Ocearch a pris le relais. Durant les trois semaines d'expédition, sept requins blancs ont été interceptés et plus d'une dizaine d'échantillons – sang, muscle, sperme, etc. – ont été prélevés par individu. « Et tout ça en 15 minutes top chrono! » s'exclame Maeva Giraudo, docteure en biologie moléculaire et toxicologie environnementale, qui a participé à l'échantillonnage de deux requins blancs depuis la plateforme spécialement conçue pour hisser les requins hors de l'eau. Cette technique d'échantillonnage ne fait pas l'unanimité au sein de la communauté scientifique, pas plus que le côté sensationnaliste d'Ocearch, qui crée des comptes Twitter pour chacun des requins étiquetés. Il n'empêche, l'organisme a le mérite de mettre à la disposition de tous les données GPS de ses requins (dont Brunswick, un mâle marqué en février 2019 dans le sud des États-Unis et localisé en juillet dernier au large des îles de la Madeleine) et d'inviter gratuitement à bord les scientifiques avec lesquels il collabore depuis 2007.

Pour Robert Hueter, la mission canadienne de 2018 a été un succès. Il précise d'ailleurs que, selon les analyses préliminaires, le niveau de stress physiologique des requins diminue au cours des 15 minutes d'échantillonnage. « Tous les requins dotés de balises satellites sont en bonne santé et se sont ensuite déplacés vers le sud [au large des États-Unis] », mentionne le chercheur. Le premier requin blanc marqué au Canada a suivi un trajet similaire, indique Heather Bowlby, qui dirige depuis 2016 le laboratoire de recherche sur les requins du Canada atlantique.

Le sud de la Nouvelle-Écosse, où se situent différentes échoueries de phoques, serait une zone d'alimentation de ces animaux, s'accordent à dire Robert Hueter et Heather Bowlby. D'après cette dernière, les populations croissantes de phoques gris attireraient de plus en plus de requins blancs, qui s'alimentent habituellement

« Personne ne sait combien de requins blancs nagent dans les eaux du Canada atlantique », affirme Robert Hueter. Cet automne, il aura peut-être des éléments de réponse alors qu'il voguera au large de la Nouvelle-Écosse à bord du navire américain MV *Ocearch*. En compagnie de plus de 25 chercheurs d'une vingtaine d'établissements – dont trois canadiens –, celui qui agit à titre de conseiller scientifique en chef de la mission traquera ces prédateurs pour mieux comprendre leurs déplacements et en apprendre davantage sur leur alimentation, leur reproduction et leur état de santé.

Depuis 1874, seulement une soixantaine de requins blancs ont été signalés à l'est du pays, selon un rapport du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) de 2006, mis à jour en 2017 par Pêches et Océans Canada. Par mesure de précaution, le COSEPAC considère que l'animal est en voie de disparition dans nos eaux.

Outre l'absence d'estimation du nombre d'individus dans l'Atlantique, plusieurs mystères subsistent : où l'animal se reproduit-il? Où se nourrit-il? Quelles sont ses routes migratoires? Il était donc temps que les scientifiques se penchent sur cette espèce. En septembre 2018, la biologiste Heather Bowlby, de Pêches et Océans Canada, a réussi à placer un émetteur sur un requin blanc au large de la Nouvelle-Écosse. Une première dans les eaux canadiennes!



dans la région de Cape Cod. L'hiver, tous les requins se rejoindraient au large de la Floride, pense M. Hueter.

Les requins blancs ne sont pas les seuls requins à s'aventurer près des côtes canadiennes. En fait, six autres espèces fréquenteraient le Saint-Laurent : le requin pèlerin, le requin du Groenland, le requin bleu, le requin maraîche, l'aiguillat commun et l'aiguillat noir. Répertoriés pour la dernière fois en 1963 par Wilfred Tempelman dans le *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, ils y seraient toujours présents, au dire du directeur scientifique de l'Observatoire des requins du Québec, Jeffrey Gallant.

Depuis 2007, il étudie le deuxième requin carnivore pour ce qui est de la taille après le requin blanc : le requin du Groenland. Un animal discret qui, selon une étude publiée par d'autres chercheurs en 2016 dans *Science*, pourrait vivre au-delà de 272 ans! Contrairement à l'équipe d'Ocearch, Jeffrey Gallant ne hisse pas ces requins des profondeurs hors de l'eau. Il va plutôt à leur rencontre en plongée afin de les équiper d'une balise acoustique à l'aide d'une lance.

Mais depuis 2012, il n'a plus observé ces requins à Baie-Comeau. « Et l'on ne peut pas expliquer pourquoi », se désole le plongeur. De retour de sa campagne d'échantillonnage, réalisée dans les eaux plus profondes de Baie-Comeau, Jeffrey Gallant analyse actuellement les images obtenues par son nouveau sonar à balayage latéral dans l'espoir de détecter ces centaines. Heather Bowlby a aussi innové cet été en misant sur une nouvelle technique de marquage qui permet d'attirer les requins en surface sans les attraper.

De leur côté, Robert Hueter et Maeva Giraud se demandent si les requins blancs marqués en Nouvelle-Écosse en 2018 seront de retour cet automne, particulièrement Luna, une femelle adulte d'environ 4,5 m de long à laquelle ils se sont attachés instantanément. 

Moi, mes souliers...

Mélanie file un mauvais coton. Cette agente administrative de 45 ans est déconcentrée au travail, tout l'irrite et elle dort mal. Marathonienne aguerrie, elle a même délaissé son club de course. Son conjoint lui lance un ultimatum : « Je ne te reconnais plus... Va à la clinique. »

Elle prend rendez-vous avec son médecin de famille. Il lui prescrit un bilan sanguin et un arrêt de travail. Il évoque un diagnostic de dépression majeure et lui propose la prise d'un antidépresseur. Elle veut y penser, alors le médecin prévoit un suivi dans une semaine. Elle sort du cabinet la tête pleine de questions. Elle se sent coupable d'arrêter de travailler pour un problème de santé mentale. Elle est pourtant loin d'être la seule...

L'histoire de Mélanie est fictive, mais des cas comme le sien, j'en ai vu des dizaines dans ma pratique. Au Québec, 12 % de la population vivra un épisode dépressif au cours de sa vie. L'utilisation d'antidépresseurs est aussi légion : au moins 5 % des Québécois en consomment régulièrement. Et selon l'Organisation mondiale de la santé, la dépression sera la principale cause d'arrêt de travail en 2020.

Toujours est-il que Mélanie (ou Michel ou Fatima) appelle son amie Josée, qui a fait une dépression postpartum après son deuxième bébé. « As-tu déjà pris ça, toi, des antidépresseurs ? » Josée répond : « Oui, mais j'ai arrêté, ça ne donnait rien. » Elle a en partie raison ; on est loin du remède miracle. Une méta-analyse récente parue dans *The Lancet* le prouve : si la plupart des antidépresseurs étudiés sont plus efficaces que les placébos, leur effet demeure modeste.


Mélanie n'a pas envie de prendre une pilule. Et puis ses symptômes se dissipent quelques heures après un verre de vin. Or, une dépression non traitée risque de se chroni-

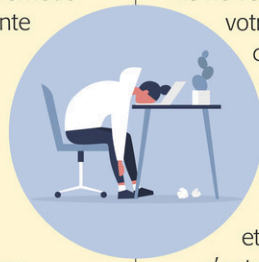
ser. Ce trouble de santé mentale prédispose à davantage d'infections, de maladies cardiovasculaires, auto-immunes et endocriniennes. Nul besoin d'avoir un diplôme en médecine pour comprendre que l'automédication — ce que fait Mélanie avec l'alcool — peut devenir un problème en soi.

Explorons l'ambivalence de Mélanie. Elle a peur de devenir « dépendante » comme sa belle-sœur Hélène, qui consomme des antidépresseurs « depuis toujours ». Effectivement, il est possible de prendre un antidépresseur pour une durée prolongée s'il est bien toléré. Le médicament peut par contre être cessé s'il entraîne des effets secondaires comme l'anorgasmie, l'insomnie ou la somnolence, après six à neuf mois de traitement. Certains décrivent des symptômes de sevrage rendant son abandon difficile. Cela fait débat dans le monde médical, peu d'études s'étant penchées sur les effets d'une prise d'antidépresseurs à très long terme.

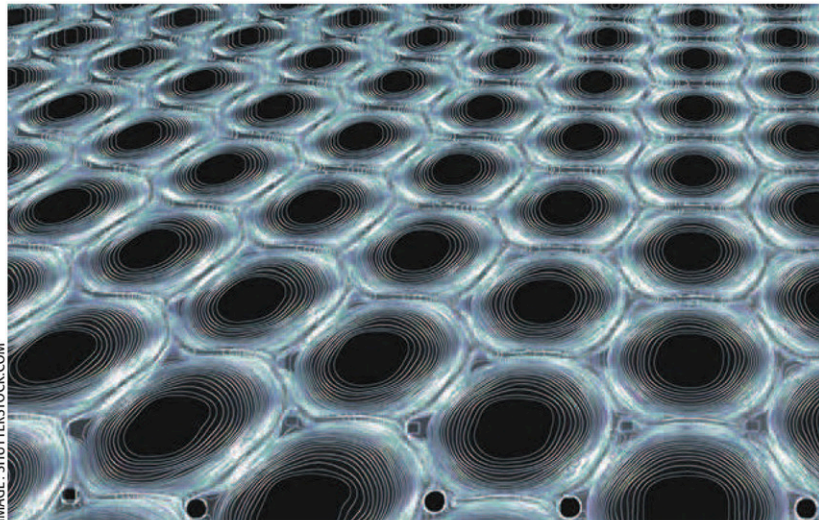
Une semaine plus tard, Mélanie consent à suivre un traitement. Son médecin lui indique que la formule gagnante est de combiner psychothérapie et médication. Elle reçoit des conseils d'une travailleuse sociale qui l'oriente vers des thérapies à bas coût dans sa région, car elle n'a pas d'assurances. Avec un psychologue, elle explore les raisons qui l'ont menée au bout du rouleau. Le professionnel explique à cette coureuse d'expérience qu'un antidépresseur, c'est comme une bonne paire de souliers.

« Ils ne vont pas courir le marathon à votre place, mais si vous êtes bien chaussée, c'est plus facile ! »

Mélanie pousse l'analogie : elle tente de vaincre sa dépression avec ses stratégies d'athlète. Elle écoute les conseils de ses entraîneurs — son psychologue et son médecin de famille — et s'entoure de coéquipiers motivants, les membres de sa famille. Un pas à la fois, c'est ainsi qu'elle retrouve son souffle. 



Borophène : à la recherche du matériau miracle



Dispositifs électroniques ultrarapides, batteries légères : la pression pour trouver des matériaux toujours plus performants est incessante. La nouvelle coqueluche, le borophène, passera-t-elle le test ?

Par Catherine Couturier

Le graphène devait changer nos vies dans des domaines aussi variés que la santé, le transport et l'énergie. La réalisation de son plein potentiel se fait toujours attendre, mais sa découverte, en 2004, a stimulé la recherche d'autres supermatériaux en deux dimensions, constitués d'un seul atome d'épaisseur. Ils sont plus conducteurs, plus légers et plus résistants que les matériaux en trois dimensions. Le petit nouveau dans la famille est le borophène, composé d'atomes de bore.

Des chercheurs ont prédit son existence dès les années 1990, mais ce n'est qu'en 2015 qu'ils ont réussi à faire « pousser » la première « feuille » de borophène. Un tour de force, car, contrairement au graphène, le nouveau compétiteur doit absolument être produit en laboratoire. « Le graphène est disponible dans la nature ; c'est du graphite, un cristal de carbone. La production du borophène est totalement synthétique et reste difficile », explique Jean-François Morin, professeur de chimie à l'Université Laval.

Cette couche d'atomes de bore ne tient pas en elle-même : elle doit être déposée sur un autre support. Les chercheurs ont ainsi réussi à créer du borophène sur de fines couches de métaux. Or, il n'est pas aisé de séparer le borophène du substrat

qui le soutient. « Le borophène reste collé sur le métal ; pour l'instant, personne n'est parvenu à l'en détacher, ce qui rend ardue la mesure précise de certaines propriétés », mentionne le professeur Boris Yakobson, de l'Université Rice, au Texas. Il est l'un des premiers à avoir annoncé qu'on pouvait faire « pousser » le borophène sur l'or, l'argent et le cuivre, en 2013. L'exploit ultime serait de produire du borophène autoportant, ce à quoi s'attellent plusieurs équipes internationales.


PROPRIÉTÉS QUI FONT RÊVER

Le matériau est surprenant. « Une des choses rares qu'on observe, c'est que le borophène est polymorphe, c'est-à-dire que sa structure change selon le substrat sur lequel il se trouve », indique Boris Yakobson. Il soupçonne au moins une douzaine de « phases » possibles ! Sur l'aluminium, par exemple, le borophène adopte la même structure en alvéoles que le graphène. Le borophène pourrait donc répondre à toutes sortes de besoins.

Il pourrait entrer dans la fabrication de circuits imprimés flexibles et de cellules photovoltaïques de panneaux solaires. Ou encore agir comme capteur pour détecter l'éthanol et d'autres gaz, et être utilisé dans des batteries qui se rechargeraient beaucoup plus rapidement et qui seraient plus légères, un avantage

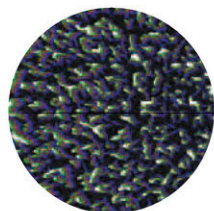
de taille pour le transport électrique. Il est aussi capable de stocker jusqu'à 15% de son poids en hydrogène, une avenue intéressante pour la transition énergétique – mais moins au Québec, qui possède déjà de l'hydroélectricité en abondance, rappelle Claudiane Ouellet-Plamondon, professeure en génie de la construction à l'École de technologie supérieure de Montréal.

Mais ce n'est pas demain la veille que le borophène deviendra un matériau courant. « Les scientifiques se rendent aujourd'hui compte des difficultés à employer le graphène ; ce serait optimiste de dire que le borophène va régler tous les problèmes », soutient la professeure Ouellet-Plamondon. Le carbone reste plus abondant que le bore dans la croûte terrestre, et la fabrication du borophène est encore très coûteuse. On doit aussi trouver le moyen de faire du borophène sur des matériaux isolants comme le verre ou le silicone pour faciliter son étude et son utilisation. En effet, le borophène étant très cher, il faudra le mélanger à d'autres matériaux pour pouvoir l'exploiter en industrie.

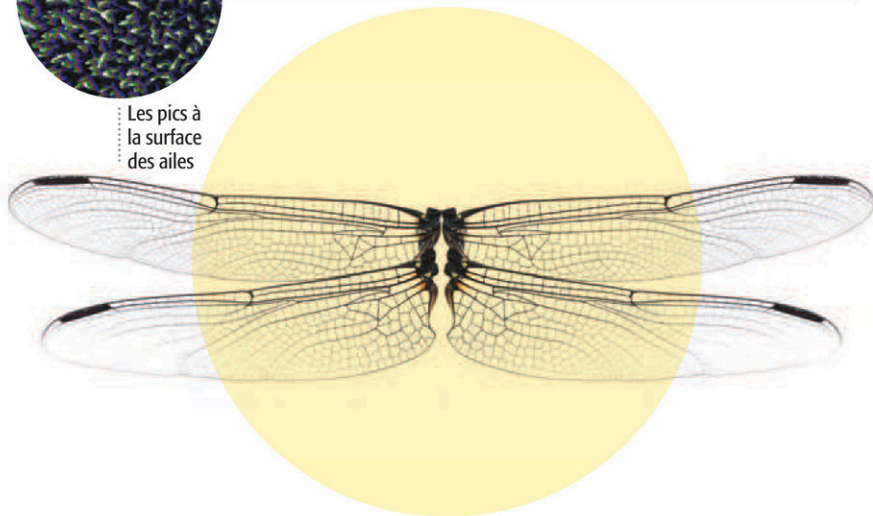
L'avenir des matériaux bidimensionnels est plein de promesses. Reste à savoir quand elles se réaliseront. 

Des ailes de libellule à l'hôpital

Par Marine Corniou



Les pics à la surface des ailes



Dans la lutte contre les infections contractées dans un établissement de santé, il est un ennemi que les médecins redoutent particulièrement : les biofilms, ces colonies de bactéries qui se fixent solidement à la surface de certains dispositifs médicaux comme les cathéters, les sondes urinaires, les implants ou les prothèses. Ainsi, un quart de toutes les infections nosocomiales seraient associées à l'utilisation de matériel infecté, d'après des données américaines.

Pour concevoir des matériaux plus sécuritaires, une équipe montréalaise se tourne vers... les libellules et les cigales ! Et plus précisément vers leurs ailes, qui sont naturellement antibactériennes. « Elles sont couvertes de minuscules picots, sorte de nanoclous qui tuent les bactéries par contact physique », a expliqué Dao Nguyen, chercheuse à l'Institut de recherche du Centre universitaire de santé McGill, au cours d'un symposium de l'Initiative interdisciplinaire en infection et immunité de McGill en juin dernier. Plusieurs équipes s'intéressent à cette approche « mécanique », alors que les biofilms, enchâssés dans une gangue collante et protectrice, ont une capacité extrême à résister au système

immunitaire. Ces communautés de microorganismes sont aussi de 500 à 5 000 fois plus résistantes aux traitements antibiotiques que les bactéries de même nature isolées.

En 2018, des chercheurs de Singapour ont montré qu'un revêtement constitué de picots nanométriques de zinc, imitant ceux des libellules, pouvait éliminer jusqu'à 99,9 % des germes présents sur différentes surfaces.

De son côté, Dao Nguyen compte mettre en place une plateforme pour produire toute une gamme de structures copiant les ailes d'insectes. « L'idée est d'utiliser divers matériaux, de faire varier la taille des nanopiliers, leur forme, leur espacement et de tester plusieurs techniques de production », précise-t-elle.

Son équipe observera par microscopie les interactions entre les bactéries et les surfaces, puis mettra à l'épreuve les plus prometteuses contre la bactérie *Pseudomonas aeruginosa*, responsable d'infections contractées à l'hôpital et d'infections mortelles chez les personnes atteintes de fibrose kystique. Si les résultats sont concluants, les matériaux pourront un jour être utilisés à grande échelle pour fabriquer des instruments et des appareils médicaux plus sûrs. 

CHLOÉ FRESLON  @f_chloe

Technopop



Les CV sous l'œil de l'IA

Les programmeurs d'Amazon croyaient avoir bâti une machine de rêve : une intelligence artificielle (IA) qui trierait les curriculums vitæ pour en tirer les meilleurs candidats. Comme d'autres, ils ont cru que la technologie était la réponse à tous leurs maux. Mais ils ont oublié que la machine est à l'image des humains qui la conçoivent : bourrée de préjugés.


Entraîné à analyser des CV généralement soumis par des hommes (qui composent la majorité de la main-d'œuvre dans les technologies), le système a « appris » à discriminer les femmes. Ainsi, l'outil pénalisait les dossiers de candidature qui présentaient le mot *femme*, comme dans « présidente du groupe de femmes en IA » ; il déclassait ceux qui comportaient des noms de collèges féminins. Amazon a abandonné son outil à l'automne 2018.

De toute évidence, si l'on n'y prend garde, l'intelligence artificielle perpétue nos idées préconçues dans le recrutement d'employés. Mais pourrait-elle aussi nous en libérer ? Voici trois compagnies qui y travaillent.

Les mots utilisés dans les offres d'emploi sont importants, notamment parce qu'ils peuvent décourager certains candidats de postuler. Le logiciel de la jeune entreprise américaine Textio analyse les offres d'emploi et relève quels mots sont subjectifs pour en suggérer d'autres. Par exemple, les femmes sont souvent interpellées par le mot *collaboration*.

Si vous êtes passé avec succès à travers le processus de présélection, vous pourriez être convoqué à une entrevue filmée par l'outil HireVue. Celui-ci répertorie les compétences, les attributs et les comportements des meilleurs employés de l'entreprise qui ont été embauchés dans le passé, puis établit le profil idéal pour un poste similaire. Le candidat est donc noté sur la probabilité d'être « bon ».

L'entreprise Mya engage quant à elle la conversation avec des candidats par texto, à la manière d'un robot de clavardage (*chat bot*). En quelques minutes, son outil exclut les candidats sur la base d'un modèle d'évaluation préprogrammé ou les fait passer à la partie suivante du processus d'embauche.

Le mieux est l'ennemi du bien : malgré toutes leurs bonnes intentions, ces compagnies fondent généralement leur modèle sur l'attribution d'une note, en comparant le profil soumis avec les candidats qui ont fait bonne figure par le passé. Je ne peux m'empêcher de penser aux gens qui n'ont pas un parcours classique. Ces marginaux réussiront-ils à trouver un emploi ? Veut-on vraiment des employés qui se ressemblent tous ? N'y a-t-il qu'une seule façon de mesurer la compétence ? À l'heure où l'on considère la diversité dans les organisations comme une richesse, il me semble que l'IA cherche plutôt à nous enfermer dans un modèle unique de réussite, et je vous avoue avoir un peu peur pour l'avenir. 



**Bienvenue
aux étudiantes
et étudiants!**

Maîtrises
Doctorats
Stages d'été - 1^{er} cycle

**INRS.CA/
portesouvertes**

Portes ouvertes

2 NOVEMBRE 2019

Montréal • Laval • Varennes • Québec

**IN
RS**

Institut national
de la recherche
scientifique



Le sens de l'exagération

Je suis fasciné par les liens de parenté qu'on peut voir, parfois, entre le métier de journaliste et la publication d'articles scientifiques.

«Morbidement fasciné», devrais-je dire, parce que je pratique un métier que je trouve, disons-le diplomatiquement, extrêmement perfectible. On reproche souvent aux journalistes de pécher par

sensationnalisme, d'exagérer l'importance de leurs exclusivités et de faire un tri dans les faits et les données pour ne retenir que ce qui vient appuyer une trame narrative choisie à l'avance. Tout cela est, dans l'ensemble, pas mal vrai : les médias ont tous ces travers, plus ou moins prononcés.

À priori, on ne s'attendrait pas à trouver ce genre de comportement dans des publications savantes, où des comités de pairs veillent au grain. Et il est vrai que, grâce à leur travail, les mauvaises habitudes des médias de masse n'y sévissent pas (du tout) au même degré. Mais il y en a peut-être plus qu'on pense, si l'on se fie à une étude publiée cette année dans le *Journal of the American Medical Association*.

L'article a analysé des essais cliniques en santé cardiovasculaire dont les résultats sont parus de 2015 à 2017 dans six revues médicales réputées, comme *The Lancet* et le *New England Journal of Medicine*, à la recherche de *spins*, c'est-à-dire de tournures de phrase visant à laisser croire que les résultats d'un essai sont plus concluants qu'ils le sont vraiment. Il peut s'agir, par exemple, de résultats qui ne sont pas «statistiquement significatifs» (les chances qu'ils soient dus au hasard sont trop grandes pour qu'on les considère comme solides), mais qui sont présentés ou interprétés comme tels. Ce peut aussi être des résultats «secondaires» (qui ne faisaient pas partie des objectifs principaux de l'essai) qui sont montés en épingle même s'ils sont moins fiables que les résultats «primaires», pour lesquels l'essai clinique était expressément conçu.

L'étude sur les *spins*, menée par Muhammad Shahzeb Khan, de

l'hôpital John H. Stroger Jr. à Chicago, a désigné 93 essais cliniques dont certains des résultats étaient «non significatifs». Du nombre, les deux tiers recelaient une forme de manipulation dans leur texte principal et pas tellement moins (57 %) le faisaient carrément dans leur résumé. «Les chercheurs manipulent souvent le langage de manière à détourner l'attention de leurs résultats primaires neutres», concluent le Dr Khan et son équipe, qui avertissent que «la recension par les pairs ne prévient pas toujours l'usage d'éléments de langage trompeurs dans les articles scientifiques».

Entre exagérer l'importance d'une primeur journalistique et grossir celle d'une découverte, la différence n'est pas si grande. Même chose pour ce qui est d'ignorer ce qui nuit à un scénario croustillant et de s'accrocher à son hypothèse de départ en dépit de résultats négatifs.

À cet égard, je ne peux m'empêcher de penser à une conversation que j'ai eue il y a quelques années avec un chercheur en géologie. Ce n'est pas dans les revues savantes les plus prestigieuses, comme *Nature* et *Science*, que paraissent

la plupart des percées véritablement marquantes, me disait-il, parce que ces périodiques visent trop les recherches qui «feront jaser», qui auront une influence médiatique. Ces revues auraient donc, jusqu'à un certain point, des travers communs avec les médias de masse que n'auraient peu ou pas les publications moins connues.

Émerge alors une crainte. Dans les années 1970, autour de 70 % des Américains faisaient «assez» ou «fortement» confiance aux médias, mesurait alors la maison de sondage Gallup. Cette confiance est maintenant de seulement 40 % à 45 %. Alors, si les revues savantes partagent (un peu) les mêmes défauts que les journalistes, est-ce que la confiance du public dont jouissent encore les scientifiques va prendre le même chemin ? Quand on constate la grande méfiance à l'égard de la science affichée fièrement par certaines personnes dans des débats comme celui sur les bienfaits de la vitamine C et quand on observe les hausses d'épaules devant les études souvent contradictoires en nutrition, il est permis de s'inquiéter. 🗣️



A photograph of Jane Goodall in a natural setting. She is an older woman with white hair, wearing a light-colored button-down shirt. She is looking through black binoculars with her right hand, while her left hand rests on an open notebook. The background is a lush green field of tall grasses, slightly out of focus. The text 'L'infatigable Jane Goodall' is overlaid on the left side of the image.

L'infatigable
Jane
Goodall

Elle sera à Montréal le 26 septembre pour une conférence ouverte au grand public à l'Université McGill. Les billets (10 \$) sont vendus en ligne : mcgill.ca/beatty

La célèbre primatologue qui a bravé les interdits pour documenter les mœurs des chimpanzés met aujourd'hui sa détermination et son zèle au service de la planète.

PAR MARIE LAMBERT-CHAN

Au bout du fil, la voix est fragile et cassée par la fatigue et la toux. Malgré notre insistance, Jane Goodall refuse de reporter l'entrevue. « Je tousserai quoi que je fasse. Et puis, j'ai trop de choses à vous dire », déclare-t-elle avec la force tranquille qui a fait sa réputation. Sans se faire prier, elle raconte par le détail sa vie dans la jungle tanzanienne où, il y a plus de 50 ans, elle a effectué des recherches qui ont changé à jamais notre compréhension des chimpanzés et transformé l'étude du comportement animal. À 85 ans, la primatologue est plus résolue que jamais à mener ce qui sera sans doute son dernier et plus important combat : convaincre le public et les politiciens qu'il est encore temps d'agir pour protéger la planète.

Québec Science : En 1957, alors que vous aviez 23 ans, vous avez rencontré le paléoanthropologue et archéologue Louis Leakey qui, impressionné par vos connaissances sur l'Afrique et la faune, vous a embauchée pour l'assister dans une fouille archéologique en Tanzanie. Plus tard, il vous a confié un projet : l'étude des chimpanzés à l'état sauvage. Quelle a été votre réaction ?

Jane Goodall : Depuis l'âge de 10 ans, je rêvais d'aller en Afrique pour observer les animaux sauvages et écrire des livres à leur sujet. Quand Louis Leakey m'a offert l'occasion d'aller vivre dans la jungle pour étudier l'animal qui nous ressemble le plus, le chimpanzé, je pouvais à peine y croire ! Cela dit, il y avait des sceptiques pour qui il était ridicule d'envoyer dans la forêt une jeune fille qui ne possédait pas de diplôme universitaire. Qui plus est, nous n'avions pas d'argent pour financer ce projet.

Alors, je suis retournée en Angleterre, où j'ai décroché un emploi pour économiser des sous et lu tout ce que je pouvais sur les chimpanzés – que des ouvrages sur leur vie en captivité, car personne n'avait documenté leurs comportements dans la nature. Cela a duré une année. Mais j'ai toujours été une personne patiente. Un jour, un riche homme d'affaires américain s'est présenté à Louis en déclarant : « Voilà de l'argent, mais juste pour six mois. On verra comment elle s'en sort. » Mais nous n'étions pas au bout de nos peines. Les autorités m'ont

d'abord refusé l'accès à la forêt de Gombe. Sous la pression de Louis, elles ont fini par accepter, mais à une condition : que je sois accompagnée. C'est ma merveilleuse mère qui s'est portée volontaire.

Je ne sais pas combien de mères auraient ainsi quitté le confort de leur foyer pour dormir avec leur fille dans une vieille tente militaire sous laquelle rampaient des scorpions. Elle devait aussi affronter des babouins qui attaquaient notre camp pour se nourrir et gérer notre cuisinier qui s'enivrait avec des bananes fermentées. Tout cela pour me laisser vivre mon rêve. Et quand je revenais le soir, découragée parce que les chimpanzés me fuyaient, elle me remontait le moral et me rappelait que j'apprenais déjà beaucoup sur eux en les observant à travers mes précieuses jumelles.

QS Comment avez-vous réussi à être acceptée par les chimpanzés ?

JG C'était simplement une question de patience. Je n'ai pas essayé de m'approcher trop vite. Je portais des vêtements de la même couleur tous les jours. Ils ont fini par s'habituer à me côtoyer et ont réalisé que je ne représentais pas un danger. Cela a pris plus de cinq mois.

QS Quels sont vos meilleurs souvenirs de cette époque ?

JG Une fois que les chimpanzés m'ont acceptée, j'ai appris graduellement à les connaître en tant qu'individus et compris peu à peu leur structure sociale complexe. J'ai étudié comment les mâles adultes se font concurrence pour diriger leur groupe, comment les relations se développent entre les mères et leurs enfants, ainsi qu'entre frères et sœurs. J'ai constaté que, comme nous, ils ont un côté sombre et sont capables de violence. Mais tout comme nous, ils sont capables d'amour, de compassion et d'altruisme.

QS Avez-vous déjà eu peur quand vous étiez seule dans la forêt ?

JG Il m'arrivait de m'aventurer seule la nuit dans les collines. Je m'allongeais sur le sol et dormais avec une simple couverture – non sans nervosité ! J'avais un peu peur des léopards. Si l'un d'entre eux s'approchait, je tirais ma couverture sur ma tête et je me répétais : je suis ici pour une bonne raison, donc rien ne peut m'arriver. Et rien ne m'est jamais arrivé.

« Nous vivons la sixième grande extinction et le doute n'est plus possible : si nous continuons comme si de rien n'était, il n'y aura plus ni chimpanzés, ni éléphants, ni lions, ni girafes, ni tant d'autres animaux dans la nature. »

QS Avez-vous déjà subi du sexisme pendant vos années de recherche sur le terrain ?

JG Non. Au contraire, le fait d'être une jeune femme m'a été bénéfique à deux égards. D'abord, Louis Leakey estimait que les femmes étaient de meilleures observatrices et il recherchait quelqu'un qui n'était pas allé à l'université parce qu'il trouvait que les scientifiques avaient une vision réductrice du monde. Par exemple, ils entretenaient l'idée que l'espèce humaine était distincte du règne animal. Notre étude des chimpanzés a montré que ce n'est pas vrai.

Être une femme fut également un avantage dans la Tanzanie postcoloniale, alors que les hommes blancs étaient considérés avec une certaine méfiance, voire de l'animosité, par la population. Par contre, tout le monde voulait aider une jeune fille!

QS De retour en Angleterre, en 1962, vous avez commencé un doctorat en éthologie à l'Université de Cambridge en vous appuyant sur vos données recueillies en Tanzanie. Vous aviez notamment noté que les chimpanzés concevaient et utilisaient des outils – une découverte révolutionnaire. Pourtant, vous avez subi le feu des critiques des scientifiques.

JG : Plusieurs professeurs m'ont dit que j'avais mal conçu mon étude. Selon eux,

je n'aurais pas dû donner des noms aux chimpanzés, mais plutôt des numéros. Et je n'aurais pas dû écrire qu'ils avaient des personnalités, qu'ils étaient dotés d'un esprit capable de résoudre des problèmes, qu'ils éprouvaient des émotions. Mais je me moquais de leur avis.

Les scientifiques ont finalement admis que j'avais raison après avoir vu les images d'Hugo. [NDLR : Hugo van Lawick, cinéaste néerlandais, a suivi le travail de Jane Goodall en Tanzanie à la demande de la National Geographic Society. M. van Lawick fut également le conjoint de Jane Goodall de 1964 à 1974.]

QS Depuis, non seulement vos observations sur les comportements sociaux et l'intelligence des chimpanzés ont été confirmées à maintes reprises, mais des chercheurs explorent maintenant la conscience animale. Suivez-vous ce champ de recherche ?

JG Je le suis dans une certaine mesure, mais ce qui me motive depuis plusieurs années, c'est surtout la protection des chimpanzés et de la faune en général avant qu'il soit trop tard. Nous vivons la sixième grande extinction et le doute n'est plus possible : si nous continuons comme si de rien n'était, il n'y aura plus

ni chimpanzés, ni éléphants, ni lions, ni girafes, ni tant d'autres animaux dans la nature.

QS Justement, en 2017, un groupe de chercheurs a révélé que 60 % des espèces de primates sont menacées de disparition en raison de la destruction de leur habitat ainsi que de la chasse et du commerce illicites. Devant cette sombre réalité, comment rester optimiste ?

JG J'ai rencontré tant de gens, surtout des jeunes, qui me disent avoir perdu espoir parce que nous avons détruit leur avenir et qu'ils ne peuvent rien y faire. Et c'est vrai. Nous avons volé le futur de nos jeunes. Mais est-il vrai qu'il n'y a rien à faire ? Je n'arrive pas à le croire. Nous avons une fenêtre de temps pour agir et nous devons nous unir et commencer à réparer les torts infligés. Mère Nature, si on lui en donne la chance, est incroyablement résiliente. C'est pourquoi je voyage 300 jours par année pour parler à des étudiants, des politiciens, des groupes d'intérêts. Si tout le monde abandonne, alors il n'y a plus d'espoir.

QS Il n'est pas facile de convaincre les gens de passer à l'action pour protéger la faune et l'environnement. Or, c'est ce que vous faites depuis plus de 30 ans. Quelle est votre approche ?

JANE GOODALL EN 10 DATES

3 avril 1934

Valerie Jane Morris-Goodall naît à Londres.

2 avril 1957

Elle va rejoindre une amie d'enfance au Kenya. Là-bas, elle prend son courage à deux mains et communique avec le paléontologue Louis Leakey, alors conservateur au musée Coryndon, à Nairobi, qui, plus tard lui propose de mener une étude sur les chimpanzés.

14 juillet 1960

Elle arrive dans la forêt de Gombe, dans l'ouest de la Tanzanie, où elle amorce ses travaux.

30 octobre 1960

Jane Goodall observe des chimpanzés qui mangent de la viande, alors qu'on les croyait végétariens.

4 novembre 1960

La primatologue découvre que, comme les humains, les chimpanzés sont capables de concevoir et d'utiliser des outils.



Pendant quelques années, Jane Goodall et son équipe ont entretenu une grande proximité avec les chimpanzés, les épouillant, les chatouillant, les berçant. Ici, on peut voir la primatologue avec Flint, le premier chimpanzé dont elle a pu documenter la naissance et l'enfance. Cependant, en 1966, une épidémie de poliomyélite chez les chimpanzés a mis un terme à ces contacts physiques. En effet, les chercheurs craignaient que le virus ait été transmis aux animaux par des humains et ils n'ont plus voulu courir ce risque.

1965

Elle obtient son doctorat en éthologie de l'Université de Cambridge. Elle ouvre officiellement les portes de son centre de recherche à Gombe.

1977

Elle fonde l'Institut Jane Goodall.

1984

La chercheuse lance un programme pour étudier et améliorer la vie des chimpanzés dans les sanctuaires.

1986

Elle délaisse le monde de la recherche pour se consacrer à la protection des chimpanzés sauvages.

16 avril 2002

Elle est nommée messagère de la paix des Nations unies.



PHOTO : HUGO VAN LAWICK, NG IMAGE COLLECTION

JG Pour modifier l'opinion des gens, il est inutile de les affronter et de les montrer du doigt. Il faut essayer d'atteindre leur cœur en leur racontant des histoires. Quand je me suis battue pour faire sortir les chimpanzés des laboratoires de recherche médicale [dans les années 1990], des défenseurs des droits des animaux m'ont reproché d'avoir parlé aux travailleurs des laboratoires. Mais si vous ne leur parlez pas, comment pouvez-vous les faire changer d'idée ? Impossible !

QS Prendrez-vous un jour votre retraite ?

JG Jamais, jamais, jamais ! Bien sûr, mon corps ne pourra pas toujours me permettre de voyager autant. J'espère que, à ce moment-là, je pourrai encore compter sur mon cerveau pour écrire plus de livres parce que c'est aussi une façon d'influencer les esprits. En attendant, je continuerai de me battre pour faire comprendre au public que, malgré notre sentiment d'impuissance, tout un chacun peut changer les choses. Si nous choisissons de façon responsable et durable ce que nous achetons, portons et mangeons, collectivement la somme de ces choix éthiques nous mènera vers un monde meilleur. Un monde que nous aurons moins honte de laisser à nos enfants. 🌱

LA RELÈVE DE JANE

Pour mener à bien sa mission, Jane Goodall peut compter sur une brigade d'employés disséminés à travers le monde dans la trentaine de bureaux de l'institut qui porte son nom. Créée en 1977, l'organisation avait d'abord pour objectif de poursuivre la recherche sur les chimpanzés et de mieux protéger ces primates ainsi que leurs habitats. Aujourd'hui, elle agit sur plusieurs fronts : en plus de travailler à la protection des primates et de leur environnement, ses équipes mettent sur pied des projets de lutte contre les changements climatiques, de conservation de la faune, de sensibilisation au trafic d'espèces sauvages, d'agroforesterie, d'éducation des filles tanzaniennes, de microcrédit et de santé maternelle et infantile. À première vue, ces activités semblent disparates, mais elles ont toutes un lien avec les chimpanzés. « Les gens pauvres et malades n'ont pas le temps de se soucier de la protection de ces animaux et de leur environnement, explique Andria Teather, directrice générale de la branche canadienne de l'Institut Jane Goodall. En Tanzanie et en République démocratique du Congo entre autres, il y a des hommes et des

femmes qui, pour assurer leur subsistance, coupent des arbres et mangent de la viande de brousse parce que ce sont leurs seules options. À moins de travailler avec eux pour remédier à la situation, nous n'avons aucune chance de leur parler de la préservation des espèces et de la forêt. » En parallèle, l'Institut développe depuis 1991 le programme éducatif Roots and Shoots, aujourd'hui présent dans plus de 100 pays, qui encourage les jeunes à passer à l'action pour construire un monde durable. Ce faisant, l'Institut a l'espoir de former la prochaine génération de Jane Goodall. « Nous voulons créer une cohorte de jeunes qui, comme Jane, seront assez courageux, audacieux et instruits pour changer les politiques et les mentalités », dit Andria Teather, qui sait bien que le plus grand défi de son organisation sera « l'après-Jane ». « Nous avons une leader emblématique qui vieillit, reconnaît-elle. Nous en sommes tous conscients, à commencer par elle. Personne ne pourra véritablement la remplacer, mais il y a certainement des gens qui continueront le travail en son nom. »

EN DIRECT DE L'UNIVERS

La détection des ondes gravitationnelles, en 2015, a secoué le monde de l'astronomie. Depuis, les découvertes pleuvent : en plus d'observer certains phénomènes au télescope, les chercheurs peuvent maintenant déceler leurs vibrations. **PAR MARINE CORNIOU**

- Représentation de la fusion d'étoiles à neutrons détectée le 17 août 2017. Ces corps sont si denses que les atomes s'y écrasent sous l'effet de la gravité et que protons et électrons fusionnent pour former des neutrons tassés les uns contre les autres.

IMAGE : NSF/LIGO/UNIVERSITÉ D'ÉTAT DE SONOMA/A. SIMONNET

LES ONDES D'EINSTEIN

Les ondes gravitationnelles sont un phénomène évoqué par Albert Einstein dans sa théorie de la relativité générale. Il avait alors introduit la notion d'espace-temps, selon laquelle la trame de l'Univers est une sorte de tissu élastique qui « ploie » sous la masse des corps célestes. Le physicien avait prédit que certains événements extrêmement énergétiques pouvaient engendrer des « rides de courbure » dans l'espace-temps : de quoi secouer le « tissu » et le faire vibrer comme une corde de violon ou, plus prosaïquement, un bloc de gelée, en étirant et contractant les distances au passage. Seuls les phénomènes extrêmes du cosmos sont susceptibles de produire de telles secousses : les supernovas, des explosions d'étoiles ou encore les couples d'astres très denses (étoiles à neutrons ou trous noirs) qui accélèrent en orbitant l'un autour de l'autre avant de s'unir. Plus l'évènement est violent et proche de la Terre, plus les chances d'en déceler les ondes sont grandes. Il a fallu beaucoup de patience et d'ingéniosité pour détecter ces ondes dites « gravitationnelles », qui s'apparentent à un murmure quasiment inaudible. Les trois Américains à l'origine du projet LIGO ont d'ailleurs reçu le prix Nobel de physique en 2017.

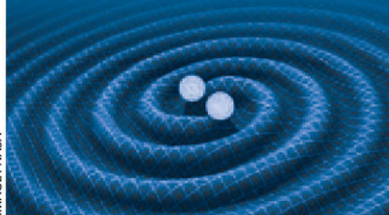


IMAGE : NASA

À LIRE AUSSI

Ondes gravitationnelles : la prochaine génération de détecteurs
www.quebecscience.qc.ca/espace/ondes-gravitationnelles-prochaine-generation-detecteurs

W

ooohoop!
 À tout moment du jour (et de la nuit), le téléphone cellulaire

de Daryl Haggard peut émettre ce bref signal sonore qui monte dans les aigus. Un nouveau message texte ? Pas tout à fait. Le signal vient de beaucoup plus loin : quelques millions d'années-lumière pour être précis. « À chaque *woohoop*, je sais qu'il y a deux trous noirs qui viennent de fusionner quelque part dans l'Univers », s'amuse l'astronome de l'Institut spatial de McGill à Montréal.

Comme des milliers d'autres chercheurs et de curieux, elle reçoit presque en temps réel les notifications des deux détecteurs LIGO et de leur cousin Virgo. Ces immenses instruments situés respectivement aux États-Unis et en Italie captent les ondes « gravitationnelles », produites entre autres lorsque deux trous noirs se télescopent.

Car ces cataclysmes ont beau avoir lieu au fin fond du cosmos, ils sont suffisamment violents pour qu'on en perçoive l'écho. Ils provoquent des déformations de l'espace-temps (voir l'encadré ci-contre), qui se propagent telles des vaguelettes à la vitesse de la lumière, et finissent par faire tressauter les détecteurs terrestres. Sur les détecteurs LIGO, qui font quatre kilomètres de long, le passage d'une telle onde gravitationnelle représente une compression ou un étirement d'environ un millionième de milliardième de millimètre... , soit 1 000 fois moins que la taille d'un proton ! Assez, toutefois, pour faire indirectement sonner téléphones et tablettes partout sur la planète environ une fois par semaine. « C'est incroyablement excitant. On se ronge les ongles en se demandant quand va survenir le prochain signal ! » assure Daryl Haggard en riant.

Pour cette spécialiste des trous noirs, comme pour tous les astrophysiciens, la première détection d'ondes gravitationnelles en 2015, un siècle après leur description par Albert Einstein, a été une véritable révolution. Imaginez : après des centaines d'années à scruter le ciel avec des instruments optiques, les scientifiques réussissent désormais à percevoir les vibrations de l'Univers. Et les ondes gravitationnelles

portent en elles une flopée d'informations inédites sur les événements qui les ont créées. Ce tout nouveau moyen de sonder l'Univers a propulsé l'astronomie dans une nouvelle ère : celle du « multimessenger », où les signaux venus du cosmos peuvent être à la fois électromagnétiques et gravitationnels.

LA CERISE SUR LE GÂTEAU

Le tournant date concrètement du 17 août 2017. Le trio LIGO-Virgo reçoit alors un signal fort de plusieurs dizaines de secondes dont la « morphologie » est caractéristique d'une fusion d'étoiles à neutrons. Ces corps sont si denses que les atomes s'y écrasent sous l'effet de la gravité et que protons et électrons fusionnent pour former des neutrons tassés les uns contre les autres.

Contrairement aux trous noirs, les étoiles à neutrons sont constituées de matière visible. Et justement, ce jour-là, moins de deux secondes après le signal gravitationnel, le télescope spatial *Fermi* de la NASA lance l'alerte : il a capté un sursaut de rayons gamma, sorte de flash de lumière très énergétique. « Les astrophysiciens de partout dans le monde essayaient de savoir si les deux signaux étaient liés au même événement », se souvient Daryl Haggard.

C'était le cas : en se percutant, à 130 millions d'années-lumière de la Terre, les deux étoiles à neutrons ont donné lieu à une formidable explosion, appelée « kilonova », la première jamais observée. Grâce aux indications « géographiques » de LIGO-Virgo, le nouveau point lumineux a pu être repéré dans la galaxie NGC 4993, 11 heures après l'arrivée des ondes gravitationnelles, par un télescope au Chili. Dans les jours et les semaines qui ont suivi, plusieurs types de rayonnement électromagnétique ont pu être captés par 70 observatoires et télescopes dans le monde : lumière visible, infrarouge, ultraviolet, ondes radio... L'équipe de Daryl Haggard, elle, détectera des rayons X avec le télescope spatial *Chandra* neuf jours plus tard, produits par l'interaction entre la matière éjectée avec fracas par la kilonova et la matière interstellaire.

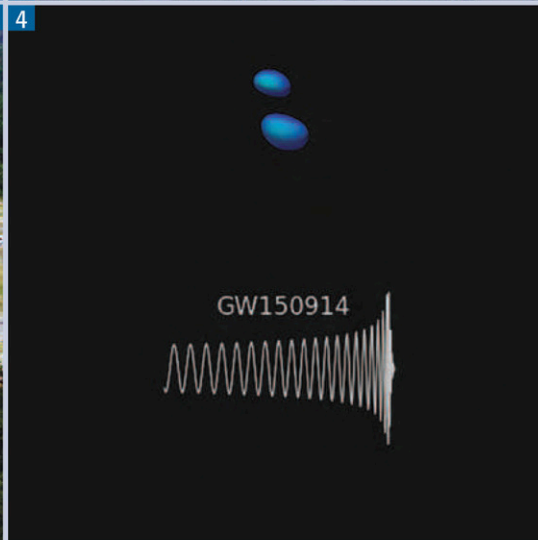
Le fait d'observer ce phénomène conjointement à travers la « fenêtre » des ondes gravitationnelles et celle des ondes lumineuses a mis les scientifiques en émoi. Un peu comme s'ils avaient soudainement

COMMENT FONCTIONNENT LES DÉTECTEURS ?



1 2
3 4

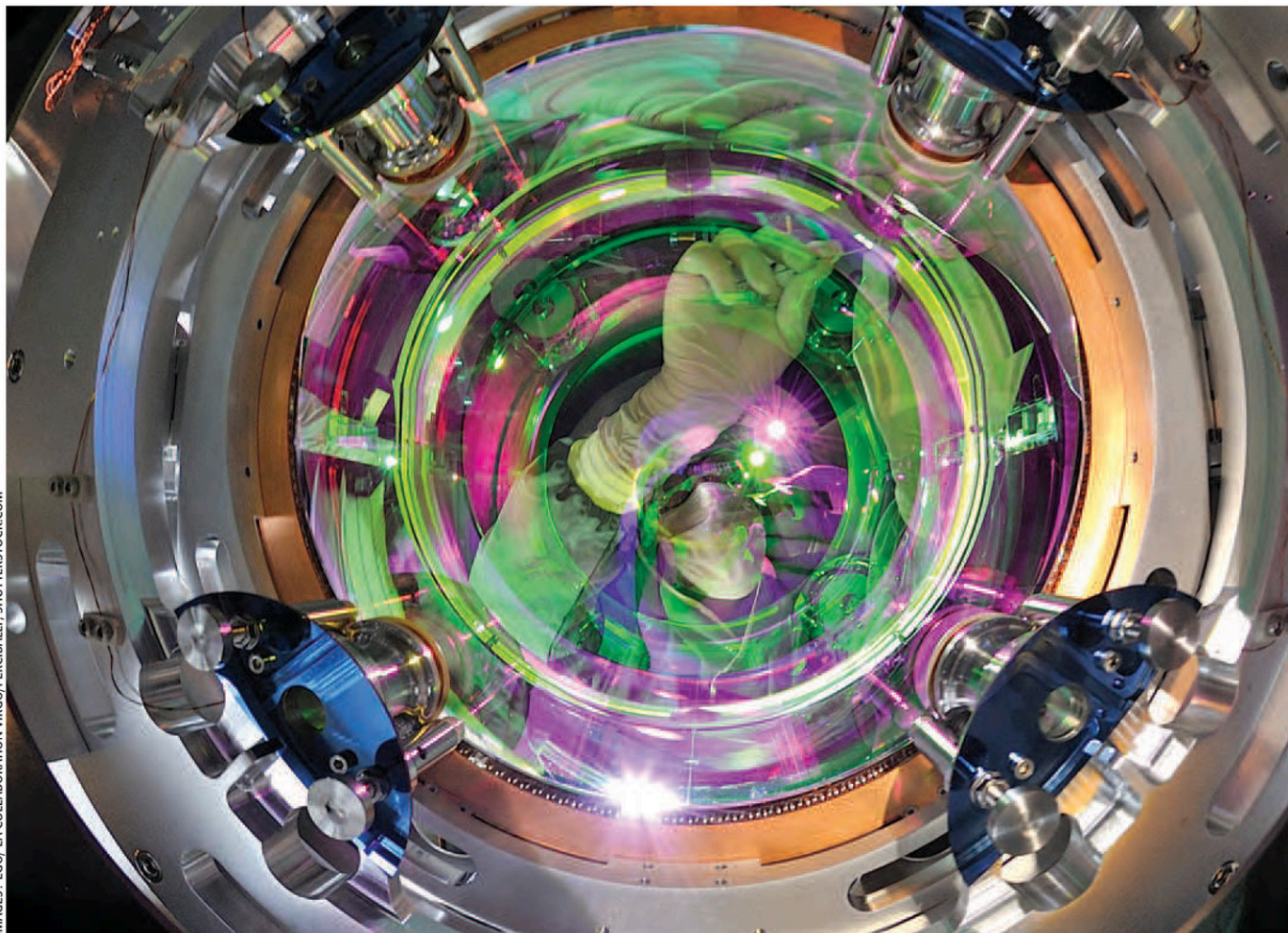
IMAGES : CALTECH/MIT/LIGO LAB ; LA COLLABORATION VIRGO/CCO 1.0



Détecter les ondes gravitationnelles relève du miracle technique. L'exploit est accompli par des « interféromètres » gigantesques dont le principe est assez simple, du moins en théorie. Un laser est divisé en deux faisceaux **1** qui parcourent deux tubes perpendiculaires longs de trois kilomètres (pour Virgo, en Italie **2**) et de quatre kilomètres (pour les deux LIGO, situés en Louisiane et dans l'État de Washington **3**). Au bout du tube à vide, un miroir réfléchit la lumière vers le point de départ et les deux faisceaux « se recombinent ». Si une onde gravitationnelle passe, elle étire l'espace dans l'un des bras et le raccourcit dans

l'autre ; les deux faisceaux seront donc légèrement décalés. Il a fallu des années pour calibrer les instruments, qui ont été construits au tournant des années 2000. De 2005 à 2011, LIGO et Virgo ont alterné les périodes de prise de données et les périodes d'optimisation sans jamais ralentir. Ce sont finalement les améliorations apportées dans les années 2010 qui ont permis de capter les premiers signaux. La sensibilité avait été multipliée par 10 par rapport aux premières versions. Depuis le 1^{er} avril, c'est encore mieux : les chercheurs reçoivent environ un signal par semaine. Comment, une fois les oscillations repérées,

les astrophysiciens peuvent-ils comprendre ce qu'ils viennent d'« entendre » ? En fait, il existe des modélisations de tous les types de cataclysmes capables de provoquer ces vibrations d'espace-temps : on sait donc à quoi on a affaire en regardant la morphologie du signal. « Les oscillations sont produites par deux objets massifs qui tournent l'un autour de l'autre en se rapprochant avant d'entrer en collision. **4** La durée du signal, son amplitude, la rapidité avec laquelle la fréquence augmente dépendent de la masse des objets et d'autres paramètres, qui sont imprimés dans cette signature », explique le physicien Benoît Mours.



IMAGES: EGO/ LA COLLABORATION VIRGO/PERCIBALLI/ SHUTTERSTOCK.COM

ajouté la bande son à un film muet. « Cette combinaison est extrêmement puissante. Avant, on n'avait que la moitié de l'histoire ! » s'exclame Daryl Haggard.

Le mode multimessager leur permet de valider des tonnes de modèles et de théories invérifiables jusqu'ici, dans des territoires inexplorés de la physique. À elle seule, cette fusion d'étoiles a engendré plus de 800 publications scientifiques. Et la moisson se poursuit ! Deux ans plus tard, des émissions d'ondes radio sont toujours perceptibles, produites par des jets vraisemblablement issus du « petit » trou noir né de la fusion.

« Cet évènement nous a appris énormément sur l'évolution stellaire, sur la physique de ce type d'explosion, sur la nature des éléments chimiques créés, et ce n'est que la pointe émergée de l'iceberg », résume Chad Hanna, astrophysicien à l'Université de Pennsylvanie. La combinaison des « messagers » cosmiques a démontré que la vitesse de propagation des ondes gravitationnelles est égale à celle de la lumière, ce qui permet d'éliminer certaines théories de la gravitation, élaborées pour se passer des facteurs gênants que sont l'énergie noire et la matière noire. Un bond théorique aussi rapide que majeur !

Et ce n'est pas tout. « Par le signal électromagnétique, nous savons où se trouve la galaxie hôte et quelle est la vitesse d'éloignement de la kilonova. En combinant ces données avec l'indication de distance fournie par les ondes gravitationnelles, nous avons pu effectuer une estimation de la constante de Hubble », se réjouit Chad Hanna.

Cette constante de Hubble quantifie la vitesse d'expansion de l'Univers et sème la discorde parmi ceux qui essaient de la calculer et qui n'obtiennent pas tous le même résultat. La nouvelle estimation manque encore de précision, mais l'observation d'autres kilonovas aidera peut-être un jour à trancher le débat. Bref, on l'aura compris, l'astronomie multimessager, c'est du solide. « C'est un domaine captivant, qui est bien plus que la somme de ses parties ! » déclare le chercheur.

ALERTES EN DIRECT

Les scientifiques en sont maintenant à la troisième campagne d'observation LIGO-Virgo, qui durera au moins un an. Entre le début du mois d'avril et la fin mai, Daryl Haggard avait déjà reçu une douzaine d'alertes.

Ce miroir du détecteur Virgo pèse 42 kg : il est suspendu à quatre fines fibres de silice fondue, qui sont collées sur les côtés du miroir. Les améliorations apportées en 2018, notamment aux miroirs, ont permis d'augmenter la sensibilité de Virgo d'un facteur 2.

Il faut dire que les détecteurs fonctionnent mieux que jamais, après avoir subi une série d'améliorations destinées à accélérer le rythme des découvertes, mentionne Benoît Mours, chercheur au Centre national de la recherche scientifique à Annecy. « Dans Virgo, on a changé la façon dont on suspend les miroirs : ils étaient accrochés avec des fils d'acier et ils le sont maintenant avec des fibres de silice, plus stables. On a aussi augmenté la puissance du laser et fait la chasse à tous les bruits techniques. On essaie également de réduire l'infime fraction de lumière qui est diffusée dans toutes les directions et qui risque de s'introduire de nouveau dans le faisceau », explique-t-il.

Au final, la sensibilité des deux détecteurs LIGO a été améliorée d'environ 50 % et celle de Virgo, qui partait de plus loin, d'un facteur 2. « On peut déjà dire que cela fonctionne comme prévu ! Quand on a passé des dizaines d'années à espérer voir le premier évènement et qu'on en détecte 12 en moins de deux mois, on mesure le chemin parcouru », souligne le responsable français de la collaboration Virgo.

Pour ne pas passer à côté d'un autre spectacle « vibrations et lumière », les alertes de la troisième période d'observation LIGO-Virgo sont publiques et émises quasiment en temps réel grâce à des algorithmes qui analysent continuellement les signaux, histoire de permettre aux astronomes de se ruer sur leurs télescopes le cas échéant. Une dizaine de collisions d'étoiles à neutrons pourraient être décelées au cours de l'année, selon les estimations. « On pense en avoir perçu une en avril dernier, mais trois fois plus éloignée que celle de 2017 », précise Chad Hanna. De plus, aucune « contrepartie » lumineuse n'a pu être repérée, rendant l'évènement moins palpitant que celui du 17 août 2017.

Chad Hanna fait partie des rares scientifiques qui supervisent les algorithmes et vérifient que chaque *woohoop* détecté est bel et bien dû au passage d'une onde gravitationnelle. « On s'assure que tout semble normal, que les détecteurs fonctionnaient bien, sinon on rétracte le signal », dit ce pivot de l'équipe LIGO, qui ne lâche jamais son téléphone.

Ça n'a l'air de rien, mais il faut une minutie extrême pour confirmer qu'un signal si ténu

n'est pas du bruit de fond. Le fait d'avoir trois détecteurs en fonction aide à valider les données en plus de permettre de localiser la source des ondes gravitationnelles sur la voûte céleste. « Jusqu'à maintenant, on a réussi à faire fonctionner les trois détecteurs simultanément environ 40 % du temps et au moins deux d'entre eux 80 % du temps », indique Chad Hanna. Si tout se passe bien, le nouveau détecteur KAGRA, situé au Japon, se joindra aux trois autres fin 2019, augmentant encore les chances de gagner le gros lot. Des détecteurs beaucoup plus massifs avec des bras de 10 ou 40 km de long pourraient aussi voir le jour à l'horizon 2030, même s'il reste à les financer.

« Nous attendons avec impatience la fusion d'un trou noir et d'une étoile à neutrons, reprend Daryl Haggard, à l'Institut spatial de McGill. Un tel évènement émettrait probablement de la lumière en plus des ondes gravitationnelles, puisque la matière de l'étoile se ferait déchiqueter et chauffer avant de disparaître dans le trou noir. » Là encore, un signal évocateur a été repéré en avril dernier, mais il était trop léger pour convaincre les spécialistes.

« Les étoiles à neutrons sont des objets si extrêmes, si différents de ce que l'on connaît sur Terre que ces observations sont les seuls moyens dont on dispose pour comprendre ce qui se cache sous leur surface », détaille l'astrophysicienne. Il faut dire que les atomes connus n'ont pas grand-chose à voir avec l'état de la matière à l'intérieur de ces astres, dont une seule cuillerée pèserait des centaines de millions de tonnes ! Et les télescopes, même les plus puissants, ne peuvent rien dévoiler de l'intimité de ces sphères dont le rayon ne dépasse pas quelques kilomètres...

Quant à Chad Hanna, lorsqu'on lui demande ce qu'il espère le plus chaque fois que son cellulaire lui signale un nouveau cataclysme lointain, il n'hésite pas longtemps. « Puisque les ondes gravitationnelles sont une fenêtre d'observation totalement nouvelle, ce serait dommage qu'on ne voie que des choses auxquelles on s'attend. J'aimerais tellement tomber sur quelque chose d'inconnu ! » Après tout, on vient seulement de mettre nos écouteurs. Il n'y a plus qu'à monter le son !



TOUT L'OR DU MONDE

En espionnant la kilonova sous tous ses angles, les scientifiques ont aussi résolu une énigme vieille de plusieurs décennies quant à l'origine des éléments lourds dans l'Univers. Prenez l'or, par exemple, dont sont faits votre collier ou votre alliance. D'où vient-il ? Les noyaux des atomes d'or possèdent beaucoup de neutrons (presque quatre fois plus que les atomes de fer) et ils ne peuvent pas être créés par les réactions de fusion au cœur des étoiles, contrairement au carbone, à l'azote ou au fer justement. « L'évènement du 17 août 2017 a prouvé que ce sont des fusions d'étoiles à neutrons qui ont produit la plupart des métaux précieux et des éléments lourds qu'on trouve sur Terre. Cette explosion à elle seule a éjecté 10 fois la masse de la Terre en or, 50 fois sa masse en platine et 5 fois celle en uranium », a expliqué Brian Metzger, astrophysicien à l'Université Columbia, au congrès 2019 de l'Association américaine pour l'avancement des sciences. Comment ? Lors de l'explosion, une fraction des neutrons sont éjectés et viennent se combiner avec les noyaux lourds, comme le fer et le nickel, présents dans la croûte de ces astres, pour former des atomes plus lourds encore.

LA RÉUNION DES CORÉES : ÉCRITE DANS LE CIEL ?

La science pourrait-elle représenter un terrain neutre pour de premiers échanges entre les voisins en conflit depuis près de 75 ans? C'est le pari d'un astronome sud-coréen. **PAR MÉLISSA GUILLETTE**

Une photo hivernale du mont Paektu et du lac du Paradis, logé au creux du cratère volcanique de cinq kilomètres de diamètre, situé à la frontière entre la Corée du Nord et la Chine. Un astronome sud-coréen espère qu'un observatoire d'astronomie y sera construit un jour.

« Je connais leurs noms. Mais je n'ai jamais réussi à leur parler », dit Hong-Jin Yang, d'une voix aussi douce que son regard. Le chercheur de l'Institut coréen de science astronomique et spatiale sait trop bien que, à quelque 335 km de son bureau, 6 professeurs, 11 postdoctorants et 6 étudiants travaillent à l'Observatoire d'astronomie de Pyongyang, en Corée du Nord. Ils font, entre autres, des recherches théoriques, de l'astrométrie, de la radioastronomie et de la géodynamique et publient principalement leurs résultats dans des revues nationales. Mais leur écrire dans le but d'amorcer une collaboration, c'est comme envoyer un message dans l'Univers! Il faut inévitablement passer par différents messagers, car les deux pays sont en conflit depuis leur scission en 1945, et les négociations en vue de la dénucléarisation de la Corée du Nord sont dans l'impasse. Mais « l'astronomie est apolitique; c'est de la pure science. Voilà donc un bon sujet pour restaurer le sentiment d'harmonie entre le Nord et

le Sud », croit Hong-Jin Yang, que nous avons rencontré au congrès de l'Association américaine pour l'avancement des sciences en février dernier.

Il y a de l'espoir. Signe d'une ouverture, le pays le plus isolé du monde est redevenu membre de l'Union astronomique internationale (UAI) en 2012, après une absence de plus de 20 ans. Cette année-là, le président de l'observatoire nord-coréen a même présenté les travaux de son équipe à l'assemblée générale de l'UAI, tenue à Pékin, une rencontre qui a lieu tous les trois ans. En 2015 et en 2018, les astronomes nord-coréens ont toutefois brillé par leur absence. Mais qu'en sera-t-il en 2021, alors que l'assemblée générale aura lieu tout près de chez eux..., à Busan, en Corée du Sud ?

HÉRITAGE DE 2 000 ANS

Ancien vice-président de l'UAI, Georges Miley fait partie des personnes qui ont milité pour le retour des collègues nord-coréens dans le « giron familial ». Après ses premières discussions avec le directeur de l'Observatoire d'astronomie de Pyongyang, il a vite compris que l'intérêt était grand pour de plus amples échanges. Dans une missive envoyée au président de l'académie des sciences nord-coréenne en 2011, M. Miley a utilisé un argument astu-

cieux : l'année 2012 marquait les 100 ans de la naissance du mythique (et défunt) Kim Il-sung. « En facilitant la création de l'Observatoire d'astronomie de Pyongyang en 1956, votre premier président a reconnu l'importance de l'astronomie pour la République populaire démocratique de Corée et pour le monde, écrivait-il. Je me permets donc de vous inviter à rejoindre les rangs de l'UAI lors du 100^e anniversaire de sa naissance. »

M. Miley, qui est professeur à l'Université de Leyde, aux Pays-Bas, est aujourd'hui responsable du bureau de l'astronomie pour le développement de l'UAI, qui compte 10 antennes régionales à travers le monde. « Quand on regarde la planète Terre de l'espace, ce "point bleu pâle" comme disait l'astronome Carl Sagan, on réalise que les conflits internationaux n'ont pas de sens. Les gens se ressemblent plus qu'ils s'opposent. » Il n'a pas hésité à faire venir des astronomes nord-coréens pour quelques mois à Leyde en 2014. Et il continue de communiquer avec ses vis-à-vis par courriel.

Pour les astronomes de la Corée du Sud, c'est une autre histoire. « Je pense que les Nord-Coréens ont plus de facilité à interagir avec des chercheurs européens ou chinois qu'avec les Sud-Coréens », dit Hong-Jin Yang.



Pourtant, les deux États, qui ne faisaient qu'un avant la guerre et qu'on appelait le « pays du matin calme », ont un immense bagage en matière d'astronomie. Les données communes couvrent 2 000 ans d'étude du ciel! Et l'un des plus vieux observatoires astronomiques sur la planète est situé dans le sud de la péninsule : il s'agit du Cheomseongdae, datant du 7^e siècle. La Corée est aussi connue pour ses quelque 20 000 dolmens, des structures rocheuses préhistoriques parfois gravées d'une carte du ciel. « Mais depuis 1945, il n'y a plus de communications entre nous », rappelle l'astronome.

Cet héritage commun a toujours une grande valeur pour la communauté scientifique. Le professeur émérite de l'Université

de Montréal Anthony Moffat peut en témoigner. Il a fait partie d'une grande équipe internationale qui a retrouvé un duo d'étoiles à l'origine d'un phénomène observé en 1437. À l'époque, des astronomes du roi avaient remarqué un point brillant dans le ciel de Séoul qui était demeuré visible pendant 14 nuits avant de disparaître. Il s'agissait en fait d'une nova, une explosion qui ne détruit pas les deux étoiles qui l'ont causée.

Les écrits des astronomes coréens avaient situé le phénomène lumineux dans la constellation du Scorpion, ce qui fournissait des indices précieux aux chercheurs. Mais la traque ne fut pas simple pour autant; si l'équipe internationale a publié sa découverte en 2017, elle

travaillait sur ce cas depuis des décennies! En 1985, M. Moffat et son collègue Michael Shara avaient effectué un séjour en Australie et obtenu des images très larges du télescope Schmidt. Elles couvraient la section du ciel correspondant au phénomène de 1437. « Mais il y avait trop de candidates [d'étoiles pouvant être à l'origine de la nova], raconte-t-il. La clé est venue des années plus tard, quand on a utilisé d'autres photographies sur lesquelles on voit des nébuleuses, c'est-à-dire du gaz chaud éjecté à la suite d'une explosion ou d'une éruption. Une seule des étoiles montrait cet effet-là. C'était la bonne! » Cette quête a permis de mettre au jour l'évolution d'un tel système sur près de 600 ans.

L'histoire de l'astronomie serait donc un bon point de départ pour une collaboration entre la Corée du Nord et la Corée du Sud, croit Hong-Jin Yang, dont c'est justement le principal sujet d'étude. Et ça tombe bien : l'Observatoire d'astronomie de Pyongyang étudie aussi ce thème. « En astronomie observationnelle, puisqu'il faut des installations et de l'équipement comme des télescopes et des ordinateurs, nous serions confrontés à des obstacles liés aux sanctions des Nations unies à l'encontre de la Corée du Nord [NDLR : les sanctions interdisent l'importation et l'échange de biens et de technologies]. Également, le fossé qui existe entre les deux Corées quant à l'expérience en matière d'observation pourrait compliquer la collaboration. Étudier la tradition astronomique coréenne serait plus facile. Ce ne serait pas qu'un symbole puissant pour une collaboration intercoréenne, ce serait aussi une grande réalisation scientifique. »

Il espère que les autres domaines de l'astronomie seront ensuite étudiés conjointement et il rêve même de la construction d'un observatoire commun sur le mont Paektu, en Corée du Nord, à

la frontière avec la Chine. Il s'agit du plus haut sommet de la péninsule, culminant à 2 744 m – son nom signifie d'ailleurs « montagne à tête blanche ». En raison de son isolement et de l'absence de pollution lumineuse, « les conditions au mont Paektu sont excellentes pour l'observation du ciel », assure l'astronome. Les instruments qu'on y installerait permettraient aux scientifiques de travailler en réseau avec ceux de la Corée du Sud.

Le lieu est déjà au cœur d'une collaboration internationale sans précédent depuis 2011. Le mont est en fait un supervolcan ; l'éruption du Millénaire, en l'an 946, compte parmi les plus fortes de l'histoire avec ses 24 km³ de magma éjectés. Il existe peu d'information à son sujet, à l'exception de ce qui a pu être publié du côté de la Chine. L'existence même du volcan confond les chercheurs, car il n'est pas situé à la rencontre de plaques tectoniques.

Mais entre 2002 et 2005, les scientifiques nord-coréens ont remarqué que des microséismes inquiétants se produisaient. Aussi ont-ils voulu approfondir leurs connaissances sur ces secousses et cherché à imaginer les conséquences

d'une éventuelle éruption. Ils ont fait appel à des chercheurs européens, chinois et américains qui, regroupés au sein du Mt Paektu Geoscientific Group et soutenus par l'Association américaine pour l'avancement des sciences, sont arrivés dans cette région doublement isolée, car difficile d'accès.

Malgré les différences culturelles, la collaboration est fructueuse, mentionne James Hammond, professeur à Birkbeck – Université de Londres. « Pour notre premier article scientifique, Ri Kyong-Song est venu passer un mois à Londres. À la fin de son séjour, on avait déjà produit une première ébauche, ce qui est plutôt rapide ! » Ri Kyong-Song, de l'Earthquake Administration de Corée du Nord, est d'ailleurs le premier auteur de l'article, qui est paru en 2016 dans la revue *Science Advances*.

Cependant, l'équipe est à la merci des approbations des gouvernements et des Nations unies, nécessaires en raison des sanctions. Et les organismes subventionnaires sont frileux. « C'est considéré comme un projet risqué, pas sur le plan scientifique, mais sur le plan

IMAGES : NASA, WIKIMEDIA COMMONS



Image satellite de la péninsule de Corée la nuit. Le Nord, peu développé, est beaucoup moins lumineux que le Sud, d'où l'intérêt pour un observatoire d'astronomie.

L'observatoire de Cheomseongdae et ses 362 morceaux de granit empilés sur neuf mètres de hauteur ont passé l'épreuve du temps.



politique », explique M. Hammond qui, après avoir travaillé aux quatre coins de la planète, n'avait jamais eu à surmonter de telles embûches.

STABILITÉ ET INSTABILITÉ

Hong-Jin Yang et d'autres scientifiques sud-coréens parviendront-ils à collaborer avec leurs voisins ? Le politologue Benoît Hardy-Chartrand pense que l'astronomie, et la science en général, est « un excellent terrain pour la coopération Nord-Sud. Toute coopération qui relèverait de l'économie, de la politique ou de la culture risquerait d'être minée par les différences idéologiques et les sensibilités politiques du régime nord-coréen, ce qui est moins le cas pour les échanges scientifiques ».

Le moment semble opportun, en tout cas. Les relations entre les deux Corées se sont stabilisées depuis l'élection du président sud-coréen Moon Jae-in, en 2017. « Il avait fait campagne en promettant un rétablissement des liens avec le Nord, rappelle le professeur de l'Université du Temple au Japon. Il y a eu trois sommets entre le leader

nord-coréen Kim Jong-un et le président Moon en 2018, alors qu'il n'y en avait eu que deux précédemment, en 2000 et en 2007. »

Bien que les efforts de Moon Jae-in soient remarquables, la situation sur la péninsule coréenne est tributaire des relations entre les États-Unis et la Corée du Nord, précise Benoît Hardy-Chartrand, qui est chercheur associé à la Chaire Raoul-Dandurand en études stratégiques et diplomatiques de l'Université du Québec à Montréal. « Même si le risque de conflit armé entre le Nord et le Sud est minime à l'heure actuelle, l'impasse nucléaire entre Washington et Pyongyang fait en sorte que les tensions pourraient être ranimées rapidement. »

Il fallait s'y attendre : notre demande d'entrevue à l'Observatoire d'astronomie de Pyongyang est restée lettre morte. Espérons que Hong-Jin Yang aura plus de succès que nous... 🇰🇷

LA SCIENCE EN CORÉE DU NORD

En matière de science, le pays de Kim Jong-un est généralement associé aux recherches de nature militaire en raison de son programme nucléaire. Sinon, de façon anecdotique, on se rappellera l'épisode du clonage de lapins en 2002 : le pays assure être le deuxième au monde à avoir réussi un tel exploit, ce qui n'a jamais pu être vérifié de façon indépendante.

Mais en réalité, la science et la technologie représentent l'un des piliers de la stratégie de développement de la Corée du Nord. « Le régime nord-coréen accorde une importance particulière aux sciences pures et appliquées, puisqu'il considère que les sciences permettront d'accélérer le développement du pays, explique Benoît Hardy-Chartrand, professeur à l'Université du Temple au Japon. Les scientifiques sont d'ailleurs traités avec une attention particulière. Ils ont droit de meilleurs salaires et à des logements de bien meilleure qualité que les autres travailleurs par exemple. » Ces dernières années, un nouveau quartier a été construit à Pyongyang pour héberger des établissements scientifiques et leurs employés. En dehors de la capitale, une immense bibliothèque consacrée à la science a été inaugurée à Hamhung à la fin de 2018.

Différents domaines sont étudiés ; un département de science de la forêt a été créé il y a deux ans à l'Université Kim Il-Sung, selon le site de nouvelles indépendant NK News. « J'ai visité une bibliothèque à Séoul qui conserve des revues savantes nord-coréennes, et elles sont généralement plus portées sur les sciences pures que sur les sciences humaines », poursuit Benoît Hardy-Chartrand. Un inventaire des articles publiés par les Nord-Coréens dans des revues internationales mène au même constat : en 2014, ils ont fait paraître 24 articles qui concernent surtout la physique, la chimie, les mathématiques et la science des matériaux. Les coauteurs sont généralement des scientifiques de Chine, un pays ami de la Corée du Nord. Il y a néanmoins des chercheurs en sciences sociales. Et même en science politique, affirme M. Hardy-Chartrand ! « Ils travaillent autant dans les universités que dans des *think tanks* [groupes de réflexion], mais, plus que dans les autres disciplines, ils sont complètement inféodés au gouvernement. Ils doivent être loyaux aux leaders, et déroger de la ligne du Parti du travail de Corée signifierait la fin de leur carrière et probablement un séjour en camp de rééducation. »

“ L'astronomie est apolitique ; c'est de la science pure. ”

– Hong-Jin Yang, de l'Institut coréen de science astronomique et spatiale



IMAGE : HONG-JIN YANG



TOUS DES CANCRES EN SCIENCE ?

Délaissée au primaire, malmenée au secondaire, la science est le parent pauvre du système scolaire québécois. Que faire ?

Une réflexion de **JOËL LEBLANC**

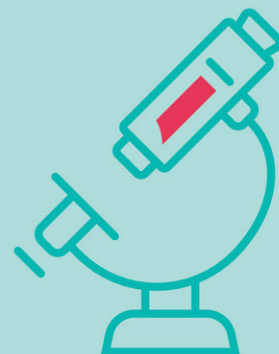
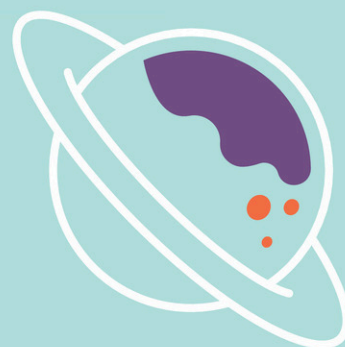
PHOTOS: FRANCIS VACHON

Durant tout son secondaire, Brigitte a reçu un enseignement qui lui a fait détester les sciences. Écologie, chimie, physique, biologie : mêmes cauchemars. Elle a échoué à nombre d'examens et en est restée marquée. Maintenant enseignante au primaire, Brigitte évite les sciences autant qu'elle le peut.

Ma rencontre avec elle remonte à 2005, dans une école de Val-Bélair. Je commençais comme éducateur scientifique pour la Boîte à science, un organisme de Québec qui travaille à éveiller l'intérêt des jeunes pour les sciences. Je me déplaçais d'école en école et je me rappelle ma surprise devant une telle aversion pour les sciences chez une enseignante du primaire. Une exception, m'étais-je dit. Je me trompais : pendant les six années suivantes, j'ai visité un millier de classes et rencontré des centaines d'enseignantes (il y a si peu d'hommes) – des centaines de Brigitte –

souffrant d'une allergie aux sciences.

Voilà près de 40 ans que le Conseil supérieur de l'éducation lance des appels clairs au ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) au sujet de l'enseignement des sciences. Après un premier rapport en 1982, il réitère ses propos en 1990 en soulignant que cette discipline « n'a pas occupé une place importante dans la formation des enseignants [du primaire] eux-mêmes, de sorte que la sensibilité de ces derniers à la culture scientifique n'est ni spontanée ni très marquée ». Le dernier rapport date de 2013 et mentionne que « la science demeure, encore aujourd'hui et dans bien des écoles, une discipline passablement délaissée ». Rien n'a changé depuis... Pourtant, de nos jours plus que jamais, une culture scientifique solide est incontournable pour faire des choix éclairés dans la vie !





En mai dernier, dans une école primaire de la Beauce, une vingtaine d'enfants de première et deuxième année ont suivi un atelier scientifique de l'entreprise montréalaise Les neurones atomiques.

« Au primaire, bon nombre d'enfants ne reçoivent pas l'enseignement des sciences qu'ils méritent et parfois les sciences ne leur sont pas enseignées du tout », confirme Pierre Chastenay. Professeur titulaire à l'Université du Québec à Montréal (UQAM), l'astronome et pédagogue donne le cours de didactique des sciences aux candidates (et quelques candidats) du baccalauréat en éducation au préscolaire et en enseignement au primaire, le BEPEP pour les intimes.

« En 2015, j'ai réalisé un sondage en ligne auprès de 500 enseignantes, poursuit-il. Au total, 40 % d'entre elles ont déclaré ne jamais faire de science en classe. Leur crainte des sciences remonte à leur passage au secondaire. Mon travail au BEPEP est de réconcilier les futures professeures avec cette matière. J'aime dire que mon cours, ce sont 45 heures de psychanalyse ! »

FORMATION INSUFFISANTE

Chez les enseignantes que j'ai rencontrées et qui osaient faire un peu de science avec leurs élèves, il y avait des lacunes à corriger : crainte de s'électrocuter avec une petite pile de lampe de poche, explication des saisons par un schéma erroné, classification des animaux qui exclut les insectes... Les enseignantes m'avaient ressenti un sentiment d'incompétence, qu'elles expliquent par leur formation insuffisante au BEPEP.

« À l'UQAM, ce baccalauréat dure quatre ans et compte 120 crédits. Et il y a un seul cours de didactique des sciences qui donne 3 crédits », rappelle Pierre Chastenay. Ce cours permet d'apprendre à enseigner les sciences, ce qui est nécessaire. Mais un bon professeur doit maîtriser son sujet ; or, on demande à des gens qui ne sont pas à l'aise avec les sciences de bien les enseigner.

La situation à l'Université de Montréal est légèrement plus enviable : les étudiantes du BEPEP suivent en première année un cours de notions scientifiques de base et en troisième année un cours de didactique. « Mais il a fallu travailler fort pour avoir ce cours, se souvient Marcel Thouin, professeur de didactique à l'Université de Montréal et cosignataire du rapport du Conseil supérieur de l'éducation de 2013. Les enseignantes de la nouvelle génération se sentent un peu plus outillées, mais une fois en classe, elles sont rattrapées par la réalité du milieu, qui ne réserve que peu de place à l'enseignement des sciences. »

C'est que le MEES, qui dicte la répartition des heures d'enseignement des disciplines au primaire, accorde une importance quasi dérisoire aux sciences. Dans une semaine de 25 heures d'enseignement, une fois passé le

temps obligatoire alloué aux mathématiques et au français, il ne reste que 11 heures pour les matières « annexes » : science, langue seconde, arts, éthique et culture religieuse ainsi que géographie, histoire et citoyenneté. La répartition de ce temps est à la guise de l'enseignante.

Dans un système scolaire qui craque de partout, en raison du manque flagrant de ressources et des semaines qui ne comptent pas assez d'heures pour gérer tous les cas problématiques, où croyez-vous que des enseignantes, mal à l'aise avec les sciences, coupent en premier? Sans compter que, malgré sa présence dans le programme, la science n'est pas obligatoire au premier cycle (première et deuxième année). Et même si elle est censée l'être aux deuxième et troisième cycles, aucun examen du ministère ne porte sur cette matière. Le message perçu par plusieurs enseignantes est, bien sûr, qu'elle est moins importante.

« Ce n'est pas par mauvaise volonté », tient à rectifier Nathalie Morel, vice-présidente à la vie professionnelle à la Fédération autonome de l'enseignement (FAE). Après 18 années passées dans des classes du primaire, l'ex-enseignante a des souvenirs vivaces des difficultés logistiques qui entravaient son travail. « Les enseignantes se sentent démunies

face aux sciences, et le temps qu'elles doivent consacrer à préparer ces cours, en plus de leur présence en classe, est énorme. De plus, l'absence de matériel pour "faire de la science" est notoire. Il faut des outils de base, comme des balances et des rubans à mesurer, mais il faut aussi un budget récurrent pour le remplacement du matériel périssable – des piles, ça s'épuise; des thermomètres, ça se casse. Nous n'avons souvent ni l'un ni l'autre. Sur papier, le programme québécois a de grandes forces, mais il n'a pas les moyens de ses ambitions. »

DÉCALAGE

Me voilà observateur dans une petite école de la Beauce en mai dernier. Martin Brouillard, cofondateur de l'entreprise montréalaise Les neurones atomiques, livre avec brio une animation scientifique où la chimie est à l'honneur. La vingtaine d'enfants de première et deuxième année sont littéralement suspendus à ses lèvres, impatients d'entendre la prochaine anecdote, de manipuler des éprouvettes, de voir les liquides changer de couleur. En finale : une ovation des élèves, une chanson de remerciement, des regards illuminés pour le reste de la journée.

Un enfant est un scientifique par défaut. Je ne peux m'empêcher de penser aux deux miens, pas encore à l'école, qui expérimentent constamment. Se poser des questions – et tenter d'y répondre – est dans leur nature.

De l'âge de 6 à 12 ans, alors que leur curiosité scientifique sera à son maximum, ils passeront par les classes du primaire de toutes ces Brigitte qui seront de merveilleuses enseignantes, mais qui auront peur de la science. Je confie mes appréhensions à Martin Brouillard alors qu'il ramasse son matériel après sa séance. L'ancien enseignant du primaire m'explique la philosophie qui guide son entreprise. « Avant chacune de nos interventions en classe, nous parlons avec l'enseignante pour savoir ce que ses jeunes connaissent déjà, si notre venue s'inscrit dans une démarche pédagogique plus vaste. Malheureusement, dans bien des cas, il n'y en a pas. On nous fait venir en classe comme on fait venir un clown ou un magicien. Ça démontre comment la science est désincarnée pour ces professeures, alors qu'elle est partout dans la société et qu'elle devrait être partout dans leur enseignement, imbriquée dans les cours de français et de mathématiques. » Il veut devenir un partenaire qui apporte une plus-value à l'enseignement, être davantage qu'un animateur ponctuel.

Martin Brouillard est le cofondateur de l'entreprise Les neurones atomiques qui, depuis plus de 10 ans, offre des ateliers de sciences dans les écoles du Québec.





Depuis peu, Martin Brouillard dispose d'un autre levier pour faire changer les choses. Voilà deux sessions qu'on lui confie un groupe du cours de didactique des sciences au BEPEP de l'UQAM. Il fait découvrir aux étudiantes toute la liberté dont elles disposeront pour enseigner les sciences et l'importance de s'approprier le sujet. «Juste de leur faire réaliser que le programme au primaire n'est qu'un guide et qu'elles peuvent y naviguer à leur guise les fait toujours tomber des nues. Le programme suggère d'aborder l'atome au secondaire, alors les professeurs croient qu'on ne peut pas en parler au primaire. Mais oui, on peut! Ma pratique me montre que les enfants comprennent très bien.»

Il faudrait peut-être plus de Martin Brouillard et de Pierre Chastenay dans les différentes universités de la province. Une grande partie des enseignantes voient la science comme la simple transmission d'un ensemble de savoirs. Elles n'ont pas pris conscience – ou elles n'ont pas été orientées dans cette voie – que l'important, c'est de faire comprendre la nature de la science et non mémoriser des concepts.

CHEZ LES PLUS GRANDS

Au secondaire, la présence d'enseignants spécialisés en sciences devrait nous rassurer. Et pourtant... «Ces enseignants n'ont pas toujours une approche qui est conforme à la

nature de l'activité scientifique; il y a hélas beaucoup de "bourrage de crâne"», indique Patrice Potvin, professeur en didactique des sciences au secondaire à l'UQAM.

Le renouveau pédagogique du début des années 2000, la fameuse réforme, a fusionné les cours d'écologie, de biologie, de physique, de chimie et de technologie dans un lourd cours général de science et technologie en première, deuxième et troisième secondaire, poursuit Patrice Potvin. Pour l'enseignant, cela fait énormément de matière à maîtriser. Les professeurs d'avant la réforme qui enseignaient la biologie, par exemple, ont dû se mettre à enseigner aussi la physique. «Le contenu des cours a explosé. Bien des enseignants sont passés en mode magistral pour avoir le temps de tout couvrir dans l'année scolaire.» Le temps de

classe devient trop précieux pour le passer à faire des manipulations et à apprendre de ses erreurs et, encore une fois, la démarche occupe la seconde place.

Nathalie Morel, de la FAE, abonde dans le même sens : «En fusionnant l'ancien cours d'initiation à la technologie au corpus de sciences, on a tué le temps de laboratoire. Les jeunes doivent passer du temps dans des ateliers à manipuler des machines-outils, à apprendre le dessin technique... Très peu d'heures sont accordées à la science appliquée, soit les laboratoires de chimie, de physique, les dissections.» Selon elle, tous les enseignants le mentionnent : l'ancien modèle, avec ses enseignants spécialistes et un cours distinct sur la technologie, surpasse le modèle actuel, où les domaines scientifiques sont dilués dans une matière globale, mais informe.

Résultat : des jeunes qui s'ennuient et qui décrochent. «L'intérêt des enfants pour les sciences s'éteint souvent au secondaire parce qu'elles y perdent leur côté ludique; on a mis de côté les défis», confirme Marcel Thouin, de l'Université de Montréal.

La réforme préconisait pourtant cette approche, précise Patrice Potvin. «Dans l'introduction du programme, on fait mention que "l'élève doit être au cœur de ses apprentissages". En sciences de l'éducation, cela fait plus de 200 ans, depuis Jean-Jacques Rousseau, qu'on sait que l'apprentissage doit être actif, stimulant et concret. Mais à l'école secondaire québécoise, le contexte ne le permet pas.»

Dépassés par un contenu trop vaste, les enseignants ont le réflexe de se tourner vers les manuels scolaires. Or, ces manuels, s'ils respectent le programme de formation de l'école québécoise, poussent le contenu plus loin, histoire d'en donner plus que le client en demande. Mais la plupart des

«En fusionnant l'ancien cours d'initiation à la technologie au corpus de sciences, on a tué le temps de laboratoire.»

– Nathalie Morel, de la Fédération autonome de l'enseignement



IMAGES : SHUTTERSTOCK.COM

enseignants prennent le manuel pour une bible à travers laquelle il faut passer coûte que coûte. «Plusieurs sont esclaves de ces outils», déplore Patrice Potvin.

Autre dictature, celle de l'épreuve uniforme de quatrième secondaire. Tout l'enseignement des sciences au secondaire est basé sur cet ultime examen du MEES. Et comme c'est un gros test à choix multiples, on montre aux élèves à fournir les bonnes réponses plutôt qu'à comprendre comment la science se construit. «Le programme et son évaluation ne sont pas conséquents, continue Pierre Chastenay. Le programme est socioconstructiviste, c'est-à-dire qu'il prévoit que les élèves expérimentent de leurs mains et "découvrent" le savoir. L'épreuve uniforme, elle, est de nature béhavioriste; c'est du conditionnement, on donne les réponses qui sont attendues. Le programme propose A, mais on évalue B... alors on enseigne B!»

On comprendra que de nombreux élèves, moins enclins aux cours magistraux et à l'assimilation de beaucoup d'informations, comme Brigitte à l'adolescence, ne s'y retrouvent pas. Ceux-là abandonnent les sciences naturelles, se dirigent au cégep en sciences humaines

et choisissent, parfois, de devenir enseignants au primaire, avec tout ce bagage négatif relativement aux sciences «dures». Un cercle vicieux...

Et cela fait 40 ans que ça dure. Il n'a pas été possible d'avoir une réaction du ministre de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, Jean-François Roberge, sur cette situation ni de savoir s'il prévoyait s'attaquer à ces lacunes durant son mandat.


PISTES DE SOLUTION

Depuis ma rencontre avec Brigitte en 2005, et toutes les autres enseignantes par la suite, je me demande comment renverser cette situation, du moins au primaire. Une des solutions que je proposerais : créer un nouveau statut d'enseignants spécialisés en sciences. On n'exige pas des professeures qu'elles enseignent la musique ou l'éducation physique parce qu'elles n'ont pas la formation requise. Pourquoi insiste-t-on pour qu'elles prennent en charge les cours de sciences ?

Imaginons une éducatrice scientifique qui serait responsable de quelques écoles et qui rencontrerait chaque classe toutes les deux semaines durant deux heures. Non seulement elle serait mieux qualifiée que ses collègues, mais elle rentabiliserait

son temps en donnant plusieurs fois la même matière auprès de tous ses groupes. Bien sûr, cela impliquerait de nouveaux investissements...

Martin Brouillard, des Neurones atomiques, n'est pas d'accord avec cette idée. «On veut démocratiser la science, mais on la mettrait entre les mains de spécialistes? On passerait à côté d'une réelle intégration avec le français, les mathématiques... La science est déjà désincarnée socialement, on ne ferait que le confirmer à l'école, alors que c'est l'inverse qu'il faut faire. On continuerait de montrer que la science, c'est pour les gens spéciaux, pas pour les gens ordinaires comme les professeurs.» Il croit plutôt qu'il faut augmenter la formation scientifique des maîtres.

J'ignore si Brigitte enseigne encore ou si elle a surmonté son aversion pour les sciences. Mais je sais que, chaque année, quelques centaines de nouvelles enseignantes arrivent dans nos écoles. Plusieurs traumatisées par les sciences, quelques-unes décomplexées à leur égard. Avec un peu de chance, mes deux enfants croiseront ces dernières. Et avec beaucoup de chance, certaines choses auront changé au secondaire avant qu'ils y entrent. 



L'OREILLE prodigieuse

Les ornithologues sont unanimes à saluer le talent phénoménal d'Olivier Barden; il entend les oiseaux comme personne.

TEXTE ET PHOTOS PAR LOUISE BILODEAU



Durant l'heure de la séance photo à la réserve naturelle du Méandre-de-la-Rivière-Vincelotte, située en face de l'Isle-aux-Grues, Olivier Barden a reconnu à l'écoute et au télescope pas moins de 35 espèces d'oiseaux.



Plus jeune, Olivier Barden multipliait les sorties avec son père pour observer les oiseaux. À 13 ans, il est devenu le plus jeune ornithologue à participer au Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord.

Samuel Denault se souvient de cette journée d'automne 2008 où il marchait sur un sentier des Bergeronnes avec Olivier Barden. Les deux biologistes, alors dans la vingtaine, travaillaient à l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac.

Olivier lui dit qu'il vient d'entendre, coup sur coup, la paruline des pins, qui niche plus au sud, et le bruant des plaines, plus fréquent à l'ouest. Deux petits cris de vol d'espèces qu'il serait vraiment étonnant de trouver là. Moins d'une minute plus tard, elles sont devant eux. «J'étais sidéré. Olivier a poussé vraiment loin l'art de décortiquer les cris. C'est une chose d'identifier les oiseaux à leur chant, mélodieux ou distinctif. C'en est une autre de démêler leur cri de vol, un très bref *tiss* ou *tss* anonymes pour l'oreille moyenne. C'est là qu'Olivier se distingue », jure Samuel Denault, qui n'est pourtant pas « le

dernier raisin », comme il dit. L'observation par l'écoute, il connaît.

Dans le monde de l'ornithologie amateur et professionnelle, Olivier Barden, 33 ans, est reconnu comme un surdoué. Non seulement il sait distinguer près du quart des 10 400 espèces aviaires répertoriées dans le monde, mais il reconnaît pratiquement l'ensemble des vocalisations des 760 espèces qui se reproduisent au Canada et aux États-Unis. « Olivier est le meilleur observateur d'oiseaux que j'ai croisé. On ne peut même plus valider ce qu'il dit », lance Michel Robert, biologiste au Service canadien de la faune et coordonnateur du *Deuxième atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*.

C'est à huit ans qu'Olivier Barden tombe sous le charme des oiseaux. Une recherche scolaire sur les premiers arrivants printaniers lance le bal. Grand lecteur, il mémorise l'*Encyclopédie des oiseaux du Québec* en une dizaine de jours. De façon naturelle, son intérêt se porte sur les chants, qu'il retient à la première écoute, signe d'une mémoire phénoménale et certainement d'une oreille absolue.



L'oiseau préféré d'Olivier Barden, le sauvage et insaisissable faucon gerfaut, dessiné à l'âge de 10 ans.

« Quand je me trompais d'une note, il me montrait mon erreur sur la portée, avec sa bien petite base de solfège », se rappelle sa mère, Marie-Dominique Rouleau, professeure de chimie qui chantait dans un ensemble vocal.

Adolescent, il passe une partie de ses étés au Centre écologique de Port-au-Saumon, un camp scientifique où il se familiarise avec les cris de vol des oiseaux nicheurs. Il observait une paruline silencieuse sur une branche et, dès qu'elle décollait, portait attention à son cri. « J'ai fait énormément de sorties avec mon père et en solo pour arriver à cataloguer les cris de vol lors des migrations, ceux de contacts en période de nidification et ceux sur les lieux d'hivernage, jusqu'au pépiement des jeunes réclamant leur nourriture. Bref, j'en mangeais ! » raconte Olivier Barden. Si bien qu'à 13 ans il devient le plus jeune ornithologue à participer au Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord, un recensement effectué principalement à l'écoute.

À 15 ans, il s'intéresse aux migrations nocturnes. Ce pan du monde de l'observation est peu fouillé à l'époque et la

documentation est aussi rare qu'un merle en janvier. Les rapports produits jusque-là par une poignée d'observateurs dénombrent des passages massifs d'oiseaux voyageant la nuit afin de profiter des vents favorables en haute altitude, mais recensent surtout des espèces aux cris typiques comme certaines grives. Rarissime oreille à détecter les cris de vols nocturnes d'autant d'espèces et en particulier des bruants et des parulines, Olivier Barden parvient à des statistiques inédites à l'échelle nord-américaine qui lui valent une large reconnaissance.

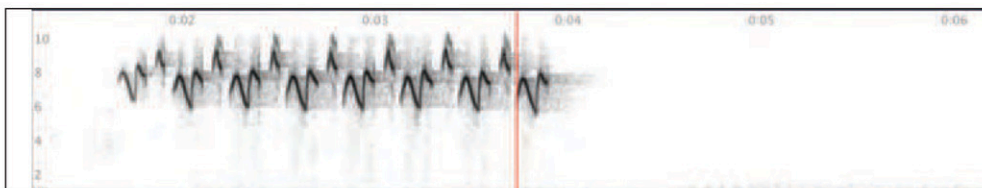
Il obtient en 2010 son baccalauréat en biologie à l'Université Laval, commence une maîtrise en sciences forestières, mais l'appel des grands espaces se fait trop fort. Des Territoires du Nord-Ouest aux provinces de l'Atlantique, il sillonne le pays pour divers organismes gouvernementaux et privés, effectuant des inventaires d'oiseaux souvent en terrain difficile, où l'écoute demeure évidemment primordiale. « Quand seule une toile de tente vous sépare de la forêt et de la nuit, l'observation est constante », indique celui qui, au nord de Havre-Saint-Pierre, a été tiré de son sommeil par les *pou pou pou* ascendants, graves et sifflés

de la nyctale de Tengmalm, une discrète et minuscule chouette.

Au cours des quatre dernières années, Olivier Barden a mis ses connaissances au service du *Deuxième atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Cet ouvrage colossal paru en avril dernier rassemble les données recueillies par près de 2 000 ornithologues expérimentés.

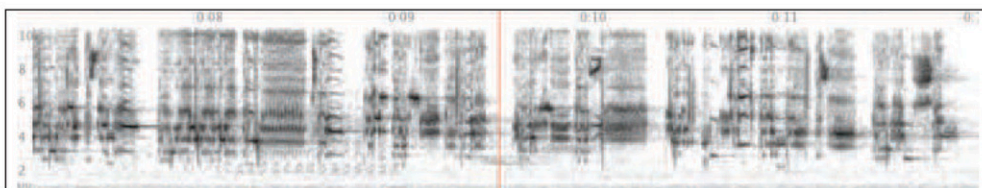
Il a notamment contribué à mettre au point l'outil de validation de leurs mentions en passant à travers les 19 indices de nidification des oiseaux nicheurs non seulement du Québec, mais aussi du reste du Canada. Par exemple, si un observateur donnait comme indice la construction d'un nid par un faucon, un point d'exclamation lui signalait l'inexactitude de l'indice : cet oiseau utilise plutôt les vieux nids d'autres espèces. « Cela exige une très bonne connaissance de la biologie aviaire, ajoute Michel Robert. Il y a sans doute quelques dizaines d'excellents observateurs au Québec, mais je n'ai jamais vu quelqu'un décrire, décomposer, schématiser un son comme Olivier le fait. »

Sa compréhension des subtilités auditives est telle qu'il se les figure en sonogramme. Cet outil, aujourd'hui largement



Olivier Barden est capable de traduire mentalement les chants et les cris des oiseaux en sonogramme. Il s'agit d'un outil qui représente la structure des sons sous forme de graphique. Ici, on voit le sonogramme du chant de la paruline noir et blanc.

IMAGE : GEOFFREY A. KELLER / MACAULAY LIBRARY AT THE CORNELL LAB OF ORNITHOLOGY (ML 73983)



Le sonogramme du chant complexe du solitaire à dos brun, un oiseau des montagnes du Guatemala et du Mexique.

IMAGE : GEOFFREY A. KELLER / MACAULAY LIBRARY AT THE CORNELL LAB OF ORNITHOLOGY (ML 109133)

« Le plus difficile ? Savoir qu'on ne verra jamais tous les oiseaux dont on rêve. »

– Olivier Barden



utilisé grâce à la médiathèque Macaulay – qui met en ligne la plus importante collection de documents audios et vidéos sur le comportement des animaux –, traduit visuellement la structure des sons. L'axe des y représente la fréquence en hertz et celle des x le temps découpé en millisecondes. Ainsi, le *zlip* de la paruline à poitrine baie forme un M et le *tzwin* de la paruline noir et blanc dessine une vingtaine d'ondulations en dents de scie. « Ces graphiques me parlent », explique celui qui a commencé dès l'enfance à s'y référer, alors que les ressources étaient rares.

Pour une oreille entraînée, ce n'est pas si sorcier, mais il pousse l'expertise plus loin en étant capable de reconnaître sur le terrain le chant ou le cri d'un oiseau qu'il n'a jamais entendu auparavant, mais dont il a étudié le sonogramme. Et d'en retenir plusieurs centaines ! « Le plus difficile ? Savoir qu'on ne verra jamais tous les oiseaux dont on rêve », confie Olivier Barden qui, entre deux contrats, a maintes fois tendu son hamac au fin fond des forêts tropicales. Ce qui lui a valu bien des aventures...

En 2006, un ami américain et lui partent à la recherche dans la vallée péruvienne du Mantaro d'une espèce non décrite du genre *phacellodomus*. « Nous avons bien vu notre oiseau, mais les villageois, gentils quoique armés, nous ont placés en garde à vue pour la nuit, avant de nous inviter à quitter les lieux sans que nous sachions trop pourquoi », relate l'ornithologue au flegme inébranlable, sauf devant un oiseau rare.

ENTENDRE L'INAUDIBLE

En octobre dernier, *Québec Science* participe à l'excursion sur le thème des oiseaux de rivage qu'Olivier Barden anime au banc de Portneuf-sur-Mer à l'occasion du Festival des oiseaux migrateurs de la Côte-Nord. Ce n'est pas le Pérou, mais c'est tout aussi palpitant. À mi-chemin de cette flèche littorale de 4,5 km, son ouïe ultrafine lui signale une envolée de petits échassiers. Après cinq bonnes minutes, le nuage d'oiseaux apparaît.

Compte tenu des nuances subtiles de leurs plumages respectifs, le décompte en vol qu'il en fait est d'une précision stupéfiante : 3 100 bécasseaux semipalmés, 30 bécasseaux minuscules, 35 bécasseaux variables et 1 unique bécasseau de Baird repéré à son *trrrt* égal, mi-grave, sec et roulé, à peine audible. « C'est une espèce qui migre de l'ouest par le centre du continent. On n'en a jamais de grandes quantités au Québec, seulement quelques juvéniles en automne », nous apprend notre guide.

Un indice pour dénicher ce visiteur rare dans cet océan de plumes ? « Il a tendance à rester à l'avant ou à la traîne des limicoles avec qui il se déplace. Au moment de se poser, il s'en écarte un peu », dit-il en pointant sa lunette sur l'individu trahi par sa silhouette légèrement plus élancée.

Olivier Barden aurait pu être chercheur, mais il se dit trop attaché au terrain. Depuis février, il occupe le poste de gardien de parc sur les canaux historiques à Parcs Canada. « Je patrouille le territoire et je suis heureux », déclare l'ornithologue, qui espère un jour exporter son savoir en matière de conservation et de protection des espèces. Car s'il est une chose inconcevable à ses yeux (et ses oreilles), c'est un monde où les oiseaux se sont tus. 05



QUÉBEC SCIENCE

ÉCOUTEZ NOS BALADOS !

« Découvrez nos séries documentaires qui vous feront entendre la science autrement à travers des enquêtes, des entrevues et des portraits exclusifs. »

Marie-Lambert Chan, rédactrice en chef

COMMENT LES ÉCOUTER ?



1. À partir d'un appareil Apple, lancez l'application Balados.
2. Au bas de l'écran, appuyez sur la loupe et tapez *Québec Science*.
3. Appuyez sur l'icône de l'émission (ci-dessus), puis sur le bouton « S'abonner ».

Ou à partir d'un ordinateur, rendez-vous à l'adresse
www.quebecscience.qc.ca/balados

L'HERBE

EST-ELLE PLUS VERTE DANS LE PÂTURAGE?



L'élevage, en particulier bovin, est souvent montré du doigt quand il est question de production de gaz à effet de serre. Et si les grands troupeaux pouvaient, au contraire, contribuer à lutter contre le réchauffement planétaire et la dégradation des sols ?

PAR PIERRE SORMANY

ILLUSTRATION : DORIAN DANIELSEN

Il faut imaginer les grandes prairies nord-américaines telles qu'elles existaient autrefois, avec des herbes hautes et des arbres espacés ainsi que d'immenses troupeaux de bisons : de 50 à 70 millions de bêtes, estiment les historiens et paléontologues. Ajoutez les bisons des bois du Nord canadien, les bœufs musqués, les élans d'Amérique, les chèvres des montagnes... Il y a quatre siècles, il y avait plus de 100 millions de ruminants en Amérique. Presque autant que dans nos élevages intensifs d'aujourd'hui.

« Ce sont les grands herbivores qui ont fabriqué nos prairies », rappelle Joel Salatin, l'un des agriculteurs les plus connus des États-Unis depuis que l'auteur à succès Michael Pollan a désigné sa ferme de Virginie, Polyface Farm, comme le modèle à suivre pour l'agriculture de demain dans son livre *The Omnivore's Dilemma*, publié en 2006.

« À l'arrivée des Européens, explique Joel Salatin, le sol était recouvert de 10 m de terre meuble, riche en matière organique. Mais on a exterminé les bisons, on a inventé la moissonneuse mécanique, on a labouré les terres, on a drainé l'eau et, en un siècle ou deux, l'érosion a entraîné cette couche de sol dans les rivières. En 1961, quand mes parents ont acheté la terre que j'exploite, le sol était trop pauvre pour nourrir une famille et il était strié de bandes de roche nue. »

C'est en pratiquant la « gestion holistique » de la terre que cet agriculteur a pu restaurer la qualité de son sol. Pour commencer, les pluies printanières provoquent une pousse rapide des graminées. Un troupeau de bovins

est laissé en pâturage sur une parcelle du champ et y mange les herbes fraîches. Le lendemain, on déplace le troupeau vers une autre parcelle. Les excréments des bêtes et les tiges végétales piétinées par le bétail forment sur le sol une couche humide riche en minéraux et en matière organique. On ne la laboure pas pour éviter l'érosion, mais quelques centaines de volailles viennent y picorer les graines et les insectes qui y prolifèrent, ce qui aide à étendre la matière organique. Les grandes herbes repoussent rapidement sur ce substrat. Quelques semaines plus tard, le troupeau pourra revenir y brouter. À chaque cycle, la teneur du sol en matière organique augmente, tout comme la densité des bactéries et des champignons mycorhiziens, essentiels au développement du système racinaire des grandes herbes. C'est le principe du pâturage en rotation (*rotational grazing*).

Trente ans après avoir implanté cette technique, Joel Salatin constate que la couche de sol fertile, sur ses 200 hectares, atteint de nouveau plusieurs mètres. Sa ferme produit maintenant près de trois millions de dollars de denrées par année et fait travailler 22 personnes. « Nous reproduisons à la ferme ce que les bisons ont fait naturellement pendant des siècles. C'est tellement évident que j'ai du mal à comprendre pourquoi on a développé autrement notre agriculture moderne », lance-t-il.

UN HÉRITAGE AFRICAIN

C'est en Afrique qu'est née cette nouvelle vision du rôle des troupeaux d'herbivores dans l'enrichissement des sols. Le biologiste Allan Savory dirigeait dans les années 1960 un programme de lutte contre la désertification pour le compte du British

30 %

ENVIRON DU CARBONE DE L'AIR EST CAPTÉ
PAR LES PLANTES CHAQUE ANNÉE.



Colonial Service dans l'actuel Zimbabwe. La pensée dominante, à l'époque, c'était que l'assèchement des sols était en bonne partie due à la surpopulation animale, qui arrachait tout ce qui poussait.

Mais après l'élimination d'un vaste troupeau d'éléphants et la réduction des élevages de chèvres sur des terres vulnérables, Allan Savory a noté une accélération du rythme d'assèchement des prairies. Il a alors compris que, loin de détruire les espèces végétales, les herbivores contribuaient à leur régénération et ralentissaient l'assèchement des sols. Au cours des 15 années qui ont suivi, il a patiemment mis au point, sur le continent africain d'abord, puis aux États-Unis, diverses techniques de gestion des pâturages qui font école aujourd'hui.

À ce moment-là, on parlait peu des gaz à effet de serre et du réchauffement planétaire. Mais la régénération des sols apparaît désormais comme un élément clé non seulement pour améliorer le rendement des cultures et lutter contre la famine, mais aussi pour la fixation de l'excédent de carbone atmosphérique. C'est l'idée de la démarche internationale «4 pour 1 000», lancée par la France en décembre 2015. Il s'agit de mobiliser les collectivités, les organisations

non gouvernementales, les établissements de recherche et les agriculteurs autour d'un objectif ambitieux : accroître de 0,4 % par année (d'où le nom du programme), pendant les 40 prochaines années, le pourcentage de matière organique des 30 à 40 premiers centimètres de sol. Cela permettrait, a-t-on calculé, d'absorber la totalité du carbone émis en excédent par nos activités industrielles pendant cette même période.

L'idée n'est pas nouvelle. Chaque année, environ 30 % du carbone de l'air est capté par les plantes. Lorsqu'elles meurent, une partie du carbone qu'elles contenaient est réémis dans l'atmosphère, mais le reste est converti en composés carboniques plus stables qui resteront emprisonnés dans le sol pendant des dizaines d'années. Au total, les sols de la planète contiennent de deux à trois fois plus de carbone que l'atmosphère.

Les hautes herbes des pâturages, qui poussent plus vite que les arbres, pourraient être, en théorie, des « pièges à carbone » plus efficaces que les forêts, à condition de retenir de plus en plus de matière organique dans la couche de terre meuble.

Les pratiques mises de l'avant par le programme «4 pour 1 000» incluent le maintien d'une couche végétale sur les sols afin

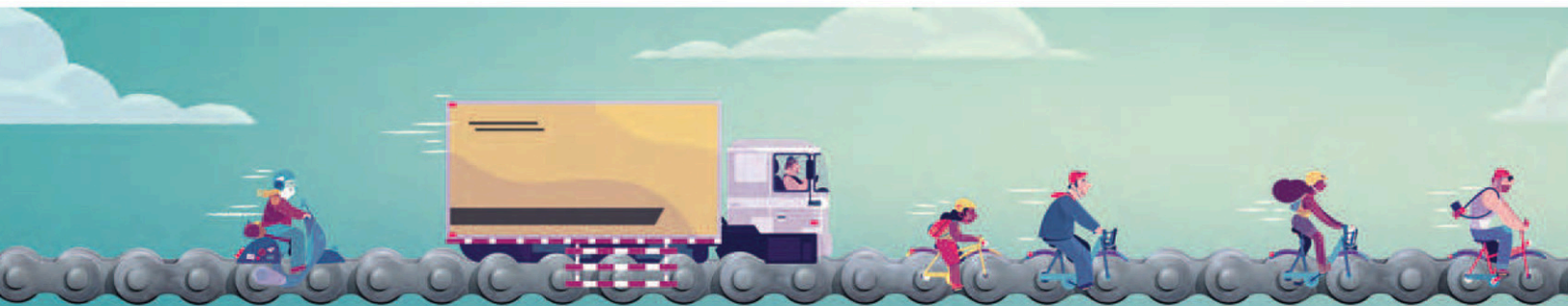
d'éviter leur assèchement (en mettant fin à la pratique des labours notamment), l'épandage de fumier et de compost pour enrichir la terre, la restauration de la biodiversité des pâturages et des forêts dégradées, la plantation d'arbres et de légumineuses, etc.

Mais la liste des bonnes pratiques ne désigne pas formellement deux éléments qui semblent pourtant essentiels à la régénération des sols : l'élimination des herbicides et des pesticides, qui appauvrissent le sol en bactéries et en champignons, et le pâturage par les ruminants, qui accélère le cycle de transformation du carbone. Deux sujets qui, par les temps qui courent, provoquent des remous dans l'opinion publique.

LES DEUX VISAGES DE L'ÉLEVAGE BOVIN

Il faut dire que, chez les groupes de défense de l'environnement, les ruminants n'ont pas une bonne réputation. On reproche entre autres aux grands élevages de consommer énormément d'eau, d'émettre de grandes quantités de gaz à effet de serre, d'encourager la déforestation et de détourner vers l'alimentation animale des cultures qui nourrirait autrement bien plus d'humains. En effet, selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture,

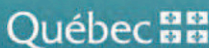
IMAGE: SHUTTERSTOCK.COM



Une initiative de



Réalisée grâce
au soutien de



PARTAGELAROUTE.COM

on aurait besoin en moyenne de trois kilos de nourriture végétale, principalement des grains, pour produire un kilo de viande.

Mais ce dernier argument contre l'élevage ne vaut pas pour toutes les régions ni tous les modes de production. Dans le cas des bœufs nourris aux herbes, les pâturages sont souvent situés en zones semi-arides ou alpines ou dans des terres vallonnées qui ne se prêtent pas à l'agriculture céréalière. Les herbes qui y poussent ne sont pas propices à l'alimentation humaine. Or, ces écosystèmes naturels sont un refuge essentiel pour la biodiversité. Leur maintien contribue à la survie de nombreuses espèces animales... et à la régulation du climat.

«Avec le réchauffement climatique, notre région connaît des sécheresses estivales de plus en plus prononcées. Les terres abandonnées ne produisaient plus rien et les espèces sauvages qui en dépendent disparaissaient peu à peu. Il fallait reconstituer la couche de sol organique pour qu'elle puisse retenir l'eau et accroître du même coup la diversité des plantes. C'est ce que notre pratique d'élevage a permis», explique Brandon Connaughton, qui m'a fait visiter la ferme californienne Tara Firma, à Petaluma, à moins d'une heure de San

Francisco. En activité depuis un peu plus de 10 ans, elle fait partie d'un réseau d'une vingtaine de fermes supervisées par le Marin Agricultural Land Trust, un organisme de gestion des terres du comté de Marin, en collaboration étroite avec le Marin Carbon Project et le département des sciences de l'environnement de l'Université de Californie à Berkeley.

Ici, en plus des bœufs et des poules, on élève des cochons, entièrement nourris de déchets des marchés publics avoisinants. Leur lisier sert à la préparation d'un compost utilisé sur place pour accélérer la régénération du sol, mais il est aussi vendu aux agriculteurs voisins. «On dépasse largement l'objectif du quatre pour mille, estime Brandon Connaughton. Si l'on faisait la même chose avec toutes les prairies naturelles, on réglerait le problème des gaz à effet de serre d'origine industrielle.»

DES ÉLEVAGES CARBONEUTRES ?

Directeur de la Chaire en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi, Claude Villeneuve demeure sceptique. «Oui, on peut fixer le carbone dans les sols avec des pratiques agricoles efficaces, mais les bœufs nourris exclusivement aux herbes

« Si l'on faisait la même chose avec toutes les prairies naturelles, on réglerait le problème des gaz à effet de serre d'origine industrielle. »

– Brandon Connaughton, de la ferme Tara Firma, en Californie



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



« Mon véritable produit, ce n'est pas le bœuf.. c'est la qualité de mes sols! »

- Brian Maloney, éleveur de bovins en pâturage

grandissent moins vite que les bœufs nourris aux grains. Cela signifie que leur digestion va produire du méthane plus longtemps. »

Or, le méthane est un gaz à effet de serre jusqu'à 25 fois plus « puissant » que le dioxyde de carbone. À court terme, une augmentation des troupeaux en pâturage pourrait donc accélérer le réchauffement. Mais ce méthane se dégrade en quelques années sous l'effet des rayons ultraviolets, alors que le CO₂ peut persister plus d'un siècle dans l'atmosphère. « À long terme, une forte fixation du carbone compensera peut-être la hausse de production du méthane, admet-il, à condition que la densité des troupeaux demeure relativement faible. » Pour Claude Villeneuve, on ne pourrait envisager de remplacer l'ensemble de notre production bovine actuelle par des pâturages qui soient carboneutres. Dans tous les cas, la réduction de la consommation de viande est donc incontournable, ce que réitère d'ailleurs un récent rapport sur l'utilisation des terres signé par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

IMAGE: PIERRE SORMANY

Claude Villeneuve rappelle aussi que, dans l'évaluation de l'empreinte carbonique de l'agriculture, il faut tenir compte de l'ensemble. « Oui, ces pâturages demandent moins d'engrais, moins de machinerie. Mais le Québec manque d'abattoirs. Nos bovins doivent être transportés sur des centaines de kilomètres pour être abattus. C'est de là que vient la plus grosse émission de gaz carbonique ! »

Son scepticisme rejoint les conclusions d'une étude publiée en 2017 par le Réseau de recherche sur le climat et l'alimentation de l'Université d'Oxford. On y reconnaît que « de bonnes pratiques de pâturage aident à maintenir le carbone dans le sol [...] et à séquestrer du carbone à un rythme plus élevé que si ces terres étaient laissées sans animaux ». Mais les auteurs notent qu'il y a peu d'études qui sont parues dans des revues à comité de lecture et que le potentiel de séquestration reste flou. La nature des sols et les conditions climatiques limitent aussi ce qu'on peut obtenir : dans certaines parties du monde, sous certains climats, le piégeage du carbone sera toujours marginal.

Au total, ces bonnes pratiques pourraient accroître de 7 à 53 %, selon les différentes estimations, la quantité annuelle de carbone fixée dans le sol, mais cela ne contribuerait, dans le meilleur des cas, qu'à résorber de 2 % nos émissions de CO₂, concluent les auteurs.

Le rapport émet d'autres réserves. D'abord, ce potentiel élevé de fixation du carbone n'est que temporaire : au bout de 30 à 70 ans, selon le niveau de carbone initial du sol, on aboutit à une saturation de sa capacité de stocker le carbone. Comme c'est le cas d'une forêt mature, le système retrouve alors un équilibre où il libère autant de carbone et d'azote qu'il en capture.

Ensuite, le processus nécessite une gestion rigoureuse des pâturages et il est hélas réversible : il suffira de quelques années de négligence pour que ce sol « enrichi » se dégrade et perde une bonne partie de la matière organique patiemment accumulée.

Des résultats modestes à l'échelle planétaire ? Peut-être, mais Brian Maloney, un éleveur de bovins en pâturage de Thurso, en Outaouais, demeure convaincu d'avoir fait

le bon choix. La ferme Brylee appartient à sa famille depuis quatre générations. Il y a élevé un troupeau de vaches laitières. En 2002, victime de la maladie du poumon des agriculteurs, il a dû renoncer à sa grange. Il a alors décidé de transformer sa pratique en misant sur le bœuf élevé en pâturage. Il a étudié ce qui se faisait ailleurs et découvert la valeur d'une terre « vivante ».

« Mes sols contenaient autrefois 7, 8 ou 10 % de matière organique. Mais ces taux baissaient chaque année, jusqu'à atteindre 3 % en certains endroits. » Avec l'aide d'un conseiller originaire d'Afrique du Sud, il a mis en place des pratiques de pâturage en rotation intensive qui ont donné d'excellents résultats. Aujourd'hui, en plus de son troupeau (une cinquantaine de bouvillons abattus tous les automnes), il loue sa terre aux fermiers voisins pour que leurs vaches laitières viennent y brouter. « Mon véritable produit, ce n'est pas le bœuf... c'est la qualité de mes sols! » se réjouit-il.

L'an dernier, il a fait évaluer la teneur en matière organique de sa terre par une firme spécialisée de Sherbrooke, DocTerre. « Je n'ai pas effectué d'étude exhaustive, convient la biologiste Vivian Kaloxilos. Mais j'ai procédé à des prélèvements à quatre endroits et à trois profondeurs. J'ai obtenu des résultats comme je n'en ai jamais vu : de 15 à 20 % de matière organique dans le sol de surface, de 8 à 12 % pour mes prélèvements en profondeur, faits de 30 à 45 cm. »

Les chercheurs américains Paige Stanley, de l'Université de Californie à Berkeley, et Jason Rowntree, de l'Université d'État du Michigan, ont constaté des résultats aussi spectaculaires dans des fermes qui pratiquent le pâturage en rotation intensive. Dans un article synthèse du journal *Agricultural Systems*, paru en mai 2018, ils affirment que la fixation réelle du carbone dans les sols qu'ils ont analysés dépasse tout ce qui avait été estimé dans les études

antérieures et qu'elle pourrait même compenser les émissions de méthane et le gaz carbonique lié à la machinerie agricole et au transport... À condition bien sûr de pouvoir compter sur des abattoirs pas trop éloignés.

À 20 minutes de la ferme Brylee, à Saint-André-Avellin, Paul Slomp s'est lui aussi lancé dans ce type d'élevage bovin. C'était il y a cinq ans. Il a acheté une terre pauvre, avec à peine de 1,5 à 2 % de matière organique dans une couche de terre meuble plutôt mince. Son but, c'est de hausser ce taux jusqu'à 15 % sur plus d'un mètre. Il engraisse 180 bêtes sur les 130 hectares de sa ferme baptisée *Grazing Days*. « Je suis encore en rodage. Il est trop tôt pour mesurer les résultats. Mais quand je vois la couleur de l'herbe qui pousse aujourd'hui et que je la compare avec les champs voisins, je me dis que je suis sur la bonne voie. » ©



Mettez du soleil dans vos rayons!

EUROPE septembre-octobre

Corse	8-23
Toscane	20-5
Portugal	21-6
Piémont	22-7
Majorque	28-13

octobre-novembre

Algarve	27-5
---------	------

CUBA novembre

Holguín en boucles	9-16 16-23
--------------------	---------------



EN LIBERTÉ

Formule destinée aux cyclistes autonomes.

Choisissez votre date de départ et votre destination.

Réservez vos vacances!
veloquebecvoyages.com
 514 521-8356 | 1 800 567-8356, poste 506


 Vélo Québec
 VOYAGES
Titulaire d'un permis du Québec

POUR DES PRÉMATURÉS EN SANTÉ

MATHIEU NADEAU-VALLÉE A DÉMONTRÉ QU'UNE MOLÉCULE ANTI-INFLAMMATOIRE RÉDUIT LES COMPLICATIONS LIÉES AUX NAISSANCES PRÉMATURÉES CHEZ L'ANIMAL. DES RÉSULTATS MONTRENT QU'IL EN SERAIT DE MÊME CHEZ L'HUMAIN.



PHOTO : VALÉRIAN MAZATAUD

Les naissances prématurées font moins la manchette que la méfiance à l'égard des vaccins ou que la résistance aux antimicrobiens. Mais elles n'en préoccupent pas moins l'Organisation mondiale de la santé (OMS), pour qui la venue au monde de nourrissons avant 37 semaines de gestation constitue un enjeu majeur de santé publique. Chaque année, quelque 15 millions de bébés naissent trop tôt sur la planète, indique un rapport sur la question publié par l'OMS en 2012. Cela représente 1 naissance sur 10 à l'échelle mondiale; au Canada, on parle d'environ huit pour cent des accouchements. Les complications qui en découlent vont du retard de croissance qui persiste parfois jusqu'à l'âge adulte au décès du nouveau-né, surtout en cas d'extrême prématurité (moins de 28 semaines), en passant par toutes sortes de séquelles neurologiques.

Pourquoi les naissances prématurées demeurent-elles un problème de taille? En partie parce que les pratiques médicales, notamment en matière de prévention, ont peu évolué dans les 30 dernières années. Mais cela pourrait bientôt changer, entre autres grâce aux recherches de doctorat de Mathieu Nadeau-Vallée sur un composé pharmacologique qui prévient plusieurs complications dues à la prématurité. «Il y avait place pour l'innovation. C'est en partie ce qui m'a amené à me pencher sur ce sujet», raconte le jeune chercheur en pharmacologie de l'Université de Montréal qui, à l'automne 2018, a remporté le prix Jim Glionna. Cette récompense du Temple de la renommée médicale canadienne est décernée à un étudiant des cycles supérieurs qui fait preuve de leadership et de persévérance et qui s'intéresse à l'avancement des connaissances en santé.

Parce que oui, Mathieu Nadeau-Vallée étudie aussi la médecine à l'Université de Montréal, une formation qu'il a entreprise parallèlement à ses études de doctorat en pharmacologie, dont il a récemment soutenu la thèse. En outre, il est le père d'un petit garçon de trois ans, signe quantité d'articles de recherche à titre de premier auteur dans des revues de renom et engrange les prix, bourses et distinctions de prestige comme certains récoltent les pommes : à la chaudière. En un mot comme en mille, Mathieu Nadeau-Vallée est un authentique surdoué. Ou comme l'affirme son directeur de thèse Sylvain Chemtob, pédiatre et chercheur au CHU Sainte-Justine : «Il est né pour être chercheur.»

SUS À L'INFLAMMATION


Plusieurs facteurs de risque sont associés à un taux élevé de naissances prématurées, comme le surpoids et le sous-poids de la mère, le stress chronique, les infections et le tabagisme. Le

fil conducteur qui relie toutes ces conditions? Toutes ont trait à l'inflammation, plus ou moins directement. «La cigarette, par exemple, cause des dommages à la vascularisation du placenta, ce qui favorise la libération de substances pro-inflammatoires. Celles-ci stimulent les fibres de l'utérus responsables des contractions, ce qui peut déclencher le travail avant terme», explique Mathieu Nadeau-Vallée. Son idée : s'attaquer à ces médiateurs inflammatoires, dont l'interleukine-1, un important messenger engagé dans tous les processus inflammatoires, qui est relâché en grande quantité lors d'un accouchement avant terme.

La solution n'est cependant pas de faire disparaître l'interleukine-1 à grand renfort d'anti-inflammatoires puissants, comme les corticostéroïdes. Cette cytokine, après tout, a aussi comme fonction de protéger la mère et le fœtus contre les infections. Dans un monde idéal, il faudrait donc en bloquer l'action de manière partielle, soit tout juste avant le travail. La molécule étudiée par Mathieu Nadeau-Vallée fait précisément cela. Son nom : rytvela, des initiales des sept acides aminés qui la constituent. Il s'agit d'un composé minuscule capable de pénétrer la barrière étanche du placenta. «Le rytvela n'est pas nouveau : l'équipe du Dr Chemtob l'avait créé et testé dans le cas de maladies inflammatoires comme l'arthrite rhumatoïde et les dermatites. Pour ma part, j'ai confirmé son efficacité pour éviter des problèmes en cas de naissances prématurées», spécifie-t-il.

Et quelle efficacité! En administrant du rytvela à des souris gestantes chez qui on déclenche le travail prématurément, on observe que la progéniture ne souffre pas de la cascade de problèmes et de complications dus à l'inflammation. En effet, 30 jours après leur venue au monde, l'équivalent de l'âge adulte chez ce modèle animal, ces souriceaux ont un cerveau normal. Tout le contraire de leurs comparses dont la mère n'a pas reçu le traitement; leur cerveau présentait une réduction de la microvascularisation et de sa masse globale d'environ 50%.

Attention : malgré tout, le rytvela n'empêche pas toutes les naissances prématurées. Mais ce n'est pas l'enjeu principal, soutient le jeune chercheur. «L'important est de faire disparaître les effets secondaires provoqués par la prématurité, pas nécessairement que les mères accouchent à terme. Le nœud du problème, c'est l'inflammation qui déclenche la naissance prématurée et qui ravage la santé des petits», indique-t-il.

Les travaux de Mathieu Nadeau-Vallée ouvrent la porte à d'éventuelles études chez la femme enceinte. Quelques expériences préliminaires confirment déjà l'efficacité du rytvela sur des cellules d'utérus humain. Surtout, ces résultats ont eu pour effet de braquer les projecteurs sur les naissances prématurées et de donner un nouveau souffle à la recherche sur le sujet. C'est là la marque des grands, pense le Dr Chemtob. «Je suis convaincu que Mathieu va être à l'origine de plusieurs autres belles percées scientifiques, et pas seulement en néonatalogie. Il a cette capacité formidable de formuler des hypothèses de recherche au chevet des patients, puis de les explorer en laboratoire», souligne-t-il. Le jeune clinicien-chercheur n'a d'ailleurs pas fini de faire la navette entre ces deux univers, lui qui souhaite entamer sa résidence en médecine interne dès l'année prochaine. 

Par Maxime Bilodeau

Les questions de Rémi Quirion

SCIENTIFIQUE EN CHEF DU QUÉBEC*

RQ : Recommanderiez-vous aux étudiants en médecine de faire de la recherche et pourquoi?

MNV : Tout à fait ! Les futurs médecins sont dans une position idéale pour contribuer à la recherche biomédicale. Être confronté quotidiennement aux limites de la médecine engendre des hypothèses de recherche. De plus, la formation en recherche permet au clinicien de développer des aptitudes essentielles, comme la rigueur, la communication, la curiosité.

RQ : Comment vivez-vous la conciliation famille-recherche?

MNV : Je ne fais pas de la recherche en dépit de mon statut de parent; au contraire, avoir un enfant est une motivation supplémentaire à faire de la recherche ! Elle est nécessaire afin de trouver des solutions aux problèmes de santé pédiatrique majeurs tels que la prématurité ou encore la résistance croissante aux antibiotiques, les maladies chroniques et syndromes génétiques, les infections congénitales, etc. Quand mon fils sera plus vieux, je serai fier de lui expliquer en quoi consiste mon travail !

RQ : Comment l'inflammation chez la mère touche-t-elle la progéniture si ce n'est pas par le seul fait de provoquer un accouchement prématuré?

MNV : En fait, plusieurs études chez les rongeurs, les primates et l'humain montrent que c'est l'inflammation qui cause les dommages au fœtus, entre autres au cerveau, et non la prématurité en soi. Par exemple, lorsqu'on mesure les messages inflammatoires dans les fluides de la mère, c'est-à-dire dans le sang, dans le liquide amniotique, on se rend compte qu'un enfant prématuré non touché par l'inflammation se portera mieux qu'un enfant à terme ayant subi de l'inflammation. C'est parce que la réaction inflammatoire se propage de la mère au fœtus que des dommages parfois irréversibles se produisent. Voilà pourquoi nous avons inventé une molécule anti-inflammatoire puissante qui pourrait être administrée chez les femmes enceintes à risque de travail prématuré.

RQ : Quels sont les avantages et les défis de faire la navette entre l'univers clinique et celui de la recherche?

MNV : Le réel défi est de maintenir ses connaissances à jour dans les deux domaines. Il faut à tout prix éviter que le temps passé en laboratoire nuise à l'acquisition d'aptitudes cliniques fondamentales, surtout pour le médecin en formation. Néanmoins, le jeu en vaut la chandelle. Lorsqu'un médecin acquiert un bagage en sciences fondamentales, il ne voit plus les problèmes cliniques et les modalités thérapeutiques de la même façon. Il peut non seulement diagnostiquer une maladie et la traiter, mais aussi en optimiser le diagnostic et le traitement en laboratoire. Sa pensée passe de «comment traiter ce patient» à «comment mieux traiter ce patient à l'avenir». C'est l'essence du progrès.

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



VOIR

Humour et science, une réaction exothermique !



Les Lundis HI HI ont une mascotte, baptisée Poulette langoureuse. Un membre du public peut la « faire chanter » dans le cas d'une blague scientifique au goût douteux... Qui a dit que les chercheurs n'avaient pas le sens de l'humour ?

IMAGE : JULIE DIRWIMMER

Il était bien écrit « J'ai fait une blague de chimie et il n'y a eu aucune réaction » sur le teeshirt du chimiste, chercheur, professeur et vulgarisateur Normand Voyer. Mais dès sa première blague (« Comment appelle-t-on un piano dans une piscine ? Un piano aqueux ! »), les rires fusant du fond du bar ont donné le ton au cabaret des Lundis HI HI, tenu en juin dernier. « HI » comme dans « acide iodhydrique », oui, oui !

En moins de deux heures, une bande de joyeux passionnés a réussi à faire mentir ceux qui pensent que l'humour et la science ne peuvent former qu'un mélange hétérogène. C'était d'ailleurs le pari des créateurs des Lundis HI HI, M. Voyer et Julie Dirwimmer, conseillère principale aux relations science et société au Bureau du scientifique en chef du Québec.

« On pense, à tort, que les scientifiques ne sont pas des gens comme les autres, explique M. Voyer. Notre but est de renverser les stéréotypes et de promouvoir les sciences auprès du grand public. Les jeunes, je sais où les trouver, mais les adultes, il faut aller les chercher autrement. » C'est pourquoi son équipe a d'abord établi ses quartiers au Bistro de Paris, l'une de ces vieilles tavernes montréalaises comme on les aime, qui sert encore de grosses Labatt 50.

Au menu de cette drôle de soirée ? Jeu-questionnaire, entrevues avec de vrais chercheurs qui ont le sens de la répartie, séance de micro ouvert où scientifiques et humoristes émergents font de l'esprit et présence d'une vedette-surprise. Les invités bénévoles ont su mêler avec adresse les thèmes d'actualité, comme les changements climatiques, et les disciplines scientifiques dans une atmosphère détendue.

La prochaine soirée se déroulera le 30 septembre, dans un lieu qui sera bientôt confirmé. On vous suggère de suivre la page Facebook de cette tradition appelée à grandir. Car Normand Voyer espère amener les Lundis HI HI en tournée au Québec. « Bon, le centre Bell n'est peut-être pas pour tout de suite ! » concède le professeur en riant. Mais mon petit doigt me dit que leur public sera à l'étroit plus vite que prévu !

Lundis HI HI : www.facebook.com/lundisHIHI

LIRE

Décollage imminent

Il y a 50 ans, Neil Armstrong faisait un pas de géant pour l'humanité en posant le pied sur la Lune. Un tel jubilé, ça se fête ! Pour revivre les moments forts de cet exploit historique, plongez dans l'excellent *Objectif Lune* : *Apollo, la grande aventure scientifique du XX^e siècle*. L'ouvrage brosse le tableau des 17 missions spatiales du programme Apollo à travers une vaste collection de photos, documents et croquis. Y sont répertoriées une foule d'anecdotes savoureuses sur la construction des vaisseaux et lanceurs, sur les équipages et sur les défis rencontrés pendant l'exploration. L'expérience est également enrichie d'un volet en réalité augmentée, à consulter à l'aide d'une application. Mais à lui seul, le livre contient assez de matériel pour vous propulser sur la Lune pendant de longues heures.

Objectif Lune : Apollo, la grande aventure scientifique du XX^e siècle, par Rod Pyle, Éditions MultiMondes, 176 p.





ÉCOUTER

La Lune d'encore plus près

Treize minutes. Ce fut le temps requis par *Apollo 11* pour effectuer sa descente historique sur la Lune. Et c'est aussi le titre du balado que la BBC propose pour raconter dans le menu détail le trépidant voyage de cette mission. Dans *13 Minutes to the Moon*, on découvre des témoignages d'anciens employés et des astronautes des diverses missions lunaires (dont Michael Collins, le coéquipier de Buzz Aldrin et de Neil Armstrong). Le second épisode est consacré à ces milliers de *nerds* à peine sortis de l'école que la NASA a engagés pour mener les opérations du programme Apollo. Quelle époque remplie de promesses pour les jeunes d'hier! Préparez-vous à raccrocher votre mâchoire à quelques reprises et à frissonner, en partie grâce à l'ambiance sonore, dramatique à souhait.

13 Minutes to the Moon, sur votre plateforme de balados préférée, environ 45 minutes par épisode. bbc.co.uk/programmes/w13xttx2



VISITER

À vos marques!

Comment savoir si l'on est destiné à faire du bobsleigh? Ou de l'escrime? De quel bois se chauffent les athlètes pour battre des records?

La Maison olympique du Canada fournit des pistes de réponse avec *L'expérience olympique canadienne*, son exposition permanente et immersive. Sise à quelques pas du Quartier des spectacles, à Montréal, elle comporte trois salles : au fil de chacune, on découvre les coulisses des jeux modernes à travers les athlètes de chez nous. On s'arrête également à l'aspect scientifique des Jeux en abordant les nouvelles technologies permettant aux sportifs de récupérer plus rapidement et de retrancher de précieux quarts de seconde au compteur. Éducative, rassembleuse et touchante, l'exposition nous invite à bouger. Notre attraction préférée? La station interactive qui a été conçue en collaboration avec des chercheurs de l'École de kinésiologie et des sciences de l'activité physique de l'Université de Montréal. Elle fournit, en moins de cinq minutes, trois suggestions de sports adaptés à notre morphologie et à nos aptitudes. J'aurais ainsi tout le potentiel pour devenir la prochaine Tessa Virtue (même si je ne suis jamais capable d'attacher mes patins toute seule). Et vous?

L'expérience olympique canadienne, à la Maison olympique du Canada, à Montréal, du mercredi au dimanche. bit.ly/2wOVkDW



IMAGE: CANAL D

L'énigme Tesla

Avec plus de 300 inventions à son actif, Nikola Tesla est l'un des plus brillants cerveaux de l'histoire moderne. Sa mort, en 1943, est d'origine suspecte. On le soupçonnait à l'époque de travailler sur une arme de destruction massive : le « rayon de la mort ». Son décès serait-il lié à ce projet? Des documents récemment déclassés fournissent quelques pistes. Théorie du complot et spéculations sont au cœur de la série en cinq épisodes *Nikola Tesla : le mystère du rayon de la mort*, alors qu'un analyste militaire, un historien et un ingénieur tentent de résoudre cette enquête captivante.

Nikola Tesla : le mystère du rayon de la mort, les lundis à 22 h dès le 26 août à Canal D.

REGARDER

LIRE

Histoires de fèces

C'est toujours avec envie que je regarde ma fille rire à gorge déployée lorsqu'elle lit ses livres jeunesse sur les excréments. Enfin, le tour est venu pour les adultes de se divertir de cette fonction cruciale de la biologie grâce à l'ouvrage *Au cœur du caca*, un petit guide illustré (et bien documenté) sur les déjections. L'illustrateur et directeur artistique japonais Bunpei Yorifuji réussit une nouvelle fois à nous envoûter avec un sujet pas piqué des vers (rappelons-nous sa délicieuse ode au tableau périodique dans *La vie merveilleuse des éléments*, dont nous vous parlions en 2018). Ses dessins comiques permettent de bien vulgariser le propos du spécialiste en parasitologie et docteur en médecine Fujita Koichiro. Nos selles sont scrutées ici à la loupe : les auteurs observent les bactéries intestinales et leur influence sur l'écologie, et expliquent le cycle complet de nos matières fécales sous toutes leurs formes, couleurs et textures avec des schémas à l'appui. Cette brillante célébration du « numéro deux » nous reconnecte avec notre transit et nous rappelle qu'on peut lire notre état de santé général dans nos selles au fond de la cuvette. La lecture parfaite pour le trône.

Au cœur du caca, par Bunpei Yorifuji et Fujita Koichiro, Éditions B42, 174 p.



Bouffée d'air frais

Zizanie aquatique, patience crépue, trompette de la mort, comptonie voyageuse : ce sont quelques-uns des trésors empreints de poésie qui peuplent le terroir québécois et auxquels nous initie *FORÊT*. S'il est trop volumineux pour servir de guide d'identification au cours d'une randonnée, ce livre, écrit par le duo père-fille derrière l'entreprise Gourmet Sauvage, est une excellente introduction au garde-manger des bois. Chaque trouvaille est truffée d'explications sur la manière d'apprêter légumes, petits fruits et tubercules. Le tout est joliment illustré et orné d'alléchantes recettes.

FORÊT : identifier, cueillir, cuisiner, par Gérald Le Gal et Ariane Paré-Le Gal, Éditions Cardinal, 384 p.



PROMO DE LA RENTRÉE

L'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
À LA PORTÉE DE TOUS



Économisez
jusqu'à 61%
sur le prix en
kiosque

1 AN > 8 numéros > 29 \$

2 ANS > 16 numéros > 46 \$

3 ANS > 24 numéros > 65 \$

(plus taxes)

ABONNEZ-VOUS !

quebecscience.qc.ca/rentree

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

Offre en vigueur jusqu'au 26 septembre 2019, 23h59



Greta, Sara et toi...



une s'appelle Greta Thunberg, l'autre Sara Montpetit. Toutes deux ont pratiquement le même âge et les mêmes aspirations. Bien qu'elles vivent à des milliers de kilomètres l'une de l'autre et ne se soient jamais rencontrées, elles partagent les mêmes craintes. Et elles ont su rassembler, au fil des mois, des milliers – voire des millions – de jeunes (et moins jeunes) pour prendre en main

cet avenir qui leur paraît de plus en plus incertain.

Le mouvement Fridays for Future, lancé par Greta Thunberg en Suède en août 2018 et qui a donné naissance à Pour le Futur Montréal, coorganisé par Sara Montpetit, encourage les jeunes à manquer l'école tous les vendredis pour manifester et inciter les dirigeants politiques à agir vigoureusement et concrètement face au dérèglement climatique. L'initiative a essaimé partout sur la planète.

Dignes représentants de la génération Z, Greta, Sara et leurs camarades ne se gênent pas pour exposer le décalage qui existe entre leurs opinions sur les enjeux environnementaux et celles de leurs parents et grands-parents. Cet écart générationnel est-il réel? Y a-t-il bel et bien un fossé de perception entre jeunes et «vieux»?

Si l'on se fie à une étude réalisée pour le compte de la Banque européenne d'investissement, tout n'est pas noir ou blanc. En France, comme en Espagne, en Italie et en Suède, les millénariaux (les personnes de la génération Y) semblent plus sensibles que les baby-boumeurs aux changements climatiques. C'est à peu près le même tableau aux États-Unis. En revanche, l'Allemagne et la Pologne sont à contre-courant, puisque c'est ma génération, la X, qui semble plus préoccupée par le sujet que les millénariaux.

Au Québec, quelques sondages récents placent l'enjeu climatique et la protection de l'environnement comme des priorités, toutes générations confondues. Bien que ces questions préoccupent particulièrement la génération Y, il est presque surprenant de constater que les groupes environnementaux semblent être davantage au diapason des baby-boumeurs! En effet, ces derniers prêtent volontiers l'oreille à des thèmes chers aux groupes écologiques comme l'électrification des transports et la consommation responsable.

Bref, le clivage intergénérationnel semble réel, mais il est loin d'être uniforme. Rappelons par ailleurs qu'il s'agit là d'échantillons issus de sondages et pas de données scientifiques solides.


Quoi qu'il en soit, est-ce que la «jeunesse montante» que nous avons vu défiler dans les rues du Québec et de dizaines de pays peut réellement corriger notre trajectoire climatique collective? Du moins, peut-elle changer notre perception de l'enjeu? Possiblement.

Dans une étude menée sur deux ans auprès de 238 familles, un groupe de chercheuses de l'Université d'État de Caroline du Nord a précisément voulu déterminer si des jeunes de 10 à 14 ans étaient en mesure de modifier la perspective climatique de leurs parents par ce que les chercheuses appellent l'«apprentissage intergénérationnel». Parmi ces jeunes, certains suivaient un programme d'études axé sur les changements climatiques. Selon les résultats publiés en juin dernier dans la revue *Nature Climate Change*, les élèves de ce programme se sentaient plus concernés par la question du réchauffement planétaire que leurs comparses issus du groupe témoin.

Plus encore, les jeunes qui avaient participé à ce programme particulier ont été en mesure de changer significativement l'opinion de leurs parents quant à la réalité climatique, changement de perception qui fut plus prononcé chez les parents dits «conservateurs», et encore plus chez les pères que chez les mères. Enfin, les jeunes filles du programme étaient plus convaincantes pour influencer leurs parents que les garçons.

Le pouvoir de mobilisation de Greta Thunberg et de Sara Montpetit est peut-être la manifestation la plus probante de ces résultats empiriques, alors que ces jeunes filles ne laissent pas indifférents les leaders d'ici et d'ailleurs.

On a souvent tendance à grossir le trait quand on parle des générations. Mais aucune ne forme un tout homogène. Je suis d'une génération qui, selon certains, ne se laisse pas émouvoir facilement par le sort de la planète. Pourtant, nous sommes plusieurs X à saluer les convictions, les prises de parole et l'audace des plus jeunes – tout comme des centaines de scientifiques de renom d'ailleurs, qui ont apporté leur soutien au mouvement des grèves scolaires.

Le dérèglement climatique qui vous inquiète et vous unit, vous les Z et les Y, et qui a braqué les projecteurs sur les Greta et Sara de ce monde, est indéniable. Maintenant, le défi consiste à ne pas lâcher prise afin que votre voix puisse trouver un écho auprès de ma génération et celle de mes parents quant à la nécessité d'agir de manière ambitieuse face à l'enjeu le plus important de notre époque. Car les pancartes que vous brandissez ne le résument que trop bien : cet avenir, si incertain, vous appartient ainsi qu'aux générations qui vous suivront. 

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

RÉTROVISEUR

L'HISTOIRE DES SCIENCES VUE PAR SATURNOME



Les conservationnistes se tournèrent vers la reproduction en captivité afin d'assurer la survie de l'espèce.

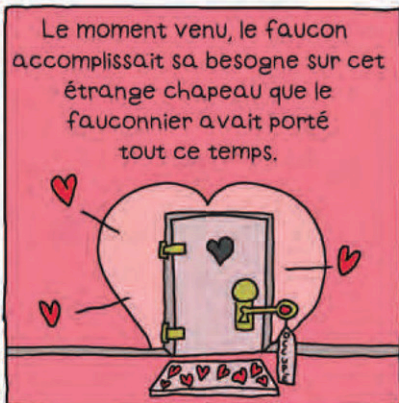


Mais les faucons étaient récalcitrants à se reproduire de cette manière. Comment faire?



Robert Young et Lester Boyd, deux fauconniers de l'État de Washington aux États-Unis, ont trouvé la solution au début des années 1970.

La méthode consistait d'abord à séduire un faucon mâle en se comportant comme un membre de son espèce.



UN CONCOURS POUR LES CLASSES, LES JEUNES ET LES ADULTES

18 SEPTEMBRE 2019

Journée nationale Je lis la science!



Participez en classe ou à la maison

Le 18 septembre, les jeunes, les adultes et les classes des écoles primaires et secondaires canadiennes sont invités à consacrer un moment de la journée à des lectures scientifiques :

- livre documentaire
- magazine de vulgarisation scientifique
- roman de science-fiction
- BD sur un thème scientifique
- biographie d'un chercheur
- etc.

Détails du concours et inscriptions :

www.jelislascience.com

Prix à gagner

Plus de 4 500 \$ de livres et magazines

Cinq prix d'une valeur de 500 \$ chacun
pour les classes

Cinq prix d'une valeur de 200 \$ chacun
pour les jeunes

Cinq prix d'une valeur de 200 \$ chacun
pour les adultes



Organisé par :

LES **explorateurs** DÉBROUILLARDS CURIUM

En collaboration avec :





UQÀM

50 ans d'audace