

Forêt : la revanche
des mousses

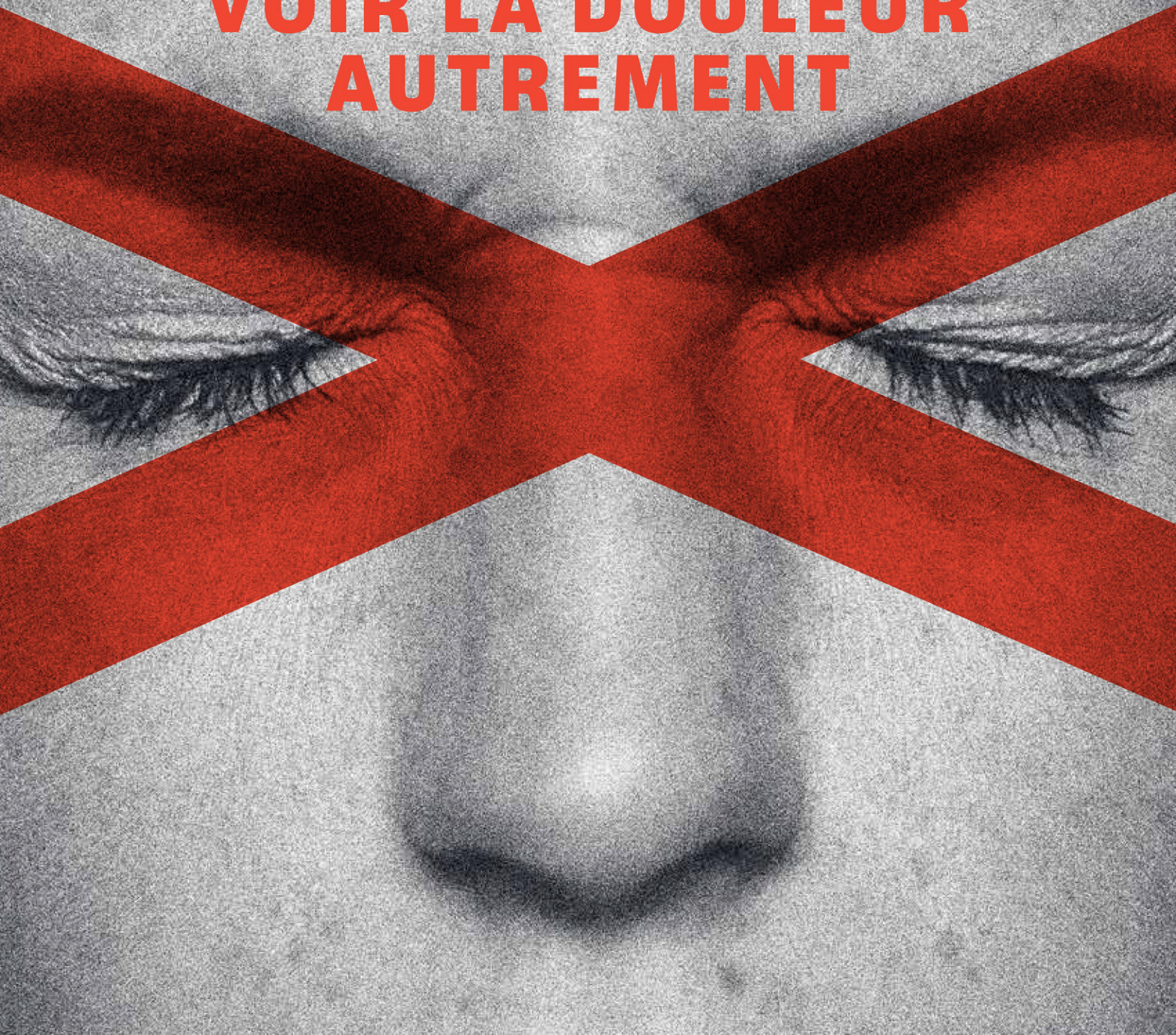
Les éoliennes
colonisent les mers

OCTOBRE-NOVEMBRE 2023

QUÉBEC SCIENCE

DOSSIER

**VOIR LA DOULEUR
AUTREMENT**



POLY MTL 150 ANS



TOUTES LES RAISONS DU MONDE DE TRANSPORTER
TOUTES LES RAISONS DU MONDE DE RÊVER
TOUTES LES RAISONS DU MONDE DE CÉLÉBRER
TOUTES LES RAISONS DU MONDE DE SOIGNER
TOUTES LES RAISONS DU MONDE D'INNOVER
TOUTES LES RAISONS DU MONDE DE CONTRIBUER
TOUTES LES RAISONS DU MONDE DE SE RENOUVELER

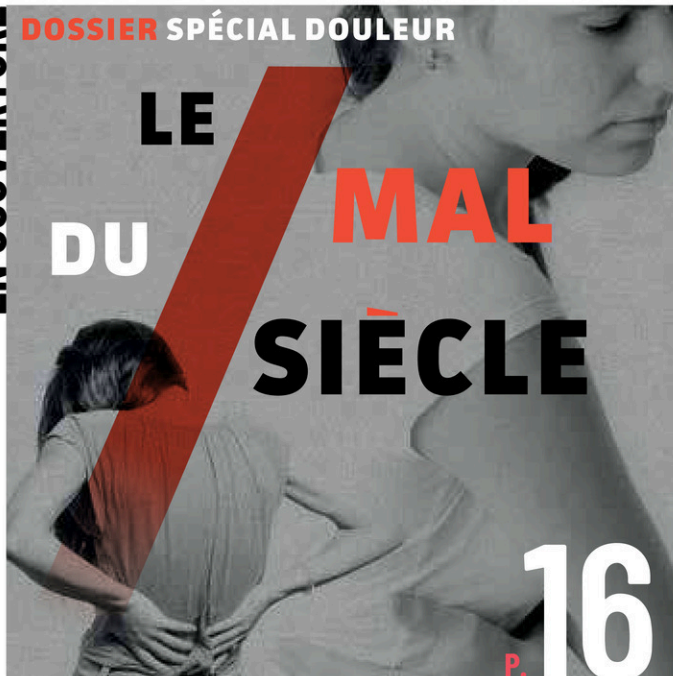
SOMMAIRE

OCTOBRE-NOVEMBRE 2023

QUÉBEC SCIENCE

EN COUVERTURE

DOSSIER SPÉCIAL DOULEUR



Tout le monde connaît la douleur. Notre équipe est allée à la rencontre de scientifiques d'ici et d'ailleurs qui tentent d'élucider les questions les plus brûlantes sur le sujet, dans l'espoir de mieux la traiter.

REPORTAGES

36 De minuscules forêts

Même si l'intérêt récent des scientifiques pour les mousses contribue à éclaircir leurs mystères, ces plantes ont encore beaucoup à nous apprendre.

42 La honte d'être vierge

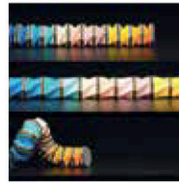
Au Québec, la virginité chez les jeunes adultes est de plus en plus fréquente. On la stigmatise néanmoins toujours autant.

44 Un laboratoire au soleil

Deux ans après leur inauguration, les premières centrales solaires raccordées au réseau d'Hydro-Québec révèlent leur potentiel, mais aussi leurs limites.

48 Le vent dans les pales

Pour « cueillir » le vent de la mer, qui souffle plus fort que sur terre, de plus en plus de parcs éoliens voient le jour au large des côtes.



P. 6

SUR LE VIF

6 Cabinet des curiosités

L'origami, cet art du pliage japonais, est-il en voie de révolutionner la façon dont nous concevons les matériaux ?

8 La forêt canadienne, grande émettrice de CO₂

La forêt peut-elle encore être notre alliée dans la lutte contre les changements climatiques ?

10 Une patinoire miniature au cégep de Jonquière

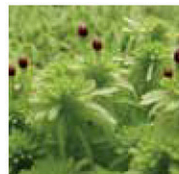
L'établissement a fabriqué une patinoire pédagogique de format réduit pour permettre aux étudiants et étudiantes d'améliorer ses systèmes.

11 Conception immaculée

Grâce à une manipulation génétique, des naissances virginales sont maintenant possibles chez des mouches à fruits autrement incapables de se reproduire sans partenaire.

12 Rester à l'écoute

Les prothèses auditives coûtent cher. Des appareils en vente libre, plus économiques, sont maintenant autorisés aux États-Unis. Entrevue avec Ronald Choquette, professeur d'audiologie à l'Université de Montréal, alors que les audiologistes d'ici réclament une telle réglementation.



P. 36

4 Édito par Mélissa Guillemette

Décarboner le carbone



5 Babillard

9 Carnet de santé Par la D^{re} Alexandra S. Arbour

11 Technopop Par Gabrielle Anctil

52 L'écho du labo Oui aux insectes dans notre assiette!

54 Culture Par Émilie Folie-Boivin

57 Anthropocène Par Jean-Patrick Toussaint

58 Rétrovisseur Par Saturnome



P. 44



MÉLISSA GUILLEMETTE  @mguillemett

ÉDITORIAL

Décarboner le carbone

À l'automne 2024, soit dans un an, le Canada doit annoncer son plan pour éliminer progressivement le financement public du secteur des combustibles fossiles. Mais pourquoi « progressivement »? Ça urge!

Le gouvernement fédéral explique appuyer « la décarbonation du secteur canadien du pétrole et du gaz ». Aussi bien dessaler l'industrie du sel! Ou dépolitiser la politique! Ça ne prend pas un doctorat en chimie pour comprendre que cette rhétorique, mise de l'avant par l'industrie elle-même, est un écran de fumée.

Revenons à la base. Le carbone est essentiel à la vie et se retrouve donc dans tous les organismes vivants. Comme rien ne se perd et que rien ne se crée, la réserve de carbone sur Terre est stable : 1,85 milliard de milliards de tonnes, dont la majeure partie est stockée dans les sédiments et la roche. Le carbone a son cycle, tout comme l'eau. Ainsi, un arbre absorbe du carbone contenu dans l'atmosphère pour croître, et il en relâche lors de sa décomposition. Si un animal mange de l'herbe, sa digestion émettra du carbone, tout comme sa décomposition, à sa mort.

Revenons maintenant au problème : les changements climatiques sont dus au fait qu'il y a une concentration trop grande de carbone dans l'atmosphère ; on en trouve aujourd'hui 40 % plus qu'au début de la révolution industrielle. La grande responsable de cette croissance est l'exploitation des combustibles fossiles : charbon, pétrole, gaz naturel. Ces derniers sont en réalité des restes de plantes et d'animaux transformés par le temps, la pression et la chaleur dans les profondeurs du sol, d'où l'utilisation du terme « fossile ». L'avantage : ils produisent beaucoup d'énergie lors de leur combustion. Le désavantage : en les extrayant du sol, l'industrie a perturbé l'équilibre du carbone.

Et on voudrait maintenant la « décarboner »? Le carbone est son fonds de commerce!

L'industrie génère des émissions de gaz à effet de serre (GES) non seulement lorsque le produit est utilisé, mais également lors de l'extraction des ressources, de leur transport et du raffinage. Et il ne faudrait pas oublier les fuites, qui émergent des puits abandonnés, des usines et du réseau de distribution.

À moins que tous les acteurs de l'industrie ne se mettent au gaz naturel produit à partir de fumier de porc (on ne retire

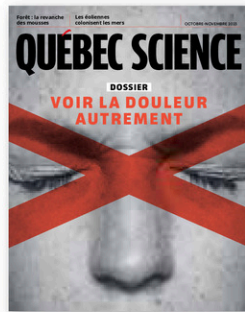
alors rien du sous-sol et on utilise une matière qui émettrait des GES en se décomposant de toute façon), que leurs raffineries fonctionnent grâce aux énergies renouvelables et que leurs réseaux n'aient pas de fuites, leurs activités et leurs produits continueront d'émettre du carbone supplémentaire dans l'atmosphère.

Subventionner les technologies de captage et de séquestration du carbone ne nous mènera pas plus loin. Dans son dernier budget, le gouvernement fédéral a annoncé une enveloppe de 520 millions de dollars sur cinq ans en crédits d'impôt pour l'investissement dans le captage et le stockage du carbone, occasion sur laquelle l'industrie des combustibles fossiles risque de sauter. Le gouvernement cite d'ailleurs les plastiques (majoritairement faits à base de pétrole) et les carburants comme exemples de sous-industries admissibles.

L'idée semble bonne : il s'agit de recueillir le CO₂ produit par une usine et de le stocker dans le sol ou dans un aquifère salin pour rééquilibrer quelque peu le cycle du carbone en dérouté. La portée de ces projets est cependant extrêmement limitée pour le moment, et ces installations n'empêcheront pas l'essence ou le gaz de brûler au bout du compte. Si une entreprise pétrolière ou gazière souhaite améliorer son bilan carbone, qu'elle se lance. Mais l'aider à verdifier ses opérations revient à financer le problème.

En attendant le plan de l'automne 2024, le Canada a déjà annoncé, en juillet dernier, la fin des « subventions inefficaces » dans l'industrie des combustibles fossiles. Sur papier, cela signifie que le soutien gouvernemental au secteur ne doit pas retarder la transition vers les énergies renouvelables ou l'atteinte des objectifs de l'Accord de Paris. Dans les faits, le financement pourra soutenir la « décarbonation » de l'industrie. La Pathways Alliance, qui réunit six entreprises des sables bitumineux canadiens, a d'ailleurs salué l'annonce, alors qu'elle planche sur un projet de captage et de séquestration du carbone de 16,5 milliards de dollars en Alberta. Au vu des profits record de l'industrie en 2022, a-t-elle réellement besoin des deniers publics?

Le Canada s'est fixé des cibles ambitieuses : réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 à 45 % sous les niveaux de 2005 d'ici 2030 et atteindre la carboneutralité pour 2050. Soyons efficaces. ●



Pour ce numéro, nos journalistes vous ont concocté un dossier sur la douleur : on y aborde les façons de la mesurer et de la gérer, avec une attention particulière pour celles et ceux qui la subissent. En couverture, j'ai choisi d'illustrer la douleur chronique, une condition qui en empêche plusieurs de passer au travers du quotidien avec légèreté. La douleur persistante n'est pas accompagnée de cris ou de grimaces ; elle se manifeste plutôt dans un regard las, le frottement d'un membre sensible, une échine courbée ou le ralentissement de la vitesse de marche. Cette réflexion m'a portée à utiliser un plan très serré d'un visage, qui transmet bien l'idée d'une souffrance silencieuse. Le X rouge vif, en plus de capter votre œil, illustre la difficulté de regarder en avant quand la douleur se fait envahissante.

— SOPHIE BENMOUYAL, DIRECTRICE ARTISTIQUE

VOS RÉACTIONS...

... à l'article sur les supernovas, par Nancy Caouette :

« Il y a beaucoup de recherche dans cet article et vous avez présenté le tout sous forme très claire. [...] De tels articles assez poussés sont nécessaires dans une revue scientifique comme *Québec Science*. La recherche fondamentale, ne servant à rien de concret à première vue, est négligée et tellement importante. Comprendre l'univers, l'infiniment grand, nous mène curieusement à l'infiniment petit avec la formation des éléments lourds nécessaires à la vie. Et encore plus, au fond même de la structure de la matière avec les protons se fusionnant aux électrons pour former des étoiles à neutrons. Fascinant. Il y a encore tant à apprendre. Merci énormément. »

— PIERRE ARBOUR

... à notre éditorial sur la climatisation :

« Il va falloir trouver autre chose que la clim pour faire face aux changements climatiques parce qu'elle contribue elle-même à cette situation. Pourquoi ne pas essayer les arbres et la végétation, qui font baisser la température au sol de plusieurs degrés ? »

— SYLVIE LAVOIE

... à notre engagement à ne pas utiliser d'images générées par intelligence artificielle :

« J'applaudis l'éditorial de madame Mélissa Guillemette et la prise de position éthique et courageuse du magazine *Québec Science*. Comme praticien de l'IA, je peux apprécier les prouesses techniques que constituent les grands modèles génératifs à base d'autoattention. Mais, comme citoyen, je m'interroge sur l'éthique de leur déploiement à large échelle... Ce n'est pas parce que quelque chose est techniquement faisable que cette chose est souhaitable et qu'il faut nécessairement la déployer à large échelle. L'intérêt public doit primer !

[...] Comme il est impossible de revenir en arrière, ou de "désinventer" une technologie, la solution devrait être une réglementation pour contrôler les abus, incluant des traités internationaux. Cela dit, la création de lois devrait être plus rapide et plus réactive pour s'accorder au rythme de la technologie. [...] L'IA va changer le monde ! Mais cette grande puissance doit s'accompagner d'une grande prudence. »

— CLAUDE COULOMBE

OCTOBRE-NOVEMBRE 2023

Volume 62, numéro 3

Rédactrice en chef

Mélissa Guillemette

Rédactrice en chef adjointe

Marine Corniou

Journalistes

Raphaëlle Derome, Annie Labrecque

Collaborateurs et collaboratrices

Gabrielle Ancil, Alexandra S. Arbour, Nancy Caouette, Alexandra Gellé, Émilie Folie-Boivin, Joël Leblanc, Émilie Parent-Bouchard, Jean-Patrick Toussaint, Charles Prémont, Karl Rettino-Parazelli, Guillaume Roy, Saturnome

Révisseurs-correctrices

Christine Dumazet, Fleur Neesham

Directrice artistique

Sophie Benmouyal

Photographes/illustrateurs et illustratrices

Martin Côté, Jessica Deeks, Nicole Aline Legault, Martin Patenaude-Monette, Renaud Philippe

Éditeur Jean-François Rheault

Vice-présidente marketing, communications et partenariats

Marie-Hélène Juneau

Comptabilité Mimi Bensaïd

Chargée de projets, communications marketing

Anne-Charlotte Thibault

Conseillère, relations de presse et marketing

Stéphanie Couillard

Directeur de la croissance numérique

Patrice Bray

SERVICE AUX ABONNÉS :

514 521-8356, poste 504,
ou 1 800 567-8356, poste 504
serviceclient@velo.qc.ca

PUBLICITÉ :

Claudine Mailloux
514 909-4601 cmailloux@velo.qc.ca

Impression Solisco

Distribution Messageries Dynamiques
Parution : 5 octobre 2023 (589^e numéro)

Abonnement

Canada, 1 an : 43 \$ + taxes

États-Unis, 1 an : 82 \$

Outre-mer, 1 an : 128 \$

Québec Science est publié par Vélo Québec Éditions.

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

Envoi Poste-Publications Convention n° 40065387.

© Copyright 2023 - *Québec Science*.

Tous droits de reproduction, de traduction
et d'adaptation réservés.

Indexé dans **repère**

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

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



Abonnez-vous

www.quebecscience.qc.ca/
abonnez-vous

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

Un changement d'adresse :
serviceclient@quebecscience.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



ORIGAMI :

bien plus qu'un jeu d'enfant

L'art du pliage japonais est-il en voie de révolutionner
la façon dont nous concevons les matériaux ?

Par Charles Prémont

Les mains de mes enfants dansent, pliant et repliant le papier au rythme de la chorégraphie imposée par la youtubeuse se trouvant de l'autre côté de l'écran. En maniant une simple feuille de papier de manière à en maximiser les propriétés, ils finissent par créer un bricolage à l'apparence d'une grenouille qui, lorsqu'on lui impose une pression du doigt puis qu'on la relâche, saute de quelques millimètres. Victoire!

Sans le savoir, je suis peut-être en train d'assister à l'éclosion de leur carrière... scientifique! Longtemps considéré comme un simple jeu, l'origami, l'art de plier, fait lentement mais sûrement sa place dans les esprits savants du monde entier. Influencés par la nature – une feuille qui se déploie à partir de son bourgeon ou une aile d'insecte qui émerge de sous une carapace –, ils plient toutes sortes de substances : des polymères, des molécules de sucre, du verre ou de la céramique. L'objectif est de leur donner une fonctionnalité mécanique et une flexibilité contrôlable.

Ces scientifiques n'ont rien inventé : l'origami existe depuis au moins le 17^e siècle. Au fur et à mesure que le papier est devenu moins coûteux, on s'est mis à l'utiliser pour concevoir des emballages, des jouets, voire pour offrir des cours de géométrie aux enfants. À partir des années 1950, un pas de plus a été franchi avec l'origami modulaire : il assemble plusieurs pliages pour créer une forme complexe.

Les avantages sont évidents. Des objets de grand volume prennent très peu de place lorsque pliés. L'origami modulaire autorise aussi la reprogrammabilité : une certaine configuration permet une utilisation

particulière; on peut ensuite changer la forme pour en faire un autre usage.

C'est pourquoi l'industrie aérospatiale commence à s'en servir pour déployer des vaisseaux dans l'espace et la robotique s'y intéresse pour créer des machines souples. L'origami a également du potentiel en science biomédicale : de minuscules pliages peuvent être injectés dans les vaisseaux sanguins pour s'ouvrir et relâcher un médicament au bon moment.

Le professeur en ingénierie mécanique de l'Université McGill Damiano Pasini pense que tout cela n'est que la pointe de l'iceberg. « Il y a encore beaucoup à découvrir. Comment va-t-on y arriver? Je crois que c'est en travaillant sur des propriétés que nous souhaitons obtenir. Lorsque ces dernières ne se retrouvent pas dans les concepts existants, il y a un espace pour innover. »

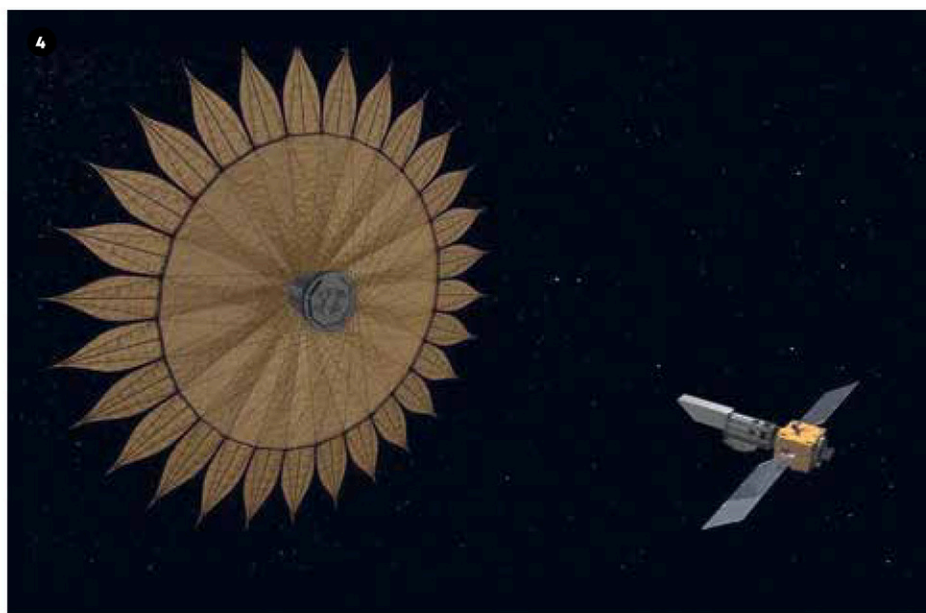
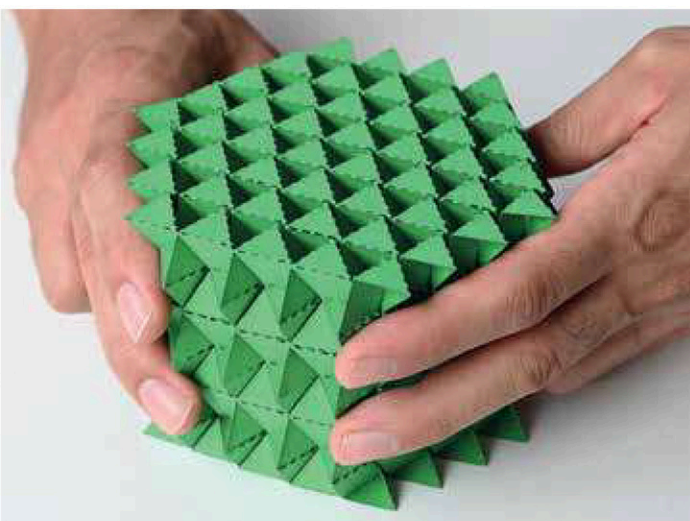
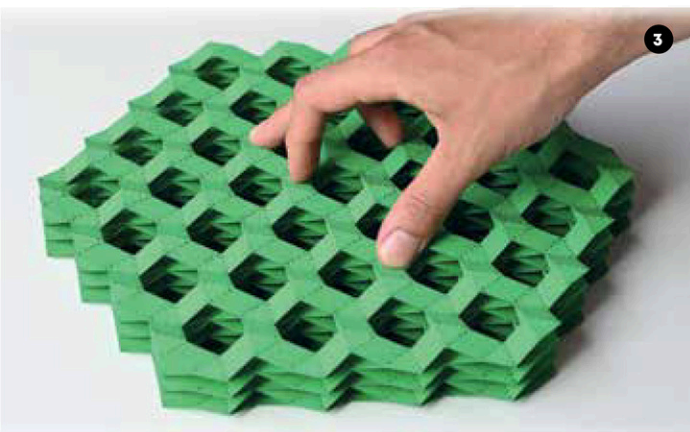
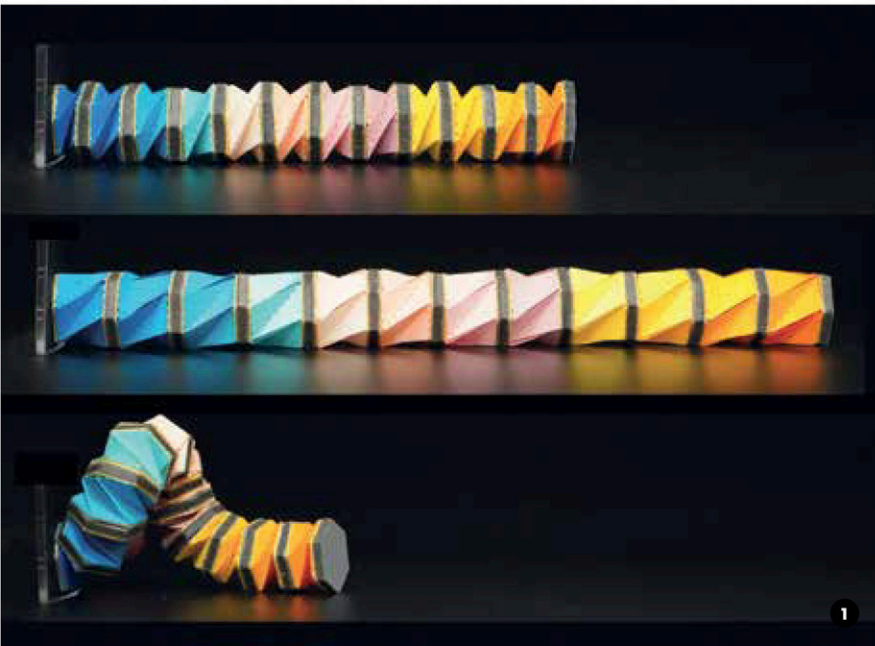
C'est exactement ce qu'il a fait avec son équipe. « Nous voulions créer des origamis qui préservent leur capacité de soutien dans toutes les directions », dit Damiano Pasini. En effet, un des problèmes de l'origami, c'est qu'il nécessite souvent des matériaux souples. Cela mine la capacité des pliages à soutenir des charges diverses, soit parce que le matériel qui les compose est trop mou, soit parce qu'il permet de soutenir un poids dans une direction seulement, ce qui limite leur potentiel structurel.

L'équipe est parvenue à son objectif grâce à la technique du kirigami, ou l'art du découpage. En pratiquant un trou au centre d'un polygone à plier, on libère celui-ci de différentes contraintes. On peut utiliser cet espace pour reconfigurer la forme et autoriser certains panneaux à entrer en contact et à se « verrouiller ». Il est ensuite possible de combiner ces polygones pour

concevoir des métamatériaux pouvant s'aplatir comme des crêpes ou prendre différents volumes en conservant leur capacité de support dans toutes les directions. On pourrait ainsi créer des submersibles pouvant se transformer sous l'eau sans s'écraser sous la pression, par exemple.

Pour le professeur Pasini, on trouve encore trop peu de cours d'origami dans les écoles d'ingénierie. Même constat à la chaîne de montage. Pourtant, créer un objet plat qui se déploierait une fois entre les mains de la clientèle faciliterait son transport et aiderait à réduire son coût de production, voire son empreinte écologique. Au-delà des grenouilles sauteuses et du simple jeu d'enfant, il y a tout un monde à explorer! ●

1 Un groupe de recherche américain a mis au point ce bras robotisé capable de s'étirer, de fléchir dans plusieurs directions et d'exécuter des torsions. **2** Ces deux structures imaginées par une équipe de l'Université Harvard sont faites d'un matériau rigide pour les faces et d'une matière souple pour les charnières. La première peut se plier pour adopter une autre forme, tandis que la seconde ne peut que se compresser légèrement, comme une éponge. **3** L'équipe de Damiano Pasini a conçu cette structure combinant l'origami et le kirigami. Elle peut se stabiliser sous quatre formes, dont ces trois-ci. **4** Vue d'artiste d'un concept de pare-soleil du Jet Propulsion Laboratory. Il pourrait se déplier une fois dans l'espace pour bloquer la lumière d'une étoile et ainsi faciliter l'observation des planètes alentour. **5** Cet abri présenté en 2021 dans *Nature* a été développé par le professeur de Polytechnique Montréal David Mélançon pendant son doctorat à l'Université Harvard. La structure de 2,5 m de haut pourrait être facilement déployée puis démontée en zone de crise par simple pression d'air.



La forêt canadienne, grande émettrice de CO₂

En 2023, les feux de forêt auraient émis plus d'un milliard de tonnes de CO₂ au pays. La forêt canadienne peut-elle encore être notre alliée dans la lutte contre les changements climatiques ?

Par Charles Prémont



Un feu qui faisait rage en juin 2023 au nord de la communauté atikamekw d'Opitciwan

Lors d'une conférence de presse tenue en août dernier, Michael Norton, directeur général du Centre de foresterie du Nord de Ressources naturelles Canada, présentait un tableau comparant l'étendue des incendies de forêt des dernières années. Pour la troisième fois depuis le début de l'été, il avait dû allonger l'axe des ordonnées pour y inclure l'année en cours... À cette date, c'était déjà près de 4 % de la forêt canadienne qui avait été ravagée. À la mi-septembre, le bilan frôlait les 5 %.

Si les arbres ont la capacité de capter et de stocker du carbone, ils le relâchent lorsqu'ils sont brûlés ou qu'ils se décomposent. Depuis des années, les perturbations naturelles et anthropiques ont fait de la forêt canadienne une source émettrice de gaz à effet de serre (GES). L'été 2023 aura été celui de tous les records en matière de feux.

Sur la côte Ouest, les feux ont touché le projet de compensation carbone BigCoast Forest Climate Initiative,

brûlant près de 100 hectares (sur 40 000) de sa plantation, d'après *Bloomberg News*. Au Québec, l'organisme Carbone boréal reportait que deux incendies avaient affecté des plantations faisant respectivement 15,5 et 57 hectares.

Si ces incendies sont évidemment dramatiques, les dommages subis par ces deux projets sont relativement faibles. Chez Carbone boréal, les flammes ont attaqué des zones dites tampons, soit des plantations supplémentaires créées justement pour amenuiser le risque que des perturbations naturelles entraîne la perte du carbone que l'on a promis de capter. Ces zones seront regarnies lors d'un prochain reboisement, en 2024.

Claude Villeneuve, directeur de la Chaire en écoconseil de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), à laquelle est associé Carbone boréal, tentera de tirer des données scientifiques de ces événements. « La chance dans notre malchance, c'est qu'en 2021, on avait

mesuré tout le carbone [capté par ces plantations]. On va donc pouvoir mesurer exactement combien de CO₂ a été relâché à partir de l'événement qui s'est produit. »

Le carbone capté ne s'envole toutefois pas nécessairement en fumée. Dans les zones où les incendies ont été de moindre intensité, du bois peut être récupéré pour fabriquer certains produits, ce qui permet d'épargner d'autres arbres encore bien vivants. Le charbon au sol, qui ne se décompose pas, fait aussi figure de carbone séquestré. Carbone boréal pourra également étudier la régénération de ces zones avec et sans aménagement pour mieux comprendre la capacité de la forêt à se remettre de tels événements.

Une science qui gagne en importance au fur et à mesure que les feux se font plus fréquents. « Plusieurs modèles prédisent que l'on aura une forêt plus ouverte, explique Alison Munson, professeure à la Faculté de foresterie,



de géographie et de géomatique de l'Université Laval. La capacité d'une aire à soutenir des arbres sera moins grande, on y retrouvera plus d'arbustes et moins de canopées. »

Une mauvaise nouvelle pour la foresterie, pour qui des massifs denses signifient plus de rentabilité. Si les façons de faire de l'industrie peuvent être critiquées, le bois demeure un matériau qui séquestre du carbone, en plus de pouvoir remplacer avantageusement des produits du pétrole, du béton et de l'acier, dont la production génère énormément de GES. Aussi, pour utiliser pleinement le potentiel de lutte contre les changements climatiques de la forêt, faudrait-il qu'elle s'adapte. « Il faut penser à se concentrer sur de plus petits territoires, que l'on récolte de manière plus intensive et plus près des scieries », indique Alison Munson.

La professeure croit également que l'industrie devra se concentrer davantage sur la récupération de bois après perturbation dans les années à venir. De qualité moindre, ce bois demeure pertinent pour de nombreux usages. Sa collecte permettrait de réserver les arbres non touchés par les feux pour des produits de longue durée, comme le bois d'ingénierie.

Selon les données colligées par Jean-François Boucher, professeur en écoconseil à l'UQAC, la forêt mondiale emmagasine en moyenne 11,4 gigatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone chaque année. À son avis, ce potentiel pourrait doubler, malgré les feux. « C'est le seul puits de carbone que l'on peut gérer, souligne-t-il. On peut l'accroître en augmentant les superficies boisées, mais aussi grâce à des aménagements cohérents avec l'absorption de carbone. »

Mais pour y arriver, il y a encore loin de la coupe aux lèvres. La volonté politique ne semble pas évoluer au rythme des conclusions des spécialistes. *Québec Science* a demandé aux gouvernements provincial et fédéral s'ils avaient des plans pour compenser les immenses émissions de carbone provoquées par ces incendies. D'un côté comme de l'autre, on a répondu par la négative, même si l'on soutient vouloir procéder à des aménagements pour s'adapter à la nouvelle réalité. ●

Des pirates à l'hôpital

Thérèse, 54 ans, sent une petite masse dans son cou. Elle en glisse un mot à son médecin de famille. Ce dernier l'examine et collige ses observations dans son dossier médical électronique (DME). En quelques clics, il demande une échographie et prescrit des bilans sanguins.

Catastrophe... On découvre que Thérèse est atteinte d'un cancer de la thyroïde. Elle est prise en charge par une équipe multidisciplinaire qui consultera son DME et le bonifiera : infirmiers et infirmières, nutritionniste, psychologue, endocrinologue, radio-oncologue, chirurgien ou chirurgienne, oto-rhino-laryngologiste, radiologue, orthophoniste et j'en passe. Ses données de santé seront également consultées par un groupe de recherche à des fins d'amélioration de la qualité des soins reçus.

Un malheur n'arrivant jamais seul, la patiente reçoit quelque temps plus tard une lettre l'informant que ses données médicales personnelles sont tombées entre les mains de pirates informatiques originaires de l'Inde. Ces informations, pourtant confidentielles, pourraient être utilisées par les pirates ou vendues à des tiers, sans oublier le risque de vol d'identité. La voilà bien préoccupée...

Et elle n'est pas seule. Un récent sondage mené aux États-Unis révèle que près de 95 % des patients et patientes s'inquiètent d'une violation ou d'une fuite de leurs données médicales personnelles.

De notre côté de la frontière, il n'y a pas de quoi être rassuré. S'il est clair que votre médecin a l'obligation déontologique et légale de protéger la confidentialité de vos renseignements personnels, il ne peut porter l'opprobre si, une fois stockées dans le nuage, ces informations tombent entre de mauvaises mains. Et le réseau de la santé au Québec – qui fonctionne encore parfois avec des télécopieurs, des notes manuscrites sur du papier carbone et des téléavertisseurs – est mal protégé. La preuve : il est de plus en plus victime de cyberattaques, qui occasionnent

des fuites de données, mais aussi des perturbations des systèmes informatiques des hôpitaux, qui doivent être déconnectés d'Internet le temps de sécuriser les réseaux.

Si vos données personnelles valent un pesant d'or pour les pirates, leur accès en ligne est encore plus précieux pour le personnel soignant ! Dans le cas de Thérèse, il a permis d'envoyer des demandes d'examen plus rapidement et de mieux coordonner ses soins médicaux. Les bases de données qui peuvent être générées par les DME donnent aussi un coup de pouce aux chercheurs et chercheuses. Limiter farouchement l'accès aux données de santé pourrait donc nuire aux soins des malades au quotidien, mais aussi à l'innovation scientifique à plus grande échelle.

Il faut donc trouver l'équilibre entre accessibilité des informations et protection de la vie privée. C'est ce que tente de faire le gouvernement du Québec, qui a présenté une nouvelle loi au printemps 2023 pour encadrer la protection des renseignements de santé et créer un dossier électronique plus complet. On tente peut-être de nous faire oublier que la fonction publique a beaucoup de retard dans le déploiement de systèmes informatiques modernes... Depuis trop longtemps, on nous donne l'excuse de la protection des données, alors qu'il s'agit plutôt à mon avis d'un problème de volonté politique.

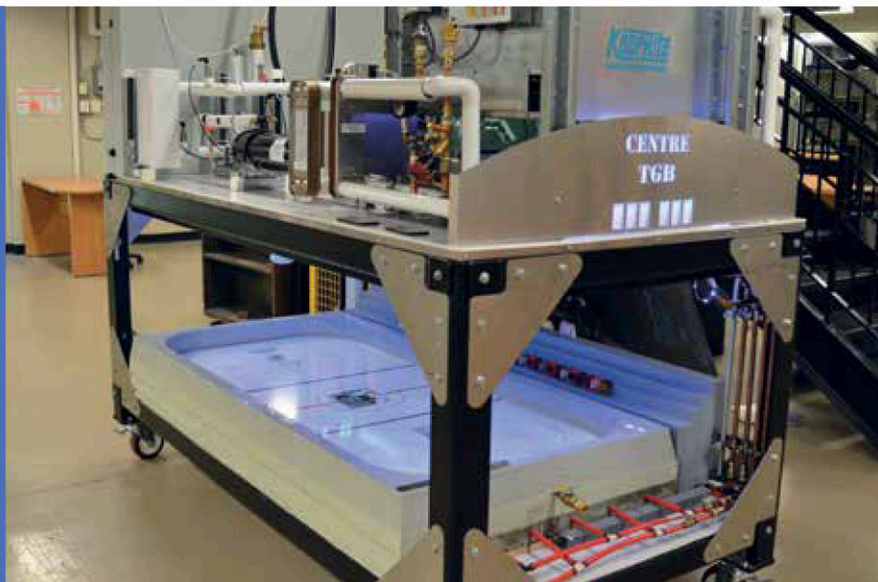
Il y a longtemps que le Québec aurait dû et pu se doter d'un dossier électronique digne de ce nom. Actuellement, tout est fragmenté : il y a le Dossier santé Québec, qui comprend les tests sanguins, les imageries, les médicaments, et il y a les DME propres à chaque établissement. Pour avoir le tableau complet, il faut grappiller les informations à droite et à gauche, ce qui constitue une perte de temps immense.

Vivement une nouvelle mouture du dossier électronique qui soit impénétrable pour les pirates, mais aisée à consulter pour vous et le personnel soignant. ●

Une patinoire miniature au cégep de Jonquière

Le cégep de Jonquière a fabriqué une patinoire pédagogique de format réduit pour permettre aux étudiants et étudiantes en génie du bâtiment de tester et d'améliorer ses systèmes.

Par Guillaume Roy



Elle ne fait que deux mètres carrés, mais on retrouve toutes les plus récentes technologies de réfrigération dans la patinoire miniature du cégep de Jonquière, qui pèse tout de même près de deux tonnes.

Un gaz réfrigérant circule dans les tuyaux de plastique insérés directement dans la base de béton de la patinoire pour refroidir la surface jusqu'à -7°C . À cette température, il est possible d'ajouter de l'eau pour produire rapidement de la glace. « On peut faire une glace en près de huit heures », explique Robert Poirier, directeur du Centre de production automatisée, le Centre collégial de transfert technologique du Cégep de Jonquière.

Très prochainement, le cégep commencera à utiliser un fluide frigorigène de quatrième génération, le R1234ze, une hydrofluoroléfine qui a une empreinte carbone 200 fois plus faible que les substances traditionnelles.

Il est aussi possible de chauffer le produit réfrigérant pour faire fondre la glace, ou encore pour chauffer les gradins. « On a même installé des ampoules pour simuler l'effet de chaleur créé par la foule », dit Robert Poirier.

Au-dessus de la patinoire miniature se trouvent les autres éléments du système de réfrigération, comme le compresseur, l'évaporateur, la boîte électrique, et les systèmes de régulation qui permettent de faire une boucle de refroidissement. « Dans le projet, on recrée exactement les conditions d'une glace moderne et réelle en aréna avec la dernière technologie en place », souligne André Belley, enseignant en génie du bâtiment.

FAIT MAISON

C'est pour se doter d'un équipement pédagogique à la fine pointe de la technologie que le cégep de Jonquière a investi plus de 200 000 \$ dans ce projet. Une aubaine ! « Ce type d'équipement est hors de prix sur le marché et il n'aurait pas été adapté à nos besoins, alors nous avons décidé de le faire nous-mêmes avec notre équipe de professionnels », explique Robert Poirier, fier de cette expertise interne qui a permis de construire un système miniaturisé complet tout en conservant les bonnes dimensions des équipements.

Une trentaine de membres du corps professionnel du cégep ont consacré

plus de 1000 heures au projet, en plus de l'aide professionnelle externe, évaluée à près de 500 heures.

Des jeunes ont aussi participé à des étapes de la construction, qui s'est terminée en avril dernier, mais c'est à partir de l'automne 2023, après deux ans de travail, que cet équipement pédagogique avant-gardiste prendra tout son sens. C'est à partir de ce moment que les étudiants et étudiantes en génie du bâtiment commenceront à utiliser la patinoire, et ce, tout au long de leur parcours collégial, pour apprendre le fonctionnement et la gestion des systèmes de réfrigération, puis réaliser des expériences pour tenter d'économiser de l'énergie. Planification, entretien, plomberie, chauffage et économie d'énergie feront partie des notions enseignées avec cet équipement.

« Ça rend l'enseignement plus facile et plus dynamique », estime Maxime Blackburn, enseignant en génie du bâtiment, qui souhaite réaliser des projets avec d'autres programmes du cégep, par exemple le génie électrique ou mécanique, pour améliorer les patinoires de demain. ●

Conception immaculée

Par Alexandra Gellé



Des naissances virginales sont maintenant possibles chez des mouches à fruits autrement incapables de se reproduire sans partenaire. Pas d'intervention divine ici, mais plutôt celle d'une biologiste du développement originaire de la nation nuxalk en Colombie-Britannique, Alexis Sperling.

Avec des collègues des États-Unis et du Royaume-Uni, elle a identifié les gènes qui permettent à une espèce de drosophiles de recourir naturellement à la parthénogenèse, un mode de reproduction asexuée. Les scientifiques ont ensuite génétiquement modifié des femelles *Drosophila melanogaster* qui se reproduisent habituellement avec un mâle.

« Il était palpitant de voir une mouche vierge produire un embryon, capable de se développer jusqu'à l'âge adulte, puis de répéter le processus », raconte Alexis Sperling, elle-même initialement étonnée que cette caractéristique soit héréditaire. Les progénitures ont un bagage génétique semblable à celui de leur mère.

L'intérêt pour une telle manipulation génétique a fécondé l'esprit d'Alexis Sperling alors qu'elle gardait des mantes religieuses pour un collègue. Elle a alors assisté à ses premières naissances virginales, qui sont naturelles chez cette espèce.

Six ans et 220 000 mouches plus tard, la biologiste et ses collègues rapportaient la première parthénogenèse scientifiquement conçue dans *Current Biology*. Bien qu'observé à l'occasion chez des insectes et des reptiles lorsque des femelles sont isolées, ce phénomène de reproduction asexuée avait été peu étudié.

Il suscite pourtant des inquiétudes dans le milieu agricole, d'où l'intérêt d'investiguer. Alexis Sperling souligne que ce mode de reproduction pourrait avoir des conséquences dévastatrices pour les cultures, considérant que certains insecticides ciblent exclusivement les mâles. Ces vierges sont loin d'enfanter des sauveurs...

La mouche à fruits était l'organisme parfait pour des essais sur la parthénogenèse, car les scientifiques l'étudient de près depuis plus de 100 ans, commente Vincent Archambault, professeur à la Faculté de médecine de l'Université de Montréal. « Bien qu'elles soient très différentes des humains à l'échelle macroscopique, les mouches drosophiles ont de nombreux gènes et mécanismes biologiques semblables à ceux des mammifères. Cela en fait un modèle d'étude privilégié et puissant pour comprendre les principes biologiques, incluant le développement, la reproduction et l'immunologie. »

Le professeur ajoute que les travaux auraient été plus laborieux et coûteux avec un animal ayant un cycle de reproduction plus long. ●

Gabrielle Anctil  @ganctil

TECHNOPOP



L'âge beige

La technologie, c'est pour les jeunes ? Plus maintenant. Loin de correspondre au stéréotype de la personne âgée incapable d'utiliser ses appareils, les sexagénaires actuels ont manipulé cellulaires, ordinateurs et tablettes pendant leur vie adulte, et maîtrisent les assistants vocaux et l'art du texto.

Avec le vieillissement de la population – d'ici 2031, 25 % de la population de la province devrait avoir plus de 65 ans, selon l'Institut national de santé publique du Québec –, la demande pour des technologies adaptées aux besoins des personnes âgées sera de plus en plus forte.

Un problème persiste cependant : la technologie est rarement conçue pour la population vieillissante. Un sondage mené en 2022 par l'AARP, une association de personnes retraitées des États-Unis, montrait du doigt l'éléphant dans la pièce, affirmant que « non seulement les personnes âgées augmentent leurs dépenses en technologie, mais elles en achèteraient encore plus si les appareils étaient adaptés à leurs besoins ». Le marché est là – qui répondra à la demande ?

Il existe des technologies conçues pour les gens de l'âge d'or, mais ces produits sont « souvent peu inspirants – gros, beiges et ennuyeux », écrivait en 2019 le directeur du AgeLab au Massachusetts Institute of Technology, Joseph Coughlin. La Silicon Valley est par ailleurs notoirement âgiste – le patron de Facebook, Mark Zuckerberg, avait par exemple déclaré en 2007 que « les jeunes sont plus intelligents ». Ceci explique-t-il cela ?

Il faudra aller bien plus loin que les gros boutons et les détecteurs de chutes. Commençons par défaire le mythe de la personne âgée passive et affaiblie. Saviez-vous que les entrepreneurs et entrepreneuses de plus de 50 ans ont deux fois plus de succès que leurs homologues trentenaires ? (Prends ça, Zuck !) Et si c'étaient les personnes âgées elles-mêmes qui concevaient les outils qui leur permettraient de mieux vieillir ? Peut-être les produits ainsi imaginés ne seraient-ils pas seulement offerts dans une gamme de beige...

On a vu ces dernières années un intérêt grandissant pour l'« AgeTech » – la technologie de l'âge d'or – de la part des gouvernements et des investisseurs. L'un des objectifs de cette filière est de permettre aux futures personnes âgées de rester chez elles le plus longtemps possible, un besoin exacerbé par la pandémie. L'année 2022 a d'ailleurs vu la création du fonds d'investissement montréalais AgeTech Capital.

Reste à voir quelle sera la couleur des produits issus de ces investissements. ●

à Rester à l'écoute

Les prothèses auditives coûtent cher.

Des appareils en vente libre,

plus économiques, sont maintenant

autorisés aux États-Unis.

Une solution à imiter?

Par Raphaëlle Derome

ILLUSTRATION : MARTIN CÔTÉ



LA perte d'audition n'est pas qu'une affaire de vieillissement : de nombreux adultes de tous âges présentent des pertes auditives, selon une enquête de Statistique Canada compilant les tests audiométriques de 4000 personnes.

Outre le vieillissement de l'oreille, la perte auditive peut être causée par l'exposition au bruit, un trauma, certaines maladies (diabète, hypertension, maladies cardiovasculaires) ou la prise de médicaments ototoxiques.

Pourtant, seulement 20 % des gens qui pourraient bénéficier d'une aide auditive en portent une, notamment en raison du coût élevé de ces appareils – de 3000 \$ à 8000 \$ la paire.

Il y a tout juste un an, la Food and Drug Administration, qui réglemente les médicaments et les appareils médicaux aux États-Unis, autorisait une nouvelle catégorie de prothèses auditives, dites « en vente libre ». Vendues en magasin ou sur Internet, sans examen médical ni évaluation audiologique, elles coûtent entre 400 \$ et 2000 \$.

Cette décision, attendue depuis longtemps par les organismes de défense des droits des personnes malentendantes, vise à améliorer l'accessibilité des appareils auditifs. Les audiologistes d'ici réclament une réglementation similaire. Nous en avons discuté avec le clinicien Ronald Choquette, professeur d'audiologie à l'Université de Montréal.

Québec Science Pourquoi serait-il souhaitable d'offrir des prothèses auditives en vente libre chez nous ? Ces appareils ne sont-ils pas déjà couverts par la Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ) ?

Ronald Choquette Pas pour tout le monde. Il faut respecter un critère préétabli de surdité. Il arrive que des patients tombent dans les craques : ils ont une surdité assez prononcée pour leur causer des difficultés, mais comme ils ne répondent pas aux critères, ils doivent payer de leur poche. Pour une personne âgée qui vit sur une pension de 20 000 \$ par année, un appareil à 2000 \$ représente 10 % de son revenu ! Et le programme de la RAMQ rembourse seulement un appareil, alors qu'on a deux oreilles. [Les personnes qui travaillent, qui sont aux études ou qui ont moins de 18 ans ont cependant droit à deux appareils.]

QS Aux États-Unis, les appareils auditifs dits « en vente libre » doivent respecter certaines caractéristiques. Lesquelles ?

RC Ils sont réservés aux personnes de 18 ans et plus dont la perte auditive perçue est légère ou modérée. [Il existe cinq stades de surdité : légère, modérée, modérée à sévère, sévère et profonde.] La puissance

Une perte auditive de 25 dB (qui correspond à une surdité légère) triple le risque de faire une chute.

Source : JAMA Internal Medicine (2012)

maximale, c'est-à-dire le volume des appareils, est limitée ; il y a ainsi peu de risques d'endommager l'ouïe. Par contre, pour quelqu'un qui a une perte auditive modérée à sévère ou plus, ces appareils ne seront pas assez puissants.

QS Dans ce contexte de vente libre, les gens risquent-ils de se retrouver avec des appareils mal adaptés à leur situation ?

RC C'est une possibilité, car l'examen audiologique devient optionnel. Une personne pourrait se procurer un appareil inutilement, alors qu'elle n'a qu'un bouchon de cire qui gêne son audition. Plus inquiétant encore, une tumeur au nerf auditif pourrait passer inaperçue. Mais il y a habituellement d'autres symptômes présents en plus de la perte auditive, donc on considère que les bénéfices de ces aides surpassent les risques. C'est un peu comme quelqu'un qui achèterait des lunettes de lecture vendues en pharmacie : la personne pourrait en réalité souffrir de cataracte et non de presbytie.

Mais on juge qu'il vaut mieux élargir l'accès à tout le monde.

QS Voyez-vous d'autres risques à ces prothèses en vente libre ?

RC Quand les gens choisissent un appareil, ils optent souvent pour celui dont l'écoute est la plus confortable [en nombre de décibels], ce qui ne sera pas forcément le bon choix à long terme. Après quatre à six semaines d'utilisation, une fois que le cerveau s'est habitué à l'appareil, le niveau d'amplification sonore peut devenir insuffisant. La personne pourrait alors conclure à tort que les prothèses auditives sont inutiles. C'est pour ça qu'il est préférable de consulter un professionnel pour se faire conseiller. Il pourrait être nécessaire de reprogrammer l'appareil pour augmenter graduellement l'amplification.

QS L'autorisation américaine des appareils en vente libre a-t-elle déjà un effet au Canada ?

RC Ce qui se passe aux États-Unis finit toujours par affecter le Canada. Des patients m'arrivent déjà avec des appareils qu'ils ont achetés en Floride. Et il y a une panoplie d'appareils disponibles sur Internet. Certains

sont intéressants, alors que d'autres sont de piètre qualité. Comme professionnels, nous sommes perdus dans tout ça. Si on ne réglemente pas ce marché, ce sera le *free-for-all*.

QS Selon l'Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec, 80% des gens qui pourraient bénéficier d'une aide auditive n'en portent pas. Est-ce seulement en raison du coût élevé ou des critères trop restrictifs de la RAMQ ?

RC Il y a aussi la stigmatisation sociale. Malheureusement, dans l'esprit populaire, la surdité est associée à la vieillesse. Quand je dis à une personne de 45 ans qu'elle aurait besoin de prothèses auditives, c'est comme si je venais de lui annoncer qu'elle a 70 ans.

Comme la surdité se développe graduellement, les gens nient longtemps le problème... Entre le moment où la personne note qu'elle a un problème d'audition et le moment où elle va consulter, il s'écoule en moyenne de 7 à 10 ans.

QS C'est énorme !

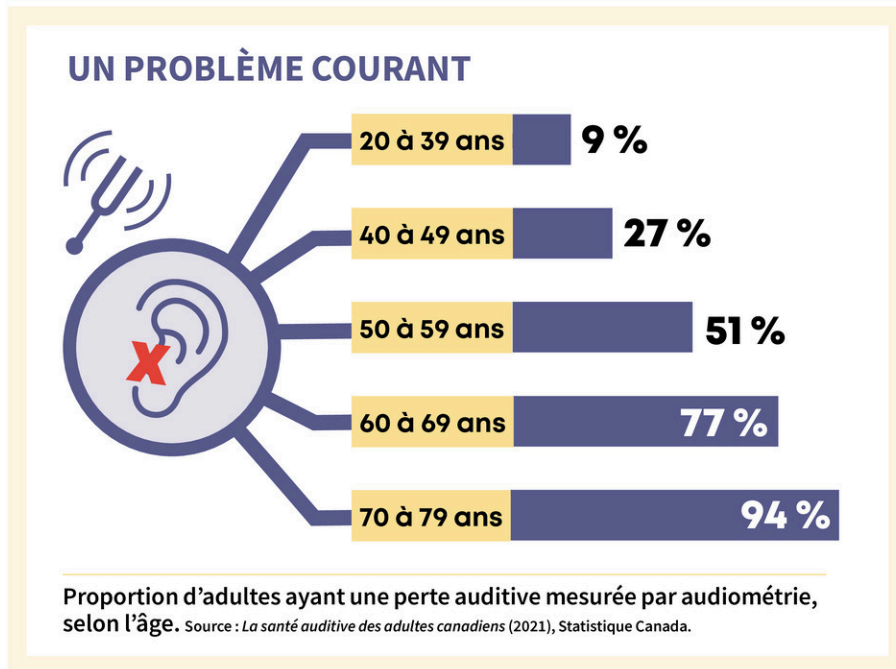
RC Oui, la personne prétend d'abord que c'est la faute des autres, qui « n'articulent pas assez quand ils parlent ». Elle ne s'aperçoit pas qu'elle met le volume de sa télé beaucoup plus fort que cinq ans auparavant... C'est souvent l'entourage qui commence à se plaindre, fatigué d'avoir à toujours répéter pour se faire comprendre.

QS Quels sont les risques pour les individus qui vivent ainsi dans le déni ou pour ceux qui n'ont pas les moyens de se procurer un appareil ?

RC La perte d'audition nuit à la communication et accroît le risque de souffrir de solitude et d'isolement social. Ce serait aussi une des principales causes évitables de démence, car le cerveau est moins stimulé. Les problèmes auditifs sont aussi associés à des chutes plus fréquentes.

QS Qu'est-ce qui explique cela ?

RC D'abord, bien entendre les sons aide à s'orienter dans l'espace. Ensuite, une personne atteinte d'une perte auditive doit se concentrer beaucoup plus pour entendre la parole et les autres sons, ce qui crée une surcharge cognitive dans le cerveau. Il y a moins de ressources



mentales disponibles, ce qui compromet la capacité à demeurer en équilibre. Enfin, certaines pathologies ou le simple vieillissement affectent à la fois l'équilibre et l'audition.

QS Certaines personnes n'aiment pas leurs prothèses, même si elles ont été calibrées par un professionnel.

RC Les prothèses ne sont pas parfaites. Mais il existe d'autres technologies qu'on peut utiliser dans certaines situations. Par exemple, dans un restaurant bruyant, notre interlocuteur peut attacher un micro externe sur sa chemise. Il transmettra le son directement à la prothèse auditive. Ça facilite beaucoup le suivi de la conversation. Il existe aussi des émetteurs spécialisés pour regarder la télé sans avoir besoin de monter le volume.

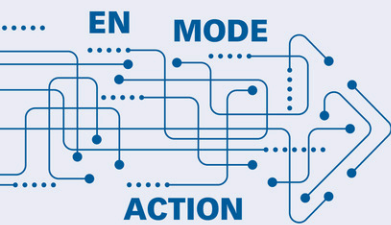
QS Les technologies d'aide à l'audition sont-elles les seules approches existantes pour aider les personnes aux prises avec une perte auditive ?

RC Pas du tout ! La réadaptation audiolgique chez l'adulte peut prendre plusieurs formes. On enseigne notamment des stratégies de communication – à la personne et à son entourage –, comme se parler en face au lieu de crier depuis une autre pièce. On peut aussi enseigner la lecture labiale ou recommander un réaménagement du lieu de travail.

La base de tout, c'est de faire une bonne évaluation des besoins de la personne et de son style de vie. Elle ne retrouvera jamais l'audition perdue, car on ne peut pas ressusciter les cellules ciliées de l'oreille interne, mais on peut l'aider à gérer son incapacité pour mieux vivre au quotidien.

QS On estime que 4 à 6 bébés sur 1000 naissent avec une déficience auditive. Il aura néanmoins fallu plus de 10 ans pour déployer le Programme québécois de dépistage de la surdité chez les nouveau-nés dans toute la province ; cela devrait être fait à la fin de 2023, nous a indiqué une porte-parole du ministère de la Santé et des Services sociaux. En quoi consiste ce dépistage et qu'est-ce que cela vient changer ?

RC Chez 90 % des bébés qui naissent avec une surdité, les deux parents sont entendants ; on ne soupçonnera donc pas d'emblée qu'ils sont à risque. Le test consiste à placer dans l'oreille du bébé un petit écouteur qui émet des sons. Si toutes les structures de l'oreille fonctionnent bien, l'oreille retourne un écho. C'est rapide, sans douleur et sans risque pour le bébé. Le dépistage permettra d'intervenir plus tôt auprès des familles, car une surdité non détectée affecte l'acquisition du langage, la socialisation et le développement général de l'enfant. ●



Barrer la route aux métastases

Les centres financés par le FRQ-S sont des catalyseurs de recherche de pointe, des lieux de formation aux études supérieures et des plateformes de transfert des connaissances et des technologies vers les services de santé.



La chercheuse Sonia del Rincon tente de court-circuiter la multiplication des cellules cancéreuses dans son laboratoire de l'Institut Lady Davis de l'Hôpital général juif. Ses ennemis jurés sont le mélanome, la forme la plus létale de cancer de la peau, et le cancer du sein.

C'est un peu la fatalité qui a mis Sonia del Rincon sur la piste du cancer. Alors qu'elle commence son doctorat, des membres de sa famille reçoivent un diagnostic de cancer du sein et de l'utérus. Au fil de ses travaux, elle développe un intérêt pour les métastases, ces cellules cancéreuses qui migrent vers d'autres organes et qui annoncent le plus souvent le début de la fin.

Pour certains cas avancés, l'immunothérapie, qui utilise les forces du système immunitaire du patient ou de la patiente pour lutter contre la maladie, a heureusement changé la donne. Elle a toutefois ses limites : avec le temps, une certaine résistance s'installe, et les cellules métastatiques peuvent déjouer les cellules immunitaires.

L'équipe de Sonia del Rincon s'intéresse justement à des molécules produites en quantité anormale par les cellules tumorales et qui les aident à échapper à la vigilance des sentinelles immunitaires. Leur nom : les kinases MNK1 et 2.

Dans le mélanome et le cancer du sein, de nombreux gènes ont muté, et on observe une suractivation des kinases MNK1 et 2, précise la chercheuse. Cette surexpression de MNK1 et 2 est notamment associée à la production de protéines qui « alimentent » la prolifération des cellules cancéreuses et leur propagation.

Peut-on faire taire MNK1 et 2, pour maintenir l'efficacité de l'immunothérapie ? C'est l'objectif des travaux réalisés dans le laboratoire de Sonia del Rincon depuis 2018. Chez les souris, les résultats sont encourageants. Celles à qui on administre des traitements inhibiteurs de kinases voient leur tumeur

grossir moins rapidement et leur espérance de vie augmenter. En d'autres mots, les cellules immunitaires, en particulier les lymphocytes T cytotoxiques, véritables patrouilleurs d'infections et du cancer, stimulées par l'immunothérapie, peuvent reprendre leur travail plus efficacement.

VERS LA SUITE

Si les études précliniques laissent espérer des résultats chez l'humain, on est encore loin de la recette miracle, souligne la scientifique, qui collabore avec plusieurs spécialistes de l'Hôpital général juif en plus d'enseigner à l'Université McGill. « Tous les chercheurs veulent quelque chose de curatif », dit-elle, soulignant que l'immunothérapie a permis de rallonger la vie des personnes atteintes d'un mélanome métastatique, sans les guérir.

Les travaux autour de MNK1 et 2 se poursuivront au cours des prochaines années, trois étudiants aux cycles supérieurs supervisés par Sonia del Rincon ayant reçu des financements du Fonds de recherche du Québec – Santé. « On va établir des collaborations avec des chercheurs de l'Université de la Floride et du Texas qui font des recherches cliniques. On espère un jour combiner les inhibiteurs de MNK1 et 2 et l'immunothérapie chez des patients présélectionnés pour le mélanome uvéal, par exemple. »

Les membres de la famille de la chercheuse ont heureusement survécu à leur cancer. Elle poursuit le travail pour tous les autres. ●

Chaque année, 9000 Canadiens et Canadiennes reçoivent un diagnostic de mélanome.

Le stade quatre du cancer du sein correspond à l'apparition de métastases, c'est-à-dire à la propagation de la maladie ailleurs dans le corps.

LE DU MAL SIÈCLE

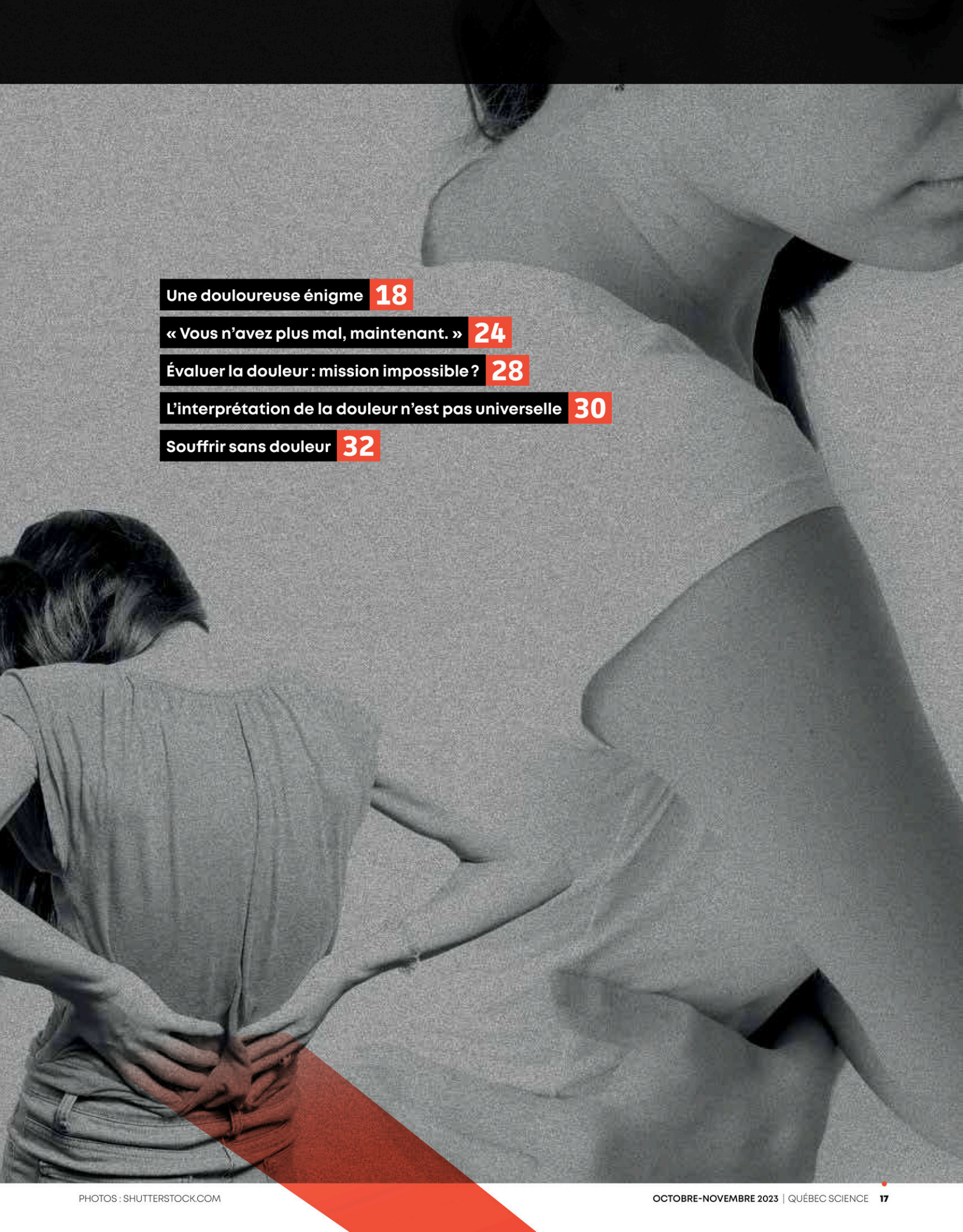
Tout le monde connaît la douleur

(ou presque, voir la page 32!). Si l'on choisit de s'en infliger certaines – de la séance de gym très intense jusqu'au tatouage –, la majorité des douleurs ne sont absolument pas désirées.

Elles peuvent miner la vie, la rendre grise pour un jour, un mois, une vie.

Notre équipe est allée à la rencontre

de scientifiques d'ici et d'ailleurs qui tentent d'élucider les questions les plus brûlantes sur la douleur, dans l'espoir de mieux la traiter.



Une douloureuse énigme **18**

« Vous n'avez plus mal, maintenant. » **24**

Évaluer la douleur : mission impossible ? **28**

L'interprétation de la douleur n'est pas universelle **30**

Souffrir sans douleur **32**

UNE DOULOUREUSE ÉNIGME

Les scientifiques comprennent de mieux en mieux la douleur chronique,

mais la médecine dispose encore de bien peu de remèdes pour la soulager.

Une chose est sûre : elle est bien réelle.

Par Raphaëlle Derome

Dans le bureau lumineux et fraîchement rénové de Jeffrey Mogil trône un petit four à micro-ondes, duquel le professeur sort son café. « Si cette tasse était trop chaude et que je me brûlais en la touchant, je peux très bien vous expliquer ce qui se produirait d'un point de vue anatomique », dit le spécialiste de la douleur à l'Université McGill, avant de prendre une gorgée pour me faire son cours de douleur 101.

Voyons un peu. « Notre corps est doté de nerfs spécialisés qui se terminent près de la surface de la peau. Il y en a aussi dans nos articulations, nos muscles et nos organes », énumère le professeur. Ces nerfs, appelés « nocicepteurs », détectent différents types de stimuli douloureux : la force mécanique, la chaleur, le froid ou certaines substances chimiques,

comme le piquant de la moutarde, ou celles sécrétées par notre corps lors de l'inflammation.

Lorsqu'ils sont activés, ces nerfs alertent la moelle épinière, puis le cerveau, qui perçoit la douleur. « Tout ça, on le comprend bien. Maintenant, pourquoi avez-vous mal au dos ? Je n'en ai aucune idée ! » s'exclame mi-fataliste, mi-blagueur celui qui étudie la douleur chez les souris depuis trois décennies.

Cette distinction est au cœur de l'affaire. La douleur aiguë n'est pas un mystère scientifique : on arrive à la soulager assez bien et elle s'estompe avec la guérison. Le problème se corse quand tout indique que la douleur devrait avoir cessé... mais qu'elle se prolonge.

Arthrite, fibromyalgie, troubles musculo-squelettiques, scoliose, douleurs post-zona... la douleur

chronique revêt de multiples visages. C'est ce texte que vous recevez à 15 heures : « Pas de resto pour moi ce soir : encore une migraine ! » C'est aussi ce voisin qui marche péniblement depuis 2 ans, en attendant son opération de la hanche. Ou encore, cette collègue qui se connecte sur Zoom depuis le canapé où elle s'allonge quand son dos la fait trop souffrir.

L'origine du mal est parfois même totalement inconnue. Qu'importe : « Une douleur constante ou épisodique qui affecte au moins une activité de la vie quotidienne depuis plus de trois mois, c'est de la douleur chronique », explique l'anesthésiologue Anne Marie Pinard, professeure à Université Laval.

Elle touche en ce moment près de huit millions de Canadiens et Canadiennes, jeunes et moins jeunes.

Et ce nombre va croissant. La faute au vieillissement de la population et, paradoxalement, aux avancées dans le traitement du cancer, dont les survivants et survivantes – de plus en plus nombreux – restent parfois aux prises avec des douleurs causées par la chimiothérapie ou les interventions chirurgicales.

Même si leur mal est aujourd'hui bien mieux compris par la science, beaucoup d'ignorance et de fausses croyances persistent, tant dans la population que chez le personnel soignant. Les personnes malades sont perçues à tort comme plaignardes, faibles, mélodramatiques, paresseuses... voire menteuses ou fraudeuses.

Pourtant, leur douleur est bien réelle. « Il y a en a, des fraudeurs, mais c'est vraiment rare, dit la D^{re} Pinard, qui pratique au Centre d'expertise en gestion de la douleur chronique au CHU de Québec. À partir du moment où une personne me dit avoir mal, je considère qu'elle a besoin d'aide. »

En douleur chronique, il n'existe pour le moment aucune pilule ni injection miracle. « Les gens arrivent ici après des mois ou des années sur une liste d'attente, et je leur annonce que les médicaments ne vont supprimer qu'environ un tiers de leur douleur, raconte Anne Marie Pinard. Ils sont fâchés, et je les comprends. »

Si même de puissants opioïdes ne suffisent pas à soulager leur mal – et sont parfois même inutiles ou néfastes –, c'est qu'à mesure que le temps passe et que la douleur s'installe, de nouveaux mécanismes entrent en jeu.

NOUVEAU PARADIGME

Des avancées importantes ont été faites au cours des dernières décennies pour décrypter les mécanismes qui entretiennent la douleur longtemps après qu'elle aurait dû disparaître. Les chercheurs et chercheuses n'ont jamais eu autant d'outils pour scruter les méandres du système nerveux, qu'ils peuvent désormais observer un neurone à la fois.

Et notre conception de la douleur chronique a complètement changé. « Pendant longtemps, on a vu la douleur comme le symptôme d'un autre problème sous-jacent. Elle reflétait la présence d'une blessure, d'un cancer, d'une infection... » explique Yves De Koninck, professeur à l'Université Laval et spécialiste de la biologie du système nerveux.

Mais les dernières décennies de recherche ont démontré que la douleur chronique ne résulte pas toujours d'une autre pathologie. On la considère désormais comme une maladie en elle-même. « C'est un dysfonctionnement du système nerveux, auquel il faut s'attaquer directement », souligne celui qui dirige le Centre de recherche CERVO.

Des dérèglements dans les nerfs, la moelle épinière ou le cerveau produisent une perception anormale d'un signal

**C'EST SEULEMENT
DEPUIS JANVIER 2022
QUE LA DOULEUR CHRONIQUE
FIGURE COMME UNE MALADIE
À PART ENTIÈRE DANS
LA CLASSIFICATION
INTERNATIONALE DES
MALADIES DE L'ORGANISATION
MONDIALE DE LA SANTÉ.**





11 À 38 %

DES ENFANTS SOUFFRENT DE DOULEUR CHRONIQUE

Maux de tête récurrents, douleurs abdominales, maux de dos et douleurs multiples sont les principaux problèmes.



non douloureux, ou encore une perception exagérée d'un signal douloureux. « La douleur chronique va s'exprimer différemment d'une personne à l'autre, parce que ce n'est pas nécessairement le même mécanisme ou la même région qui se sont déréglés », dit Yves De Koninck.

Un des dérèglements sur lesquels son laboratoire a beaucoup travaillé, c'est le manque d'inhibition du signal douloureux. « La douleur est essentielle à notre survie. Mais il faut être capable de contrôler le signal pour empêcher qu'il nous envahisse complètement », explique le spécialiste. Notre corps a cette capacité à moduler, à réprimer la douleur. « Pensons à la femme qui accouche, ou encore au boxeur qui endure des douleurs atroces durant son combat, mais qui va hurler après, quand une infirmière lui fait une petite piqûre ! »

« Les gens atteints de fibromyalgie ne sont pas plus sensibles à la douleur que les autres. Mais leur système nerveux peine à inhiber le signal douloureux, ce qu'on appelle un déficit d'analgésie endogène », dit Yves De Koninck.

Il arrive aussi que des neuro-nes surexcités renforcent le signal

douloureux, ce qui amplifie la douleur, comme l'ont montré d'autres laboratoires. « La grande merveille de notre système nerveux central, c'est cette capacité à constamment se réorganiser », rappelle l'expert. Les connexions de notre cerveau sont un peu comme des sentiers dans la forêt. Plus une connexion est utilisée, plus elle se renforce et plus le signal qu'elle transmet sera fort. C'est d'ailleurs ce qui permet l'apprentissage. Inversement, une connexion inutilisée sera peu à peu abandonnée, comme un sentier oublié quand la végétation reprend le dessus.

Ainsi, après des semaines, des mois ou des années de douleur, le cerveau a « appris » à avoir mal. Pour « désapprendre » la douleur, il faut défaire les connexions actuelles et en créer de nouvelles. C'est ainsi qu'agissent des approches comme la méditation, l'hypnose et la neurostimulation. À l'avenir, on pourrait aussi cibler le système immunitaire du cerveau. « On croyait auparavant que les cellules immunitaires du cerveau – la microglie – n'étaient là que pour dévorer les pathogènes. Mais elles jouent aussi un rôle de chef d'orchestre : elles

sécrètent des signaux inflammatoires qui contrôlent quelles connexions cérébrales vont se faire et se défaire », explique Yves De Koninck. À tel point que plusieurs chercheurs et chercheuses considèrent maintenant que la douleur est aussi une maladie du système immunitaire.

Il y a également la flore microbienne de l'intestin qui « dialogue » beaucoup avec le système nerveux. Le microbiote joue ainsi un rôle dans la fibromyalgie et le syndrome de l'intestin irritable. Mais la science explique encore mal comment. Il est donc trop tôt pour recommander un régime alimentaire particulier. « Intuitivement, on se dit que la nutrition joue un rôle, mais il reste encore beaucoup de travail à faire pour savoir quels aliments sont bons ou pas », dit Yves De Koninck.

Jeffrey Mogil juge que les greffes fécales sont prometteuses. « Il me semble plus simple de recoloniser l'intestin d'un coup avec un microbiote sain que de le transformer petit à petit par l'alimentation... »

LES RATÉS DE LA RECHERCHE

Bref, la recherche foisonne. Mais trop souvent, déplore Jeffrey Mogil, on

LES TROIS PRINCIPALES CAUSES DE DOULEUR CHRONIQUE CHEZ LES ADULTES AU CANADA :

- l'arthrite et la douleur articulaire,
- la douleur à la colonne vertébrale,
- la douleur associée à un traumatisme.

9 MOIS TEMPS D'ATTENTE MÉDIAN POUR UN RENDEZ-VOUS DANS UNE CLINIQUE SPÉCIALISÉE AU QUÉBEC

SOURCE : MSSS

choisit de mener des expériences simples et rapides, mais finalement peu pertinentes pour comprendre ce qui affecte une majorité de malades.

Un protocole classique consiste à exposer une souris – blessée à la patte – à un stimulus désagréable. On va toucher sa patte à l'aide d'une fibre de nylon plus ou moins rigide, ou l'éclairer à l'aide d'un faisceau lumineux concentré (cela devient désagréablement chaud au bout de quelques secondes, a pu constater *Québec Science*). Plus vite la souris retire sa patte, plus elle a mal. On peut ainsi déterminer l'effet analgésique d'un médicament ou déterminer quels contextes soulagent ou exacerbent la douleur.

« Ces tests représentent environ 80 % de la recherche animale en douleur chronique. Mais avec eux, les scientifiques modélisent surtout l'hypersensibilité à la douleur, qui n'est qu'un des symptômes possibles », met en garde le chercheur. À son avis, on devrait étudier davantage ce dont les patients et patientes se plaignent le plus : la douleur spontanée.

Pour ce faire, son laboratoire se fie à l'expression faciale des rats et des souris. Comme les humains, les rongeurs

grimacent lorsqu'ils ont mal. « Il faut analyser de longues séquences vidéo pour chiffrer l'intensité de la douleur ressentie par l'animal. Ça fonctionne, mais ça demande beaucoup de travail », souligne Jeffrey Mogil, qui aimerait à terme faire analyser ces images automatiquement, grâce à l'intelligence artificielle.

Autre problème majeur ? La courte durée des études. « Certes, les souris vivent bien moins longtemps que les humains. Mais il n'y a pas de raison de croire que les processus biochimiques qui sous-tendent la douleur chronique se produisent plus rapidement chez elles ! Leurs neurones ne sont pas plus rapides que les nôtres... »

L'an dernier, son laboratoire a justement mis en lumière un mécanisme pouvant causer une douleur chronique chez les souris mâles (pas chez les femelles !) quatre ou cinq mois après une blessure. « Il s'agit d'un mécanisme biologique [la sénescence cellulaire] que tout le monde connaît, s'étonne Jeffrey Mogil. Mais personne n'avait découvert son rôle dans la douleur chronique, parce que personne ne réalise d'études aussi longues ! » Dans toute la littérature, le chercheur n'a trouvé

ENFIN RECONNUE

C'est seulement depuis janvier 2022 que la douleur chronique figure comme une maladie à part entière dans la Classification internationale des maladies de l'Organisation mondiale de la santé. Cette reconnaissance a été saluée par les organismes de défense des malades. « Cela va rendre la douleur chronique plus visible, faciliter l'accès aux traitements et améliorer la collecte de données par les chercheurs », considère le National Pain Advocacy Center, aux États-Unis.

Au pays, Santé Canada a créé en 2019 le Groupe de travail canadien sur la douleur avec, en toile de fond, la crise des surdoses liées aux opioïdes. Son rapport final, publié en 2021, reconnaît la douleur chronique comme une « urgence de santé publique » et propose des mesures prioritaires à mettre en place. Au Québec, le ministère de la Santé et des Services sociaux a publié un Plan d'action en douleur chronique. La démarche, échelonnée sur cinq ans (2021-2026), vise à améliorer l'accès aux soins en misant sur le rôle des patients et patientes ainsi que sur la collaboration interdisciplinaire. Une approche qui réjouit la D^{re} Anne Marie Pinard. « Les choses s'améliorent tranquillement. »

« Les personnalités connues parlent ouvertement de leurs problèmes de santé mentale, mais la douleur chronique est moins acceptée socialement. »

– Anne Marie Pinard,
professeure à l'Université Laval



que 24 études ayant testé des souris au-delà de trois mois. « Des expériences plus longues coûtent plus cher... »

Au moins un aspect s'est amélioré ces dernières années : les scientifiques utilisent désormais des souris mâles et femelles dans leurs expériences, après des décennies à ne tester que des mâles. Mais il y a tant de connaissances à rattrapper : « Dans 50 ou 100 ans, on réalisera peut-être que ce qu'on considère aujourd'hui comme la biologie de la douleur n'était en fait que la biologie de la douleur chez les mâles. » Frustrant, quand on sait que 70 % des personnes qui souffrent de douleur chronique sont des femmes!

« On peut se flageller tant qu'on veut en disant que la science n'avance pas assez vite, qu'on n'a pas assez de nouveaux médicaments. Mais il faut garder à l'esprit que la reconnaissance de la douleur chronique comme dysfonctionnement du système nerveux est très récente. La course pour essayer de comprendre tout ça, on est dedans. Ça avance très vite, il y a lieu d'être optimiste... mais on en est encore au tout début », rappelle Yves De Koninck.

LA VIE CONTINUE

En attendant, la douleur chronique non traitée a de nombreuses répercussions sur la vie des malades : troubles du sommeil, isolement, dépression, précarité financière, abus de substances...

Que faire en attendant la pilule miracle? Surtout ne pas attendre la pilule miracle! « Les gens disent souvent "quand je n'aurai plus mal, je vais faire telle chose". Ce n'est pas la bonne approche! » souligne Anne Marie Pinard. Elle incite plutôt ses patients et patientes à trouver (ou à reprendre) des activités à leur mesure, malgré la douleur, afin que cette dernière « prenne moins de place ».

« Notre objectif, en clinique de douleur, c'est l'amélioration de la qualité de vie et des capacités, ce qui ne passe pas toujours par la réduction du fameux chiffre de douleur », explique la médecin, qui se dit « allergique » aux études qui mesurent la douleur sur une échelle de 1 à 10. « Six sur dix en jouant joyeusement avec mes enfants, ou six sur dix à pleurer sur mon divan en pleine nuit

parce que je suis incapable de dormir, ce n'est pas la même chose! »

De plus, il est extrêmement difficile de comparer la douleur d'un patient avec celle d'un autre. « Deux patients peuvent avoir une résonance magnétique qui se ressemble, mais vivre leur douleur complètement différemment », poursuit-elle.

Le contexte psychosocial joue pour beaucoup. « Une personne avec un emploi stable et un réseau d'amis est moins à risque qu'une personne isolée et malheureuse. Cela dit, ce n'est pas de la faiblesse d'être anxieux, d'être déprimé, d'avoir de la misère à fonctionner quand on souffre de douleur chronique. Ça fait aussi partie de la problématique de la douleur. »

ENCORE TABOU

Une certaine honte persiste autour de cette maladie. « Les personnalités connues parlent ouvertement de leurs problèmes de santé mentale, mais la douleur chronique est moins acceptée socialement », déplore Anne Marie Pinard.

De nombreux mythes persistent, y compris chez les médecins. « J'ai encore des étudiants en médecine qui me parlent de la "fausse douleur" quand il n'y a pas de lésion décelable... Ou des patients qui croient à tort qu'il ne faut pas trop bouger, alors que l'activité physique est bénéfique. »

Anne Marie Pinard mise donc sur l'éducation. « La personne la plus importante dans le traitement de la douleur, c'est le patient lui-même. Il faut faire confiance aux gens, leur donner les outils pour qu'ils soient capables de s'aider : gérer son énergie, se relaxer, recommencer à bouger... » Un ensemble de techniques nommées « auto-gestion de la douleur ».

« Les programmes d'autogestion ne réduisent pas beaucoup la douleur. Mais ils diminuent les pensées catastrophiques ["Ça va toujours empirer", "Il va m'arriver quelque chose de grave"...]. Et ce qui est merveilleux, c'est qu'on redonne le pouvoir aux gens. Ils découvrent que, même s'ils ne sont plus comme avant, ils sont encore bons à quelque chose. »

Trouver un nouveau sens à sa vie, se réinventer, c'est la clé, pense Richard B.

Hovey, philosophe de la santé à l'Université McGill qui a réalisé de nombreux entretiens avec des malades. « Je ne sais plus qui je suis ! » lui a-t-on confié. « Mes journées sont devenues vides, stagnantes, dépourvues d'intérêt. N'ayant plus rien à anticiper, je suis devenu amer. » « La douleur m'a tout pris. »

Ces témoignages révèlent que plusieurs personnes mettent leur vie sur « pause » et se sentent comme des spectatrices de leur ancienne vie,

a remarqué le professeur à la Faculté de médecine dentaire et des sciences de la santé orale. Il estime que ce genre de recherche qualitative peut avoir un effet bénéfique sur les interactions entre le personnel soignant et les malades. « Ces récits peuvent aider les médecins à devenir plus empathiques », croit-il. Le personnel médical est souvent démuni face à la douleur des patients et patientes.

Richard B. Hovey, qui souffre lui-même de douleur chronique, estime

qu'une bonne prise en charge devrait considérer les répercussions de la douleur sur la vie de la personne dans son ensemble : sommeil, activité physique, santé mentale... « C'est très aidant de pouvoir parler de tout ça. Même s'il n'y a pas de remède et que la douleur est toujours là, ça ne veut pas dire qu'on ne peut pas soigner la personne. On peut l'aider à bien vivre avec la douleur, à rendre sa vie meilleure. » Bref, à en redevenir le personnage principal. ●

DES RESSOURCES POUR AIDER CEUX ET CELLES QUI SOUFFRENT

Pour outiller les malades et leurs proches, le Réseau québécois de recherche sur la douleur a lancé un site Web qui répertorie près de 200 ressources éducatives, toutes validées par des spécialistes. Le site propose aussi « Agir pour moi », un programme d'autogestion de la douleur sur huit semaines. Enfin, une section réservée au personnel soignant propose des capsules vidéo de formation continue. Toutes ces ressources sont gratuites.



www.gerermadouleur.ca

Prolongez votre été sous les tropiques

à vélo



Partez à la découverte de la Guadeloupe ou de Cuba avec votre vélo grâce à Vélo Québec Voyages.



veloquebecvoyages.com
514 521-8356 • 1 800 567-8356, poste 506

photo: Diane Dufresne et Yvan Monette

« VOUS N'AVEZ PLUS MAL, MAINTENANT. »

Champ d'études scientifiques foisonnant, l'hypnose gagne de plus en plus en popularité en Europe pour traiter la douleur. Pourquoi cette procédure thérapeutique peine-t-elle autant à s'établir au Québec ?

Par Nancy Caouette

EN 2022, Delphine Plassart a fait le voyage de sa vie. À bord d'un sous-marin, elle a exploré les fonds océaniques accompagnée d'un guide qui, par ses conseils et sa voix rassurante, lui a fait oublier sa claustrophobie. « J'ai pu voir des poissons magnifiques, observer une tortue luth et des dauphins sans avoir peur de gérer ma respiration. J'ai réalisé un rêve ! » raconte celle qui est médecin anesthésiste depuis 20 ans.

Delphine Plassart n'a pas eu à prendre l'avion ni même à quitter le Québec pour s'immerger au cœur de la Grande Barrière de corail. Son aventure sensationnelle, elle l'a vécue allongée sur une civière de l'hôpital de Matane. « Quand j'ai su que j'allais me faire opérer au genou, je me suis procuré un casque d'hypnose par réalité virtuelle développé en France [à utiliser pendant l'intervention]. C'était super confortable ! Certains patients disent qu'ils ressentent comme des coups de marteau malgré l'anesthésie locale... Moi, je n'ai rien senti. Je n'ai pas vu le temps passer ! »

L'expérience était trop belle pour ne pas être partagée. Quelques mois plus tard, l'hôpital de Matane est devenu le premier centre hospitalier québécois à utiliser de tels casques pour soulager la douleur. « On les emploie en chirurgie dentaire, durant les accouchements, en coloscopie, pendant la chimiothérapie, en postopératoire... bref, un peu partout ! » dit avec enthousiasme la D^{re} Plassart, qui estime que la réceptivité est bonne tant chez le personnel médical que chez les patients et patientes. « Des médecins les ont même utilisés à l'urgence pour calmer la douleur de sciatique d'une femme allergique aux analgésiques ! »

Si la technologie de réalité virtuelle utilisée à l'hôpital de Matane est nouvelle, l'approche thérapeutique, elle, est loin de l'être. De l'incubation des temples d'Égypte ancienne, en passant par les cercles de guérison chamaniques sibériens et le magnétisme animal du 18^e siècle, l'hypnose sert à soulager les souffrances humaines depuis des lustres. Les bases de l'hypnose thérapeutique moderne ont été posées par le

psychiatre américain Milton Erickson dans les années 1950. La recherche scientifique sur le sujet se poursuit depuis ; l'hypnose est aujourd'hui un champ d'études crédible... et foisonnant ! Partout dans le monde, on teste ses effets dans tous les pans de la médecine et pour une grande variété de problèmes, du mal de dos à la maladie de Crohn.

En effet, la technique semble fonctionner. En 2020, une méta-analyse rassemblant 45 essais cliniques a montré que les personnes hypnotisées ressentent 73 % de douleur en moins (toutes formes confondues) que les personnes des groupes témoins.

Si bien que les principes de l'hypnose font désormais partie du cursus universitaire de médecine dans les pays scandinaves, en Grande-Bretagne et en France. Pourquoi la technique n'est-elle pas devenue commune au Québec ?

UNE TRANSE NATURELLE

Le mot *hypnose* tire son origine du grec ancien *húpnos* (sommeil). Pourtant, en état d'hypnose, on est loin de dormir, précise le professeur de psychologie

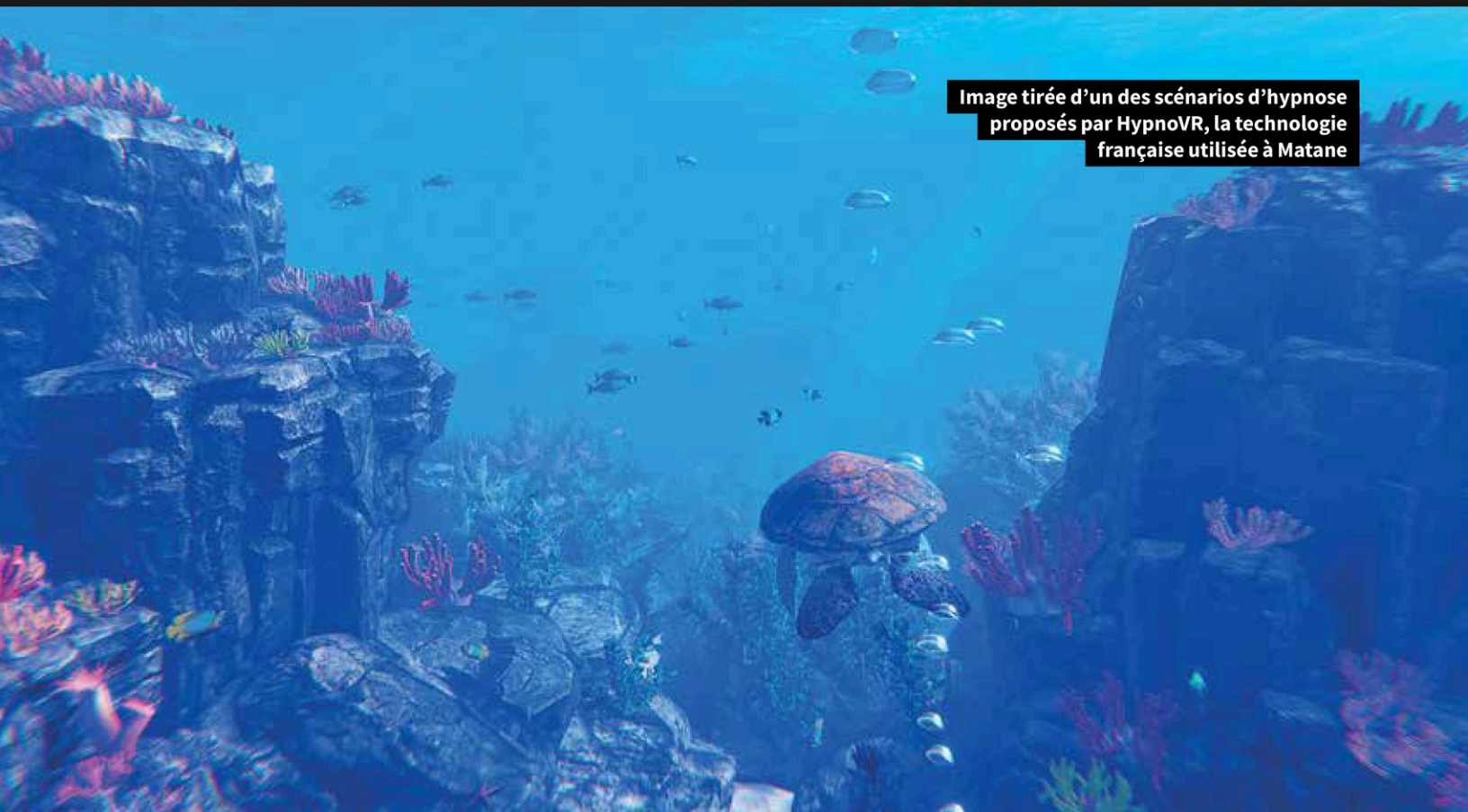


Image tirée d'un des scénarios d'hypnose proposés par HypnoVR, la technologie française utilisée à Matane

clinique et psychopathologie de l'Université Paris 8 Antoine Bioy. « L'hypnose, c'est le mot utilisé en Occident pour décrire un phénomène de transe. C'est un état de conscience modifié tout à fait naturel dans lequel tout le monde se plonge facilement plusieurs fois par jour, en étant dans la lune ou en conduisant sa voiture en pensant à autre chose », résume l'auteur de la plus récente édition du *Que sais-je ?* sur l'hypnose.

Mais dans un contexte de soin médical, on va plus loin que la lune ou l'autoroute ! Et on n'y va pas seul : l'hypnothérapeute est là pour induire, maintenir et approfondir l'état de transe hypnotique du patient ou de la patiente, qu'il doit bien connaître. « Pour que l'hypnose fonctionne, il faut savoir comment le patient vit sa douleur pour mieux le guider. On utilisera l'ouïe si la musique le touche, on va faire des métaphores avec des références qu'il connaît », explique ce spécialiste des phénomènes de transe.

Exit les spirales, pendules et hypnotiseurs autoritaires ! Les techniques les plus efficaces pour induire la transe

hypnotique se fondent sur la suggestion plutôt que sur la coercition, indique le clinicien-chercheur au Centre de recherche de l'hôpital Maisonneuve-Rosemont David Ogez. « Ce sont des idées que la personne peut interpréter comme elle le souhaite. On l'encourage à s'évader et à se concentrer profondément sur notre voix et sur son monde intérieur pour changer sa perception de la douleur. Avec des ordres, il n'y a que les personnes hautement hypnotisables qui réagissent, soit environ 15 % de la population. Avec la suggestion, on peut hypnotiser 100 % des gens, mais à des degrés différents. »

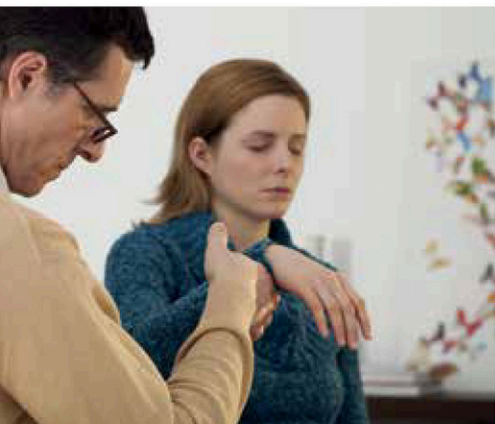
Plus rien du monde réel n'a alors d'importance : ni le temps ni l'environnement. Cet état de grande concentration mentale combinée à une relaxation profonde entraîne une perte de vigilance et une facilité à accepter ce qui est dit sans tenter de raisonner. Résultat : le cerveau sous hypnose se concentre sur les idées suggérées et réagit faiblement aux stimuli extérieurs, que ce soit une sonnerie de téléphone ou une douleur au genou !

« Le patient, quand il vient nous voir, concentre toute son attention sur ses traumas, sur ses peurs et sur sa vie future avec sa douleur. Nous, on travaille à lui faire sentir de nouvelles perceptions, à lui montrer qu'il a le contrôle de la situation, qu'il peut vivre de nouvelles sensations là où il a mal, y mettre des couleurs ! On guide la personne avec des idées, mais c'est elle qui prend le contrôle. »

DANS LE CERVEAU

Il est facile de s'imaginer que la relaxation entraîne un état de bien-être. Mais comment expliquer que la douleur disparaisse juste quand on évite d'y penser ou quand on y pense différemment ? La réponse à cette question – et à bien d'autres ! – est issue des percées en neurosciences, dont les premières ont eu lieu dans les années 1990.

À cette époque, les travaux du neurologue Pierre Rainville, de l'Université de Montréal, et ceux de Marie-Élisabeth Faymonville, au CHU de Liège, en Belgique, ont permis de comprendre que l'hypnose agit sur des zones du cerveau



Des études ont démontré que des suggestions comme « **vous vous sentez de plus en plus à l'aise** » peuvent moduler l'activité du cortex cingulaire antérieur, qui joue un rôle dans la perception du caractère désagréable de la douleur.

qui contrôlent notre perception émotionnelle et sensorielle, et donc sur l'intensité de la douleur. « Par exemple, on a plongé la main de participants sous hypnose dans des bacs d'eau très chaude, raconte Pierre Rainville. On leur disait qu'ils pouvaient régler la température de l'eau en tournant un bouton imaginaire comme on le fait avec une radio. On a observé des modulations dans les zones responsables de la composante sensorielle de la douleur, donc de la perception de l'inconfort, comme le cortex somatosensoriel primaire. »

De plus, ses études ont démontré que des suggestions comme « vous vous sentez de plus en plus à l'aise » peuvent moduler l'activité du cortex cingulaire antérieur, qui joue un rôle dans la perception du caractère désagréable de la douleur. Par la suite, d'autres études ont montré que, parallèlement, l'état hypnotique entraîne un renforcement des connexions entre certaines régions du cerveau, ce qui permet à la personne de mieux contrôler ses sensations. Et que d'autres zones cérébrales, à l'inverse, se « déconnectent », ce qui induit le lâcher-prise.

Même si le champ de recherche reste très actif et que certains mécanismes de l'hypnose demeurent inconnus, une foule d'études cliniques ont déjà permis de développer de nouvelles pratiques standardisées pour la prise en charge de la douleur, aiguë (lors de réparations dentaires, d'un accouchement, d'une intervention chirurgicale) comme chronique (lombalgie, migraine, arthrite rhumatoïde).

Pour la douleur aiguë, les techniques de distraction et de détournement

de l'attention fonctionnent particulièrement bien, souligne David Ogez, qui est aussi professeur au Département d'anesthésiologie et de médecine de la douleur à l'Université de Montréal : « On peut suggérer à une femme sur le point d'accoucher qu'elle est sur une plage et que les contractions sont comme des vagues. Plus la personne est attentive et absorbée par ce qu'elle vit dans sa tête, plus l'hypnose fonctionne. »

Les études tendent d'ailleurs à démontrer que, lorsque l'hypnose est utilisée seule ou en complément de soins analgésiques traditionnels, il y a une diminution de l'utilisation d'opioïdes, une réduction des temps d'hospitalisation et des coûts médicaux. « On peut éviter les risques d'une analgésie généralisée et accélérer la récupération postopératoire », note l'anesthésiologiste Jean-François Courval, qui pratique l'hypnose dans divers centres hospitaliers du Québec depuis quelques années.

Pour la douleur chronique, c'est plus compliqué, explique Antoine Bioy. « Certaines émotions interviennent parce que cette douleur est inscrite dans le corps. Le patient se sent menacé par la douleur, qui attaque son intégrité physique ; il va sentir qu'il n'a pas le contrôle sur celle-ci. C'est pourquoi le thérapeute doit faire preuve d'une grande écoute et de créativité pour aider la personne à changer sa perception de la douleur. »

Plusieurs séances peuvent toutefois apporter une amélioration : en 2022, une revue systématique et méta-analyse basée sur 9 essais cliniques (incluant 530 personnes) a rapporté une diminution allant jusqu'à 56 % de l'intensité

de la douleur chronique musculo-squelettique et neuropathique, après au moins 8 séances d'hypnose. Dans ce contexte, les techniques d'autohypnose sont également prometteuses. Elles permettent d'apprendre à la personne à induire elle-même la transe quand elle en ressent le besoin. « L'idéal, c'est de la pratiquer tous les jours et de le faire, au besoin, quand les douleurs se présentent. On ne parlera pas de guérison, mais plutôt d'adaptation : les gens apprennent à vivre et à bouger avec la douleur. Ils ne laissent plus les contrôler. Ils ne parleront plus de douleurs chroniques. Ils vont dire "tiens, j'ai un peu mal aux articulations aujourd'hui, il va sans doute pleuvoir demain", mais sans plus. Ils ont plus confiance en eux et en leurs capacités », explique-t-il.

Des études se penchent aussi sur l'efficacité de l'hypnose de groupe et de celle basée sur des enregistrements à écouter à la maison, deux approches qui semblent apporter des bénéfices.

POURQUOI PAS AU QUÉBEC ?

Sans reconnaître formellement son efficacité, le Collège des médecins du Québec « ne s'oppose pas à l'utilisation de l'hypnose dans un contexte médical lorsque cette technique non invasive est bien encadrée par une équipe médicale, qui est prête à intervenir au besoin », a dit un porte-parole. Mais on est encore loin d'une intégration systématique aux cursus universitaires.

Pourquoi cette procédure est-elle boudée chez nous ? « Les chercheurs et professionnels de la santé ne sont pas assez au fait des résultats de recherche », avance Pierre Rainville en ajoutant

qu'il fait souvent équipe avec son collègue clinicien David Ogez pour donner des conférences tant au grand public qu'au personnel de la santé.

M. Ogez forme aussi des praticiens du domaine de la santé au sein de la Société québécoise d'hypnose, fondée en 1998 pour encadrer cette pratique. « Chaque année, on donne des formations de base à une cinquantaine de professionnels, soit des médecins, des dentistes, des psychologues et des psychothérapeutes. Toutes les places sont pleines, la demande est là ! »

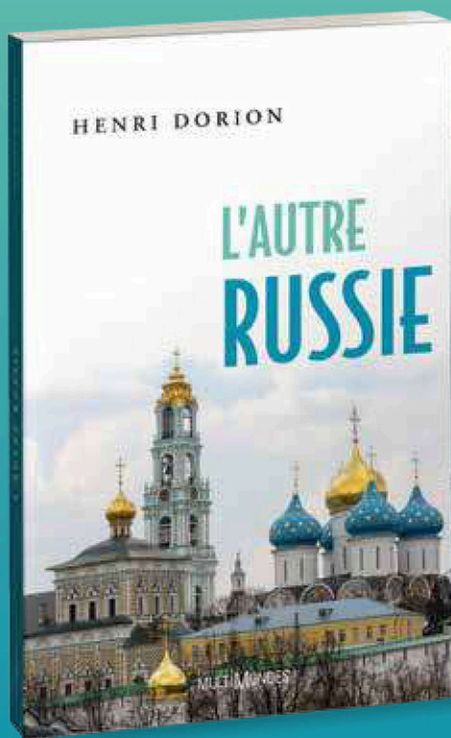
L'anesthésiologiste Jean-François Courval a justement fait partie d'une de ces cohortes durant la pandémie. Aujourd'hui, il ne se passerait plus de l'hypnose dans sa pratique. « Ça me permet parfois de faire une anesthésie locale plutôt que générale. On est toujours prêts à augmenter les doses de médicaments ou à basculer en analgésie totale au besoin, mais ça arrive

rarement », explique celui qui a été président de l'Association des anesthésiologistes du Québec de 2016 à 2020.

Ses collègues sont réticents à l'imiter. « On est environ une quinzaine sur 800 à utiliser l'hypnose. C'est dommage, car avec la crise des opioïdes, on aurait intérêt à utiliser des techniques non invasives qui diminuent la douleur avant, pendant et après les chirurgies, déplore-t-il. Je pense qu'il devrait y avoir au moins un cours de base obligatoire en communication hypnotique obligatoire pour les étudiants en médecine. Mais pour avoir discuté avec un collègue à l'Université de Montréal, disons que ce n'est pas dans les priorités. » David Ogez, lui, ne perd pas espoir : « Si on pouvait former des infirmières ou des inhalothérapeutes à l'hypnosédation [combinaison de l'hypnose et de la médication analgésique], ce serait l'idéal, car ces personnes suivent le patient dans ses soins opératoires et postopératoires. »

Il mise aussi sur les casques de réalité virtuelle pour élargir l'offre de soins par l'hypnose au Québec. L'équipe du laboratoire de recherche en hypnose médicale de l'Université de Montréal qu'il dirige réalise en ce moment deux projets avec ce type de dispositif. « Nous avons conçu les discours hypnotiques, et un artiste visuel a développé les paysages virtuels qui seront présentés aux patients. L'un des projets vise à gérer la douleur lors de la transplantation de cellules souches, un moment extrêmement souffrant de la chimiothérapie que les patients vivent en isolement en raison de la faiblesse de leur système immunitaire. L'autre projet concerne le traitement de douleurs chroniques chez des personnes âgées », détaille David Ogez.

Qui sait, peut-être pourrez-vous, vous aussi, vous évader bientôt vers une plage tropicale ou une forêt enchantée dans le confort... d'une civière d'hôpital ! ●



Découvrez
la Russie autrement :
une exploration
originale et éclairante.

 Offert en version numérique



ÉDITIONS
MULTIMONDES

www.editionsmultimondes.com

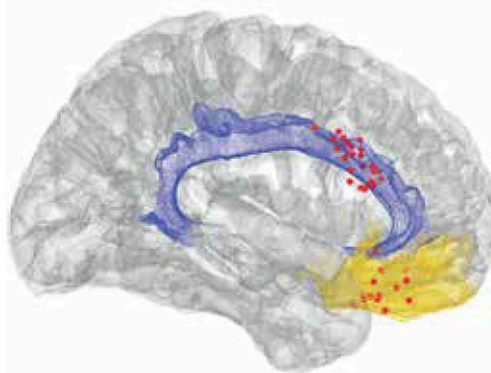
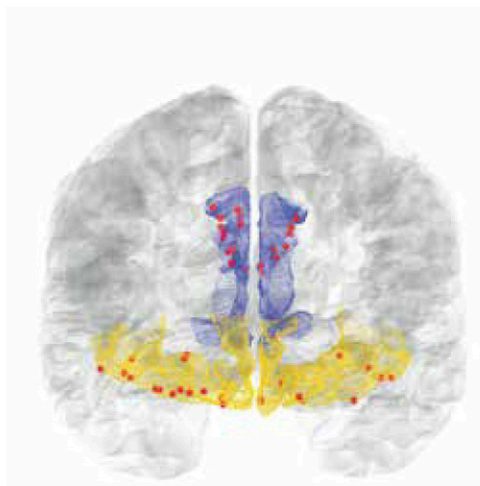
ÉVALUER LA DOULEUR : MISSION IMPOSSIBLE ?

La douleur est une expérience intime, unique et difficile à décrire.

Comment peut-on l'évaluer au mieux « de l'extérieur » ? Les scientifiques veulent

s'appuyer sur des indices infaillibles.

Par Marine Corniou



Grâce à des électrodes implantées dans le cerveau de personnes souffrant de douleur chronique (points rouges), une équipe a pu « écouter » les signaux de la douleur dans le cortex cingulaire antérieur (en bleu) et le cortex orbitofrontal (en jaune).

« Sur une échelle de 1 à 10, à quel niveau se situe votre douleur ? » Cette question, beaucoup d'entre nous l'avons déjà entendue, que ce soit lors de la prise en charge d'une blessure, à la suite d'une intervention chirurgicale ou encore pendant un accouchement (ma réponse à ce moment-là ? 11!).

Simple et rapide à utiliser, ce type d'échelle d'auto-évaluation est l'outil médical le plus couramment utilisé pour jauger la douleur aiguë. Il en existe plusieurs versions, mais elles ont toutes des limites évidentes. « Il y a des gens qui ne sont pas capables d'exprimer verbalement leur douleur : les très jeunes

enfants, par exemple, ou les personnes avec une démence », indique Marie-Hélène Tessier, doctorante en psychologie à l'Université Laval. En découle le risque de ne pas soulager ces malades adéquatement ou de passer à côté du bon diagnostic.

Dans le cadre de sa thèse, la chercheuse s'intéresse à la façon dont la douleur s'affiche sur les visages. « Il y a une manière commune de communiquer la douleur : froncement des sourcils et du nez, lèvres supérieure remontée, yeux plissés... Même les gens qui ne parlent pas peuvent exprimer cette combinaison de mouvements faciaux », précise-t-elle.

Pour ses recherches, elle a recruté 28 personnes qui devaient produire l'expression dépeinte par un scénario fictif, lequel mêlait douleur et autres sentiments, comme la colère, la tristesse ou le dégoût. Les volontaires devaient aussi reproduire l'expression sur un agent virtuel. « Cela nous donne une idée de la façon dont on se représente la douleur dans un contexte affectif complexe », dit-elle.

Son travail s'inscrit dans une quête qui anime les scientifiques depuis longtemps : celle d'outils permettant d'évaluer l'intensité de la douleur d'une personne de façon *objective*. On espère ainsi s'affranchir des a priori des

médecins (on sait que la douleur des femmes ou des minorités ethniques est souvent sous-évaluée) et de ceux des malades eux-mêmes (certains « catastrophisent », d'autres minimisent leur mal). Le sujet est plus d'actualité que jamais, la crise des opioïdes ayant révélé l'urgence de disposer de meilleurs outils pour adapter les traitements antalgiques et ne pas en prescrire de façon superflue. Des échelles fiables, reproductibles, sont aussi cruciales pour comparer l'efficacité de traitements potentiels dans des essais cliniques.

L'intelligence artificielle (IA) a donné un coup d'accélérateur à ce domaine. Si on entraîne un système avec suffisamment d'images, il peut « apprendre » à détecter les signaux faciaux de la douleur mieux que ne le font les équipes médicales, selon une revue de la littérature publiée dans *Bioengineering* en 2023. Il existe déjà des bases de données de vidéos de personnes qui ont réellement mal (notamment à l'épaule). Mais les systèmes doivent être nourris « par des données publiques plus diverses et plus complexes [...] en vue d'une utilisation dans la pratique clinique », conclut l'article de 2023.

« En plus de l'expression faciale, des indicateurs comme le rythme cardiaque pourraient aussi être pris en compte. On parle de mesures multimodales », ajoute Marie-Hélène Tessier.

En fouillant dans des jeux de données volumineux, les algorithmes peuvent ainsi extraire les marqueurs biologiques les plus à même de traduire et de quantifier la souffrance d'un individu. L'augmentation du rythme cardiaque, celle de la tension artérielle, de la fréquence respiratoire ou de la conductance de la peau (liée à la sueur) sont autant de facteurs qui peuvent s'ajouter aux grimaces pour guider les médecins, selon plusieurs travaux récents.

DES IMPLANTS DANS LE CERVEAU

La plupart des études sont toutefois réalisées dans des contextes de douleur aiguë, par exemple des douleurs post-opératoires. La douleur chronique, elle, est moins facile à décrypter sur les visages et les moniteurs cardiaques. Elle fluctue et, surtout, elle est moins « surprenante » :

ceux qui en souffrent la laissent donc moins transparaître.

Pour la quantifier, les scientifiques ont toutefois trouvé des indices qui la trahissent : les ondes cérébrales. Pour la première fois, en mai dernier, une équipe a affirmé avoir « visualisé » les signaux de douleur chronique dans le cerveau de quatre personnes. Ces volontaires souffraient d'intenses douleurs post-AVC ou post-amputation, mais n'avaient pas de lésions physiques. On leur a implanté des électrodes intracrâniennes pour y voir plus clair. Pendant plusieurs mois, les cobayes ont noté la fluctuation de leurs douleurs, tandis que les électrodes enregistraient leur activité cérébrale plusieurs fois par jour. Les scientifiques ont ensuite pu corrélér le vécu des malades avec les signaux. « Nous avons pu retracer l'intensité de la douleur ressentie uniquement grâce aux enregistrements cérébraux. Le signal commun le plus parlant était des vibrations de basse fréquence dans le cortex orbitofrontal », explique Prasad Shirvalkar, professeur en anesthésiologie à l'Université de Californie à San Francisco et auteur de l'étude parue dans *Nature Neuroscience*.

D'autres travaux avaient déjà mis en évidence des changements visibles par électroencéphalogramme ou par imagerie, survenant lorsque des sujets sains étaient stimulés expérimentalement (avec des décharges électriques ou de la chaleur). « Mais notre étude est la première à suivre réellement l'intensité de la douleur chronique. Elle a également montré que, chez ces patients, les stimuli expérimentaux sont traités différemment par le cerveau, ce qui rend complexe la généralisation des études menées sur des participants sains », ajoute le chercheur.

Son équipe a-t-elle enfin mis le doigt sur LE signal de douleur chronique ? Prasad Shirvalkar compte bien le découvrir en recrutant davantage de malades. « Nous voulons aussi voir si ces signatures peuvent être utilisées pour stimuler électriquement le cerveau et soulager les symptômes. Je vois cela comme une sorte de thermostat de la douleur. » Un thermostat que l'on pourrait peut-être baisser jusqu'à faire taire le signal. Car bien quantifier la douleur n'a au fond qu'un objectif : celui de mieux la prendre en charge. ●

LA DOULEUR, PAS SI GRAVE ?

Une personne qui arrive à l'urgence en hurlant de douleur n'est pas forcément plus en danger qu'un malade moins bruyant. C'est ce qu'a conclu une équipe montréalaise après avoir carrément retiré (rétrospectivement) le critère « douleur » de l'arbre décisionnel aidant à prioriser les cas à l'urgence. Cet algorithme, appelé Échelle canadienne de triage et de gravité, repose sur des critères bien définis, comme les paramètres vitaux et la douleur autorapportée. Mais celle-ci n'est finalement pas un indicateur clé !

Pour arriver à ce constat, l'équipe menée par Lars Grant, du Département de médecine d'urgence de l'Université McGill, a réanalysé les dossiers de plus de 220 000 personnes s'étant présentées aux urgences. Parmi celles qui se plaignaient d'avoir mal (60 %), le niveau de douleur moyen était de 5,6/10. Étonnamment, les personnes qui témoignaient des douleurs les plus fortes étaient moins souvent admises à l'hôpital. Elles avaient également une plus faible mortalité dans les jours suivants, selon l'étude publiée en 2022.

« On peut donc se demander à quoi ça sert de demander aux patients s'ils ont mal lors du triage. Même si notre but premier est d'éviter les conséquences catastrophiques et irréversibles, on veut aussi soulager la souffrance. Nous devons donc trouver un équilibre entre le fait d'accorder trop d'attention à la douleur, ce qui peut faire attendre longtemps d'autres patients plus en danger, et le fait de laisser les gens patienter dans la douleur », explique Lars Grant, qui exerce à l'Hôpital général juif de Montréal. Il espère que son étude aidera les humains, qui ont le dernier mot au triage, à faire les bons choix.

L'INTERPRÉTATION DE LA DOULEUR N'EST PAS UNIVERSELLE

L'interprétation de la douleur sur le visage d'autrui

n'est pas universelle. Une équipe de recherche québécoise pense qu'elle serait
différente selon nos origines ethniques.

Par Charles Prémont

Vous arrivez à l'hôpital à la suite d'un accident de la route. Vous avez besoin que l'on soulage votre douleur. Votre origine ethnique influera-t-elle sur la perception de votre souffrance par le personnel médical? Ou encore : l'origine des médecins aura-t-elle un effet sur leur compréhension de ces crispations qui affligent votre minois?

Tout le monde espère que non. La réalité est... que c'est probable, selon des travaux émergents menés par la professeure de l'Université du Québec en Outaouais Caroline Blais et son équipe de la Chaire de recherche du Canada en perception visuelle et sociale.

Le visage relaie des informations importantes, dont plusieurs émotions : la joie, la colère, la peur, etc. Ce langage non verbal nous permet de nous comprendre et d'interagir de manière pertinente. L'expression de la douleur et notre interprétation de ces signaux sont essentielles puisqu'elles nous communiquent à quel point une victime a besoin d'aide. Si ces signes sont difficilement décodés, particulièrement lorsque des soins sont prodigués, cela peut avoir des conséquences malheureuses.

La psychologie de la perception examine depuis plusieurs années les différentes expressions du visage. Mais les études possèdent un grand défaut : la grande majorité des personnes participantes sont « WEIRD ». Cet acronyme anglophone signifie que ces individus sont occidentaux, éduqués, et viennent de pays industrialisés, riches et démocratiques. Ce faisant, la science est-elle en train de se construire sur une littérature faussée par des préjugés culturels?

UNE IMAGE MENTALE DE LA DOULEUR

Tout le monde ne décote pas le langage non verbal de la même manière. Pour mieux comprendre l'importance des différentes zones du visage permettant à chaque personne de détecter la douleur chez l'autre, l'équipe de recherche a principalement utilisé une méthode dite de « corrélation inverse ».

Il s'agit de prendre le contour d'un visage et d'y ajouter du bruit (qui ressemble à de la « neige » dans une télévision) au hasard. On y génère ainsi des zones plus claires et plus foncées de différentes intensités. On crée ensuite des dizaines et des dizaines de ces images, que l'on montre à chaque participant et participante des études.

Chaque fois, on leur demande d'indiquer le niveau de douleur apparent.

Évidemment, aucun de ces visages très sommaires ne présente de vrais signaux de douleur. Mais en synthétisant les réponses de chacun, l'équipe est alors en mesure de recréer l'image mentale d'un visage en douleur propre à chaque individu, à savoir où les parties plus sombres et plus claires doivent être placées pour que cette personne décrypte la souffrance de l'autre.

« Ce travail est unique, affirme Ken Prkachin, professeur de psychologie à l'Université du nord de la Colombie-Britannique. Être un sujet dans l'une de ces études doit être une chose exigeante. Mais la force de cela est qu'en étudiant un nombre relativement restreint de personnes, on peut apporter des preuves convaincantes sur les changements de configuration des visages qui entraînent une certaine perception chez un observateur. Il devient possible de déduire les caractéristiques que ce dernier utilise pour porter ses jugements sur les autres. »

En faisant la moyenne de ces images mentales par groupe ethnique, il devient possible d'établir des comparaisons. Les résultats des enquêtes de Caroline Blais démontrent qu'il y a bel et bien un effet

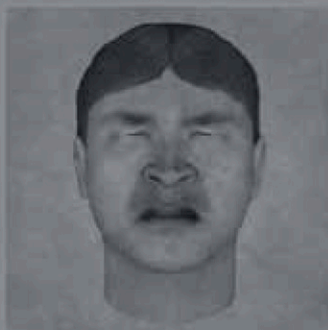
S.v.p. indiquez lequel de ces deux visages exprime le plus de douleur
Appuyez sur "c" pour le visage de gauche, et sur "m" pour le visage de droite.



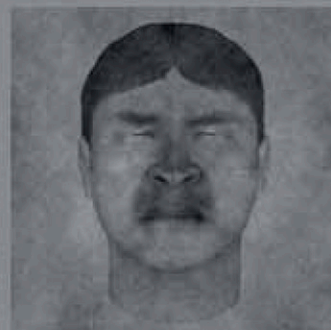
Ci-dessus : un exemple d'image avec du « bruit » soumise aux personnes participant aux études de Caroline Blais.

Ci-contre : voici à quoi ressemble un visage en douleur selon les réponses des individus d'ascendance canadienne et ceux d'origine chinoise. L'équipe a utilisé une plateforme québécoise pour mener ses expériences : Pack&Go, de VPixx Technologies.

Canadiens



Chinois



culturel dans l'interprétation des signes de la douleur selon nos origines. Si on les compare aux personnes d'ascendance européenne du Québec, les participants et participantes venant de l'Asie de l'Est ont besoin de signaux plus forts pour détecter la douleur sur un visage et ont moins de facilité à en détecter les nuances. Dans un second article, l'équipe a conclu que l'intensité des signaux de douleur doit être plus puissante sur le visage d'une personne noire pour être détectée, et ce, indépendamment du fait que la personne qui juge soit noire ou blanche.

À quoi sont dues ces différences ? Difficile de le dire puisque les travaux de Caroline Blais ne permettent pas d'en trouver la cause, seulement de les détecter. Néanmoins, elle et son équipe

pensent que l'explication se trouve dans la manière dont on apprend à exprimer la douleur selon notre culture. Autrement dit, notre socialisation modulerait nos attentes et nos habiletés à déceler l'expérience de la douleur sur un visage. « Plusieurs études évoquent des normes différentes pour l'expressivité de chaque émotion selon les pays, mais on ne s'y intéresse pas de manière expérimentale », indique-t-elle.

Cette hypothèse semble plausible pour Ken Prkachin, mais il croit qu'elle pourrait être posée d'une autre manière. « C'est une interprétation basée sur l'idée que l'expression elle-même, le signal que les gens émettent, est différente dans les deux cultures [celle des Chinois et celle des Canadiens francophones par exemple]. Je pense que les différences

documentées sont liées à la façon dont les gens perçoivent l'information plutôt qu'à une différence dans la façon dont le signal est émis. »

Pour en avoir le cœur net, l'équipe de Caroline Blais mène une expérience depuis 2021. Elle a mis au point une plateforme en ligne pour recruter des participants et participantes dans 48 différents pays. À l'aide d'un scénario décrivant une situation de douleur aussi universelle que possible, l'équipe tente de mesurer les attentes des individus par rapport à l'expression de la douleur. Elle leur demande de sélectionner le visage dont les traits correspondent le plus au mal qui serait ressenti lors de cette situation fictive. « On va créer une mappemonde de l'expérience de la douleur », résume Caroline Blais. ●

SOUFFRIR SANS DOULEUR

Certaines personnes ne connaissent pas la douleur. L'étude de leurs gènes

pourrait venir en aide à ceux et celles qui souffrent le martyre.

Par Marine Corniou



Il n'est ni névrosé ni psychotique. C'est un homme ordinaire, qui a récemment occupé un poste de guichetier dans un théâtre. [...]

Le patient *ne se souvient d'aucune douleur*, à l'exception de maux de tête; et sa mémoire est bonne. »

C'est en ces mots qu'un neuropsychiatre américain décrit, en 1932, le premier cas officiel d'« analgésie congénitale pure » – autrement dit, d'insensibilité totale à la douleur. Un trouble génétique rarissime, spectaculaire d'un point de vue médical. L'article scientifique est digne d'un roman d'aventures : à l'âge de sept ans, le patient en question a reçu une hachette dans le crâne. « La lame était enfoncée si profondément qu'elle n'est pas tombée lorsqu'il a couru jusque chez lui. [...] La blessure a été refermée par un chirurgien. Le patient n'a senti aucune douleur, à aucun moment; à part un mal de tête qui a duré quelques jours et une vision trouble. »

Imaginez : ne jamais connaître la fulgurante douleur d'un orteil qui heurte un meuble, d'un doigt qui se pince dans une porte, d'une main qui se brûle sur un plat, d'une cheville qui vrille dans les escaliers... Aussi tentante qu'elle puisse être de prime abord, l'insensibilité totale à la douleur est parfois un véritable cauchemar.

Le diagnostic est généralement posé lorsqu'un très jeune enfant se mord les lèvres et la langue violemment à

répétition, se mutile les doigts au point de perdre des phalanges, se brise les os sans s'en rendre compte. « Ces enfants cherchent une forme de stimulus sensoriel, c'est pourquoi ils se frappent et se mordent », détaille la pédiatre Gabriella Horvath, chercheuse à l'Université de la Colombie-Britannique.

Au fil du vieillissement, les traumatismes répétés et les articulations endommagées peuvent entraîner des déformations, voire des amputations et des handicaps irréversibles. « Il y a très peu de familles dans le monde qui portent ces défauts génétiques, parce que, d'un point de vue évolutif, c'est très délétère. Les gens se blessent gravement ou meurent jeunes parce qu'ils n'ont pas de réflexe de protection », explique Luda Diatchenko, spécialiste de la génétique de la douleur à l'Université McGill.

Aussi rares soient-ils, ces syndromes sont autant de fenêtres précieuses sur les mécanismes de la douleur.

De fait, seules quelques centaines de cas ont été décrits, dont plusieurs fratries éparpillées dans le monde, souvent nées de mariages consanguins. C'est d'ailleurs peut-être le petit nombre d'ancêtres des populations francophones du Québec et de l'est du Canada qui explique que, pour une forme en

particulier, l'insensibilité congénitale et héréditaire à la douleur de type 2, « 50 % des cas connus [dans le monde] se retrouvent chez les Canadiens français », selon des travaux de 2005 du professeur Guy Rouleau, aujourd'hui directeur du Neuro. Son équipe décrivait alors 16 cas, parmi 13 familles originaires du sud du Québec. En 21 ans, Gabriella Horvath a de son côté recensé seulement 8 cas d'insensibilité à la douleur à l'hôpital pour enfants de la Colombie-Britannique, à Vancouver, selon une étude publiée en 2022.

LE MESSAGE NE PASSE PAS

Aussi rares soient-ils, ces syndromes sont autant de fenêtres précieuses sur les mécanismes de la douleur. Au total, une dizaine de gènes ont été associés à l'insensibilité. Ils assurent le développement des fibres nerveuses dites « nociceptives », ou ordonnent la fabrication de molécules indispensables à la conduction des signaux le long de ces fibres. En bref, lorsque ces gènes ont muté, les neurones qui détectent la douleur sont absents, ne fonctionnent pas ou se détériorent. D'autres symptômes

s'ajoutent parfois, tels une incapacité à transpirer, des troubles oculaires et une absence d'odorat.

« Des gènes codant pour des canaux à sodium, en particulier le gène SCN9A, sont souvent en cause », indique Luda Diatchenko. Ces canaux, sortes de portails sélectifs, font entrer des ions



Jo Cameron, une Écossaise de 75 ans, ne sait pas ce qu'est la douleur. Elle ne ressent pas non plus d'anxiété ni de peur. Son secret ? Deux mutations génétiques, qui modulent l'expression de centaines d'autres gènes.



Les particularités génétiques de Jo Cameron augmentent entre autres l'activité d'une voie moléculaire, appelée WNT, qui intervient dans la cicatrisation et la régénération osseuse. Ce qui permet à la septuagénaire de guérir plus vite que les autres en cas de blessure...

sodium (qui portent une charge électrique positive) dans les neurones. En parallèle, d'autres ions chargés négativement empruntent des canaux du même genre pour sortir des neurones, ce qui crée une tension électrique de part et d'autre de la membrane. C'est ce va-et-vient, ces entrées et sorties constantes d'ions à travers les canaux, qui permet aux cellules nerveuses de générer et de transmettre des signaux électriques – et donc les messages de douleur. Autrement dit, sans ces portails, point de sensations désagréables.

UNE VOIE THÉRAPEUTIQUE ?

Autant dire qu'ils constituent des pistes prometteuses pour « éteindre » la douleur chez celles et ceux qui en ressentent trop. Justement, le gène *SCN9A* est une cible de choix : s'il est non fonctionnel, aucune douleur ne passe. Au contraire, certaines rares mutations peuvent le rendre trop actif, ce qui entraîne des épisodes de douleur insupportable. Différentes versions « normales » de *SCN9A* expliqueraient même les variations individuelles dans la perception de la douleur ! Son rôle : fournir les instructions pour la fabrication d'un morceau de canal à sodium, appelé $\text{Na}_v1.7$, présent uniquement dans les fibres nociceptives.

« Une molécule qui bloquerait le canal $\text{Na}_v1.7$ pourrait constituer un antidouleur ayant peu ou pas d'effets secondaires », avance Irina Vetter, chercheuse à l'Université du Queensland, en Australie, qui travaille à la découverte de nouveaux analgésiques. Plusieurs médicaments inhibiteurs de $\text{Na}_v1.7$ ont été testés, mais les résultats cliniques se sont avérés décevants. Irina Vetter pense encore que c'est une bonne piste, « mais les grosses compagnies pharmaceutiques s'en sont détournées. Les choses sont plus compliquées que ce qu'on pensait ». C'est bien le drame de tout ce champ de recherche : aucun « interrupteur » ne peut faire taire à lui seul toutes les formes de douleur. Et on est encore loin d'avoir recensé tous les « bogues » génétiques. La preuve, avec cette septuagénaire écossaise remarquée en 2013 par ses médecins parce qu'elle ne demandait aucun antidouleur après une opération de la main. Son secret : deux mutations qui lui permettent d'avoir un taux d'endocannabinoïdes constamment élevé – et de ne connaître ni douleur, ni peur, ni anxiété.

Ces mutations ont fait l'objet d'une publication dans la revue *Brain* en mai 2023. L'une d'elles touche une partie du génome que l'on croyait inutile, nommée *FAAH-OUT*, et qui régule en fait l'expression de très nombreux gènes. Ce qui a amené Andrei Okorokov, du University College de Londres, l'un des auteurs de ce travail, à déclarer que *FAAH-OUT* est « un petit coin d'un vaste continent, que cette étude a commencé à cartographier ».

C'est justement pour explorer ce continent que Luda Diatchenko a mis sur pied une base de données sur la génétique de la douleur. Son but : recenser patiemment tous les gènes associés à la douleur chronique et voir de quelle façon ils interagissent. « On sait que la douleur chronique n'est pas due à UN gène, souligne-t-elle. En fait, plus de 300 gènes, qui dysfonctionnent légèrement, peuvent augmenter les risques. Ils interviennent peut-être à différents endroits sur une même voie biologique. » Une voie qu'elle rêve de trouver et de court-circuiter, et que les personnes insensibles peuvent aider, malgré elles, à défricher. ●

Parlons innovation!

Parlons sciences prépare les innovateurs et innovatrices de demain, afin de propulser l'avenir.

À une époque où le monde est aux prises avec des problèmes apparemment insolubles, l'innovation est souvent présentée comme la solution idéale. L'innovation nous aide à nous adapter au changement, favorise la croissance et la prospérité et peut améliorer les conditions de vie. Elle fait l'objet d'une attention accrue et d'investissements de la part des gouvernements et des entreprises qui cherchent à obtenir un avantage concurrentiel. Parlons sciences, à la pointe de l'innovation dans le monde de l'éducation depuis 30 ans, prend maintenant des mesures pour s'assurer que les élèves de tout le Canada ont l'innovation en tête.

Qu'est-ce que l'innovation ? Il existe des dizaines de définitions, explique Bonnie Schmidt, présidente de Parlons sciences. En fin de compte, il s'agit de découvrir et de résoudre des problèmes de manière créative, responsable et durable. L'innovation se traduit par de nouveaux produits, services ou processus et de nouvelles technologies.

« L'innovation n'est pas seulement une question de créativité, bien qu'elle y soit reliée, précise Mme Schmidt. Il s'agit de créer quelque chose d'utile qui apporte une valeur ajoutée aux autres. »

Nombreux sont ceux qui pensent que l'innovation est l'apanage de quelques privilégiés. Ce n'est pas le cas, affirme Mme Schmidt. « Nous pensons que chacun a le potentiel d'être un innovateur ou une innovatrice. L'innovation commence par un état d'esprit, que l'on peut développer grâce aux expériences, à l'accompagnement et au soutien appropriés. »

CRÉATIVITÉ ET RÉSILIENCE

L'innovation implique un processus itératif qui nécessite des compétences en matière de créativité, de collaboration et de communication. Elle favorise la détermination et la résilience. « Un aspect important de l'état d'esprit innovant est l'ouverture à l'échec », dit-elle. Il s'agit de redéfinir l'échec

non pas comme un élément négatif, mais comme un moyen d'aller de l'avant. Alors que nous pensons souvent que l'innovation est la grande invention qui transforme tout, Mme Schmidt fait remarquer qu'il s'agit plus souvent d'étapes progressives à franchir. Par exemple, il ne s'agit pas seulement de l'invention du téléphone portable, mais des améliorations petites, mais significatives qui se produisent d'un nouveau modèle de téléphone à l'autre.

Parlons sciences représentait en soi une innovation majeure lors de son lancement, il y a 30 ans. D'abord initiative de sensibilisation dans une université, Parlons sciences est devenu un organisme sans but lucratif travaillant avec plus de 55 universités, collèges et instituts, proposant des programmes pour les enfants et les jeunes et aidant le personnel enseignant à faire vivre les STIM à l'intérieur et à l'extérieur de l'école.





Et l'organisme n'est jamais resté immobile. « Nous avons fait les choses différemment et introduit de nouveaux programmes année après année, au fur et à mesure que nous apprenions et évoluions, explique Mme Schmidt. L'innovation graduelle et l'innovation transformatrice ont toujours été au cœur de notre organisation. » C'est ainsi que des programmes tels que Tomatosphère, dans lequel les élèves étudient les effets de l'espace sur la germination de graines de tomate, ont été conçus, tout comme le projet La mode pour le monde, dans le cadre duquel les élèves découvrent la science de l'environnement liée aux vêtements et agissent ensuite pour changer les choses. Le talent en innovation de l'organisation a attiré le soutien d'entreprises innovantes telles que Spin Master, Amgen Canada, Rio Tinto et bien d'autres, ainsi que du gouvernement du Canada.

Selon Mme Schmidt, si l'innovation a toujours fait partie des programmes de Parlons sciences – après tout, la science et l'innovation sont souvent étroitement liées –, les écoles s'éloignent désormais de l'accent mis sur l'apprentissage du contenu et se concentrent davantage sur l'aide à apporter aux élèves pour qu'ils et elles acquièrent des compétences essentielles et des aptitudes fondamentales qui soutiennent l'apprentissage et la prise de décision.

UN AVENIR À FORGER

En même temps, dans notre monde en constante évolution, où les conséquences des changements climatiques et de l'émergence de l'IA occupent une place prépondérante, les jeunes s'inquiètent profondément de leur avenir. L'acquisition d'un état d'esprit innovant les prépare à s'adapter et à se développer, en leur donnant les moyens de diriger et de gérer le changement.

L'innovation est également considérée par les gouvernements et l'industrie comme le moyen de réussir sur un marché mondial de plus en plus compétitif. Bien que leader en matière de recherche scientifique et technologique fondamentale, le Canada est parfois considéré comme à la traîne lorsqu'il s'agit de faire passer les innovations « du laboratoire au marché ». Selon Mme Schmidt, « à un moment où l'innovation est très importante et où l'on sait qu'elle implique un ensemble de compétences et d'approches pouvant être apprises, le moment est venu pour nous d'en faire encore plus dans ce domaine ».



À quoi ressemblera le regain d'intérêt pour l'innovation chez Parlons sciences ? Alexandra Kasper, responsable du programme, explique que les programmes existants, de la petite enfance à la fin du secondaire, seront plus explicites sur les compétences en matière d'innovation et sur le développement d'un état d'esprit novateur. Par exemple, ces programmes utiliseront des techniques de métacognition pour attirer l'attention sur chaque étape du processus d'innovation. Des séances spéciales sur le thème de l'innovation et des projets pratiques feront également partie des programmes existants. En outre, un tout nouveau programme sera lancé à l'automne pour les élèves de la 1^{re} à la 4^e secondaire et débouchera sur une vitrine nationale de l'innovation.

Les élèves participant aux programmes de Parlons sciences auront également l'occasion de s'informer sur les carrières qui leur sont offertes auprès de personnes modèles qui ont bâti leur carrière ou leur entreprise sur l'innovation. Le personnel enseignant sera soutenu dans son apprentissage de la pédagogie de l'innovation et des façons de concevoir des environnements d'apprentissage qui favorisent un état d'esprit novateur.

L'objectif est clair : renforcer la confiance des élèves et les aider à devenir des innovateurs et innovatrices. Et cela profitera à tous. Mme Schmidt conclut : « En mettant l'accent sur l'innovation, Parlons sciences prépare la prochaine génération d'innovateurs et d'innovatrices, de personnes capables de résoudre des problèmes et de membres engagés de la société. »



De minuscules forêts

Même si l'intérêt récent des scientifiques pour les mousses contribue à éclaircir leurs mystères, ces petites plantes ont encore beaucoup à nous apprendre. Voyage dans le monde des bryophytes.

Par **Émilie Parent-Bouchard**

Bottes de caoutchouc aux pieds, casquettes enfoncées sur la tête, couteaux, loupes grossissantes et petits sacs en papier en main : Sofia Vargas et Tierney Kist sont armées pour affronter les marais grouillants d'insectes.

Embauchées par le Musée canadien de la nature pour faire le suivi de l'inventaire des organismes vivants qui peuplent ses propriétés, les étudiantes en biologie et en sciences environnementales vivent un « été de rêve ». Même si, pour le moment, elles sont à quatre pattes dans un boisé pour récolter des échantillons de plantes minuscules, qu'elles placent soigneusement dans des sacs en papier !

Elles ont beau étudier en biologie, elles découvrent à peine les bryophytes, ou mousses comme on les appelle plus communément. Les deux employées ont carrément eu un coup de cœur pour leur monde lilliputien. « Avant, je ne les remarquais pas, je ne les reconnaissais pas. Maintenant, j'en vois partout. Même dans la rue, je m'exclame : "Oh, regarde, il y a trois espèces de mousses là !" » raconte Tierney, amusée, en préparant des échantillons de sporophytes – les capsules qui contiennent les spores permettant la dispersion des bryophytes – pour les observer au microscope à balayage électronique.

À l'instar de ces deux apprenties, les naturalistes, de niveau amateur ou professionnel, sont de plus en plus nombreux à s'intéresser à ces menues créatures longtemps ignorées qui tapissent pourtant le sol de forêts entières, s'incrustedans dans les fissures

des trottoirs et colonisent des environnements aussi hostiles que l'Arctique et les milieux hautement perturbés par des activités industrielles.

Il était temps ! Ces espèces « ingénieuses » rendent à leur écosystème de nombreux services, que la recherche parvient enfin à rendre visibles. « On s'est longtemps dit : elles sont si petites qu'elles ne sont pas importantes, explique la conservatrice de l'Herbier national du Canada, Jennifer Doubt (qui supervise le duo à quatre pattes !). Mais considérées dans leur ensemble, elles changent leur environnement, l'environnement des autres plantes et celui des animaux. Elles sont très abondantes, surtout dans le nord, où elles constituent souvent la majorité de la matière végétale et donc des habitats. »

PETITES CONQUÉRANTES

C'est parce qu'elle était lasse de constater qu'on confiait le plus souvent l'identification des bryophytes à des personnes joignables « par la poste » que Jennifer Doubt a commencé à s'intéresser à ces petites plantes. Après un premier cycle universitaire en botanique dans son Ontario natal, Jennifer Doubt choisit l'Alberta pour sa maîtrise. « De nouveaux projets de sables bitumineux commençaient dans cette province. Il y avait beaucoup d'études d'impact environnemental et donc beaucoup d'occasions d'aller sur le terrain. Même en 1998, ils tenaient compte des bryophytes dans leurs inventaires pour les études d'impact », rappelle-t-elle, mentionnant

Jennifer Doubt et notre journaliste



Dépourvues de racines, les bryophytes poussent sur la roche, les arbres vivants ou en décomposition, ainsi que dans les ruisseaux et les tourbières.



Jennifer Doubt et un tiroir rempli de spécimens





Un spécimen de macounie luisante de l'Herbier national du Canada

LA MACOUNIE LUISANTE A-T-ELLE DISPARU ?

La macounie luisante (*Neomacounia nitida*) est la seule plante considérée comme ayant disparu du Canada. Elle doit son nom au botaniste autodidacte John Macoun, dont le legs d'une centaine de milliers d'échantillons végétaux constitue la base de l'Herbier national du Canada. Macoun a recueilli deux échantillons de macounie luisante dans les environs de Belleville, en Ontario, en 1862, puis en 1864. Malgré les tentatives de nombreux botanistes, la plante n'a jamais été repérée de nouveau dans la nature. « Ce sont les deux seules fois dans l'histoire et dans le monde que cette espèce a été récoltée », indique l'actuelle conservatrice de l'Herbier national du Canada, Jennifer Doubt, précisant que des duplicatas des échantillons de Macoun sont aussi conservés aux États-Unis et en Europe.

En 2002, le Comité sur la situation des espèces en péril du Canada (COSEPAC) a désigné la macounie luisante comme disparue. Pour Jennifer Doubt, le doute plane toujours. « C'est très improbable, presque impossible qu'une espèce ait poussé uniquement dans un marécage près de Belleville et nulle part ailleurs. Beaucoup de personnes au cours des années ont pensé que ce devait être une erreur, que quelqu'un lui avait envoyé cet échantillon en provenance d'ailleurs dans le monde », laisse-t-elle tomber. Jusqu'à ce que quelqu'un retrouve la trace de la macounie luisante, toutes ces hypothèses se vaudront...

au passage que la prise en compte des bryophytes est encore trop rare en Ontario et au Québec lors du même genre d'études d'impact environnemental.

Pour comprendre pourquoi il importe de les protéger, il faut plonger dans leur biologie.

D'abord, quelle différence y a-t-il entre ces plantes et les autres végétaux ? Les bryophytes sont dans une tout autre catégorie que les plantes vasculaires, le plus grand groupe sur Terre, qui inclut l'orchidée, l'épinette, la fougère, le plant de tomate, le cactus, etc.

Attention : les bryophytes ne sont pas moins évoluées ! Ces petites conquérantes gagnent du terrain, le plus souvent au ras du sol, depuis plus de 500 millions d'années. Le groupe compte plus de 20 000 espèces réparties en trois phylums : les mousses — qui comprennent les sphaignes —, les hépatiques et les anthocérotes. Elles seraient en quelque sorte les sœurs des plantes vasculaires, d'après les derniers travaux de phylogénétique moléculaire. Elles partageraient donc des ancêtres communs : les premières plantes qui ont colonisé la terre ferme.

Les bryophytes ont simplement opté pour des stratégies de survie différentes de celles des plantes vasculaires. Ces dernières ont misé sur le stockage et le transport d'eau et de nutriments dans leurs tissus pour faire leur place sur cette planète et se reproduisent le plus souvent en produisant des graines ou par drageonnement. Les bryophytes sont quant à elles dépourvues des tissus et des racines qui transportent eau et nutriments, et sont constituées de gamétophytes vivaces, qui produisent des sporophytes éphémères contenant

les spores qui assurent la dispersion de leurs colonies. Elles maximisent leur reproduction lorsque les conditions de lumière et d'humidité sont favorables, puis se remettent en dormance l'hiver venu, ce qui leur impose de conserver une taille réduite.

Selon Jennifer Doubt, une dizaine de bryologues tentent jour après jour, d'un océan à l'autre, de percer les mystères de ces petits organismes. Il reste encore beaucoup de chemin à faire. « Presque toutes les questions sont ouvertes. Pour moi, le premier défi est de convaincre les universités, les collèges et les organisations gouvernementales qu'il est important d'inclure ces espèces dans la prise de décisions pour le développement et la protection des milieux naturels », explique-t-elle.

Le vent commence à tourner, selon la directrice de l'Institut de recherche sur les forêts de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), Nicole Fenton. « On vit un peu un moment de gloire. Les bryophytes sont de plus en plus reconnues comme étant importantes à étudier. Premièrement, parce qu'elles sont d'excellents indicateurs de perturbations. »

En effet, l'alimentation des bryophytes ne passe pas par des racines : leurs feuilles et leur tige se nourrissent dans l'air et absorbent les nutriments apportés par la pluie. Elles sont donc directement exposées aux polluants, dont les métaux lourds. Étudier un spécimen revient donc à étudier la qualité de son environnement.

Nicole Fenton mentionne aussi la possibilité de miser sur la résilience des bryophytes pour revégétaliser les lieux justement hautement perturbés par l'activité humaine. C'est bien là leur

Les mousses couvrent au moins 9,4 millions de km²

sur Terre, soit presque l'équivalent de la superficie

du Canada, selon une étude parue

dans *Nature Geoscience* en mai 2023.

QUELQUES ESPÈCES DU QUÉBEC



**Sphaigne de
Girgensohn**



Riccie flottante



**Célaphozie
des marais**



**Calypogée
des sphaignes**

principal « talent » : ces pionnières peuvent coloniser des milieux minéraux et fabriquer ensuite un substrat douillet pour la croissance d'autres espèces végétales. Elles sont les premières à régénérer les sols à la suite de perturbations telles que les feux de forêt ou l'activité industrielle.

Nicole Fenton travaille à un projet sur les terrains autour de la controversée Fonderie Horne, située à Rouyn-Noranda, à un jet de pierre de son université. Son équipe veut voir s'il est possible de favoriser l'implantation de mousses sur des roches pour qu'elles constituent un jour un sol pour d'autres espèces. « Tout près de la Fonderie, il n'y a pas grand-chose qui pousse — ce n'est pas très surprenant, note-t-elle, en référence aux émissions atmosphériques d'arsenic, de cadmium et de plomb, qui font les manchettes. Mais quand on va plus loin, l'effet des mousses [implantées] semble être positif, même si c'est très préliminaire », poursuit-elle en indiquant que c'est le très répandu cératodon pourpre (*Ceratodon purpureus*) qui sera utilisé dans le cadre de ces travaux.

Il faut aussi dire que les bryophytes, en particulier les sphaignes, ont la capacité de rendre l'azote assimilable par

les autres végétaux. « Dans bien des forêts, les bryophytes abritent entre leurs feuilles des algues bleues [des cyanobactéries] qui leur permettent de fixer l'azote atmosphérique, explique Jennifer Doubt. C'est une des principales sources d'azote de bien des écosystèmes forestiers, voire la principale. Ces algues ne sont abritées ni par les arbres ni par les plantes vasculaires. Les bryophytes sont le canal par lequel l'azote de l'air parvient dans le sol sous une forme que les arbres peuvent utiliser. »

DES ÉPONGES À CARBONE

Les bryophytes jouent aussi un rôle majeur dans la séquestration du CO₂, notamment dans les tourbières, des milieux humides composés principalement de sphaignes. Ces plantes sont responsables du stockage d'un tiers du carbone dans les sols de la planète, malgré le fait qu'elles ne couvrent que de 3 à 5 % de la surface de la Terre. La matière organique s'y dépose plus rapidement qu'elle ne s'y décompose, d'où la capture de carbone.

Une découverte québécoise récente réalisée dans la forêt boréale abitibienne démontre d'ailleurs que, sur une période de 200 ans, les tourbières ont capté

LE MYSTÈRE DE LA VIE PRESQUE ÉTERNELLE

Dans un laboratoire de l'Université de l'Alberta, la chercheuse Catherine La Farge a réussi à ressusciter des sphaignes datant de la petite ère glaciaire, soit la période entre les 13^e et 19^e siècles caractérisée par un refroidissement du climat. En cultivant des spécimens libérés par la fonte des glaciers de Sverdrup Pass, au centre de l'île d'Ellesmere, au Nunavut, la bryologue a démontré l'extrême résilience de ces plantes reconnues pour pouvoir se mettre en dormance lorsque les conditions propices à la croissance sont inadéquates. Non seulement la régénération de ces mousses ensevelies depuis environ 400 ans est spectaculaire, mais elle met aussi en évidence une stratégie de dispersion étonnante des bryophytes. Il s'agit de la totipotence, c'est-à-dire la capacité d'une seule cellule à relancer la constitution d'une nouvelle colonie de plantes. La prouesse montre aussi la capacité des bryophytes à survivre pendant plusieurs années sans eau, ce qui sera sûrement un avantage pour elles dans un contexte de réchauffement climatique.

jusqu'à cinq fois plus de carbone que les arbres, ce qui remet en perspective l'idée de planter des arbres pour la captation du carbone et braque les projecteurs sur l'impérative nécessité de protéger ces milieux fragiles, où les effets des changements climatiques sont encore mal compris.

GRANDES ET PETITES QUESTIONS À VENIR

Pour faire avancer les connaissances sur les bryophytes, le monde de la recherche est aidé de nombreux amateurs et amatrices, dont Marc Favreau, l'actuel président de la Société québécoise de bryologie.

C'est par esprit de contradiction qu'il a commencé à s'intéresser au sujet. « Quand j'étais étudiant au baccalauréat en biologie, le professeur nous a demandé d'ignorer les bryophytes pour un travail de relevé en écologie. Mais sur le site que je devais étudier, il n'y avait pratiquement que des bryophytes : je n'ai pas suivi la règle, ça aurait été complètement absurde ! C'est un peu ça qui m'a donné la piqûre », se souvient le retraité qui a mené une carrière de traducteur tout en nourrissant, en parallèle, son intérêt pour la bryologie.

Sa rencontre, au cours des années 2000, avec le regretté Jean Faubert, « figure dominante de la bryologie au Québec », donnera une nouvelle impulsion à sa passion. Cet autodidacte caresse le projet de coucher sur papier les milliers d'observations faites au fil de ses explorations.

Un travail de moine : les bryophytes sont si petites qu'il faut la plupart du temps les mettre sous un microscope pour les identifier. Et souvent même pousser l'investigation jusqu'à la coupe transversale des feuilles d'un spécimen afin d'en observer l'organisation cellulaire, qui peut être une clé d'identification. Par exemple, les feuilles de plusieurs mousses sont constituées d'une seule couche de cellules, ce qui aide à les identifier.

Marc Favreau a été le secrétaire attiré de la publication de la *Flore des bryophytes Québec-Labrador*, parue en 2012. L'ouvrage en trois volumes répertorie et décrit les 883 taxons

connus de la province, en plus d'en fournir les clés d'identification. Selon lui, la retombée la plus importante de cette publication est certainement d'avoir fait connaître davantage ces petites plantes aussi jolies qu'utiles. « Il y a plus de gens qui sont les ambassadeurs de cette science auprès de personnes qui ne la pratiquent pas directement. Ça a eu un effet multiplicateur », évalue-t-il, précisant que son auteur s'est vu décerner en 2014 le prix Henry Allan Gleason, remis par le Jardin botanique de New York à une publication « exceptionnelle » dans le domaine de la taxonomie et de l'écologie végétales.

Chaque pierre apportée à l'édifice de la connaissance sur les bryophytes a son importance, souligne Marc Favreau. Il n'est plus perçu comme un illuminé quand des adeptes de randonnée le croisent, accroupi, en train de contempler un spécimen avec sa loupe. « On connaît de mieux en mieux les bryophytes grâce aux découvertes que font ces amateurs très actifs. Il y a beaucoup de choses qu'un amateur ne peut pas faire : on n'a pas les moyens de faire les analyses moléculaires. Les chercheurs à l'université ont leur rôle à jouer. Mais les citoyens peuvent aussi contribuer à leur façon. »

Il ajoute que la base de données BRYOQUEL, qui répertorie toutes les informations contenues dans la *Flore des bryophytes du Québec-Labrador* en plus de « dizaines de nouvelles espèces » trouvées depuis 2012, permet aux amateurs et amatrices de laisser leur trace en vue d'une éventuelle réédition.

Sur le terrain du musée, Sofia Vargas et Tierney Kist, nos deux bryologues néophytes, sont aussi emballées par l'idée de contribuer au patrimoine végétal canadien en légant leurs spécimens à l'Herbier national : « Finalement, on est des scientifiques ! » s'exclame Sofia Vargas, qui espère faire carrière dans un musée afin de parcourir le monde et d'avoir à la fois un pied sur le terrain et l'autre dans un laboratoire.

Allez : tout le monde dehors ! La prochaine grande découverte est peut-être juste là, sous nos pieds ! ●

POUR S'INITIER À LA BRYOLOGIE

Il se peut que votre rythme de randonnée ralentisse si vous tombez sous le charme des bryophytes. Mais vous serez récompensés par l'étonnante beauté de ces petites plantes en voie de démentir leur statut de parent pauvre de la botanique. Une simple loupe de terrain vous entraînera peut-être, comme Alice, au pays des merveilles ! Voici quelques ressources utiles pour les débutants et débutantes motivés.



À LA DÉCOUVERTE DES MOUSSES ET AUTRES BRYOPHYTES :

paru en 2022, ce premier guide d'initiation aux bryophytes du Québec permet de découvrir 64 espèces relativement faciles à identifier sur le terrain. Tombez sous le charme du gnome discret, de la lanterne des rochers, de l'or des lutins ou de l'arabesque des forêts grâce à cet ouvrage déjà en réimpression !



LA FORMATION KUCYNIK :

chaque année, une vingtaine de curieux se donnent rendez-vous pour un week-end d'observation et d'identification des bryophytes. L'engouement est palpable : les places se sont envolées en deux jours pour l'édition 2023. Surveillez le site Web de la Société québécoise de bryologie pour mettre la formation de 2024 à votre calendrier !



LA BASE DE DONNÉES BRYOQUEL : cette base de données mise à jour par la Société québécoise de bryologie vous permettra de comparer et de tenter d'identifier vos trouvailles. Qui sait, peut-être pourrez-vous contribuer à la mise à jour de la future édition augmentée de la *Flore des bryophytes du Québec-Labrador* ?



DE L'AIDE POUR CELLES ET CEUX QUI NOUS AIDENT

LA détresse sociale est plus forte que jamais dans les villes : itinérance, surdoses, troubles de santé mentale, violence conjugale en hausse. Puis il y a les collègues qui se font blesser ou tuer en service. Sans oublier les immenses feux de forêt qu'il faut combattre.

Voilà quelques exemples de situations tragiques auxquelles est confronté le personnel de la sécurité publique. Parfois, la coupe est pleine pour ces personnes qui travaillent dans les services de police, d'incendie, paramédicaux, de répartition des appels d'urgence et autres premiers intervenants. C'est alors à leur tour, ou aux membres de leur famille, d'avoir besoin de soutien.

C'est pourquoi un programme en ligne d'aide à la santé mentale gratuit et anonyme a été conçu par le centre de recherche clinique PSPNET de l'Université de Regina, en partenariat avec l'Institut canadien de recherche et de traitement en sécurité publique.

« Le programme a été créé parce qu'il y avait des besoins criants chez ces personnes qui sont toujours là pour soutenir leur communauté et dont le quotidien au travail est, particulièrement depuis quelques années, rempli d'imprévisibilité et de drames », affirme la D^{re} Amélie Fournier, psychologue clinique principale du programme au Québec.

Comme ces travailleuses et travailleurs doivent faire preuve de leadership, ils ont souvent de la difficulté à reconnaître leur propre vulnérabilité. Pourtant, trouble de stress post-traumatique, anxiété et dépression sont fréquents dans ces corps de métier.

La plupart des employeurs du domaine offrent déjà des services d'aide psychologique. « Mais ils ne sont pas toujours utilisés parce que les gens ont peur du manque d'anonymat et craignent d'être stigmatisés », explique Amélie Fournier.

En outre, les défis de logistique sont fréquents, particulièrement en dehors des grands centres. « Dans les régions plus éloignées, les membres du personnel peuvent avoir à faire plus d'une heure de route pour se rendre à leur séance de thérapie. Et comme ce sont des métiers avec des horaires atypiques, il est parfois difficile de trouver des moments qui conviennent. »

La thérapie cognitive comportementale offerte par le PSPNET est composée de ressources en ligne pouvant être consultées 24 h sur 24 et d'échanges par téléphone ou par courriel avec un psychologue attitré. Le tout représente de deux à trois heures hebdomadairement, pour 8 semaines, avec la possibilité d'aller jusqu'à 16.

« C'est une psychothérapie menée par des spécialistes qui connaissent bien la réalité du personnel de la sécurité publique, donc c'est rassurant », précise la psychologue.

Idéalement, l'outil serait utilisé en prévention. « Nous aimerions que les membres du personnel de la sécurité publique, actuel ou ancien, viennent chercher de l'aide dès qu'un aspect de leur vie commence à être déroutant, explique la psychologue. Souvent, une personne a des facteurs de vulnérabilité, mais c'est une situation personnelle, comme une séparation, un deuil, ou une maladie, qui fait qu'elle commence à moins bien aller. C'est mieux d'agir à ce moment-là, plutôt que d'attendre que les symptômes s'accroissent. »

Il n'y a pas de liste d'attente : lorsqu'une personne a complété la demande de suivi, elle obtient la plupart du temps un entretien téléphonique dans les 48 h et sait à quel moment exact cet entretien aura lieu. Ce programme, conçu par une équipe de recherche, a fait ses preuves auprès de 350 individus au Québec, où il est offert depuis 2020. « Pas moins de 98 % des personnes qui l'ont suivi le recommanderaient à des collègues ou à des proches, souligne Amélie Fournier, ce qui va au-delà de nos attentes. »



LA HONTE D'ÊTRE

vierge

Au Québec, la virginité chez les jeunes adultes est de plus

en plus fréquente. On la stigmatise néanmoins toujours autant.

Par Joël Leblanc | ILLUSTRATION : SOPHIE BENMOUYAL


Puceau ! Pucelle !

Si à la base, ces mots n'ont rien de péjoratif, ils se transforment en insulte à mesure que l'adolescence avance et que l'âge adulte approche. La virginité, lorsqu'elle se prolonge au cégep ou à l'université, devient pour plusieurs une tare à dissimuler, un fardeau dont on est rarement fier. Les personnes qui atteignent la vingtaine sans avoir eu d'expérience sexuelle sont de plus en plus nombreuses au Québec, mais cela ne semble pas suffire à normaliser la chose.

« C'est parce que la société attend de nous que nous ayons perdu notre virginité avant d'entrer dans la vingtaine, ou à peu près, explique Marie-Aude Boislard, professeure au Département de sexologie de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). En psychologie, on parle de la théorie de l'horloge sociale : notre culture nous dicte à quel moment il est approprié de commencer son premier emploi, de faire des enfants, de prendre sa retraite... et de perdre sa virginité. » Gare à ceux et celles qui ne suivent pas cette horloge !

Dans une étude publiée en février 2022 dans la revue *Emerging Adulthood*, Marie-Aude Boislard et son équipe ont exploré les difficultés que rencontrent les jeunes adultes encore vierges. Arriver à la vingtaine en étant encore sexuellement inexpérimenté, par choix ou pas, comporte son lot de défis. « Nous avons réalisé une étude par entrevues auprès de 29 jeunes adultes hétérosexuels qui se déclaraient vierges, explique la chercheuse. Tous ont dit rencontrer des difficultés à cause de leur statut et nous avons pu classer ces difficultés en trois grandes catégories. » Il y a les effets émotionnels, notamment une grande tristesse, ainsi que les difficultés sociétales, par exemple, se faire accepter comme on est. Puis, il y a les défis interpersonnels, comme la difficulté à développer une relation intime.

Les participants et participantes ne se plaignaient pas tant d'être vierges que d'être seuls. « C'était la souffrance liée au manque d'intimité amoureuse qu'ils trouvaient plus difficile, autrement dit, la virginité amoureuse »,



Nos résultats montrent que les adultes vierges sont confrontés à des difficultés qu'on retrouve chez d'autres minorités sexuelles, comme la stigmatisation et la honte.

– Marie-Aude Boislard

explique Audrey Leroux, étudiante au doctorat en psychologie et cosignataire de l'étude. Le fait de ne pas avoir encore eu d'amoureux ou d'amoureuses fait plus mal que de ne pas avoir eu de relations sexuelles.

« Nos résultats montrent aussi que les adultes vierges sont confrontés à des difficultés qu'on retrouve chez d'autres minorités sexuelles, comme la stigmatisation et la honte, poursuit Marie-Aude Boislard. Notre étude contribue à rendre ces individus visibles. Car, avec les personnes asexuelles ou aromantiques, ils sont souvent les grands oubliés des discours valorisant la diversité sexuelle. »

La chercheuse Yara Barrense-Dias nuance un peu le portrait. Son équipe du Centre universitaire de médecine générale et santé publique, en Suisse, a étudié des gens toujours vierges à 26 ans. « Il est vrai que certaines études ont démontré que les jeunes inexpérimentés sexuellement pourraient souffrir de stigmatisation lorsque la virginité n'est pas choisie. Tout ça va de pair avec la comparaison avec les semblables, qui fait que le ou la jeune se sent hors norme. Et il peut y avoir des troubles de santé mentale. Néanmoins, nous parlons essentiellement d'association et non de causalité : il se peut que la santé mentale soit impactée par autre chose, par exemple, le fait d'habiter toujours chez ses parents à 26 ans ou d'être en surpoids. Cela influe également sur les relations sociales et intimes, sans que nous puissions pour autant établir un lien de cause à effet. »

Que la virginité soit la cause du mal-être ou pas, les sondages révèlent qu'au Québec 7 % des hommes et 4 % des femmes de plus de 25 ans étaient toujours vierges en 2017. Même chose en Suisse, où, la même année, 5 % des gens de cette tranche d'âge se déclaraient sexuellement inexpérimentés. Une frange importante de la population des jeunes adultes demeure donc invisible

aux yeux des psychologues et des sexologues, en raison du peu de recherches effectuées sur le sujet. Indice de l'abondance relative du phénomène : le recrutement pour l'étude des chercheuses de l'UQAM a été des plus faciles. « Et tout le monde était bien heureux d'avoir enfin une occasion de s'exprimer sur le sujet », a noté son autrice principale.

MÊME AU CINÉMA

Mais si les jeunes adultes vierges sont aussi nombreux, leur situation n'est pas pour autant considérée comme « normale » par la société, qui continue de les stigmatiser, ce qu'avait déjà montré en 2017 une étude américaine.

Une réalité qui transparait dans les œuvres cinématographiques et les séries télévisées, comme les scientifiques de l'UQAM l'ont démontré dans une autre étude. « Avec des chercheuses de l'École des médias et du Département des communications sociales et publiques, nous avons analysé 11 personnages vierges dans autant de séries et de films nord-américains populaires auprès de jeunes adultes, d'Anastasia dans le film *50 nuances de gris*, à Sam de la série *Atypique*. Dans tous les cas, nous avons observé un double standard selon le sexe des personnages, et ce, à plusieurs niveaux. »

D'abord, l'inexpérience sexuelle des personnages masculins est toujours attribuée à des facteurs incontrôlables et externes, comme une maladie. La virginité n'est pas leur choix et est imposée par la société ou le « destin ». Les personnages féminins, eux, sont évalués et jugés socialement ; ils sont tenus responsables de leur inexpérience et doivent même la justifier.

« Ensuite, poursuit Marie-Aude Boislard, le désir et les compétences sexuelles sont présentés comme quelque chose d'intuitif chez les personnages masculins, alors que la virginité est plus montrée comme intentionnelle

chez les personnages féminins. Et le genre teinte aussi les réactions de l'entourage : les personnages masculins vierges reçoivent plus de conseils, ce qui laisse penser que l'infamie de la virginité est plus marquée pour les hommes. Autre fait que nous avons noté : tous les personnages deviennent actifs sexuellement avant la fin du film ou de la série. » Retour à la norme, donc : il ne faut pas détraquer l'horloge sociale...

En plus de l'importance grandissante des jeunes adultes vierges, les recensements canadiens indiquent depuis une dizaine d'années que le nombre d'adultes célibataires est en hausse, et des études américaines montrent que la fréquence des activités sexuelles et le nombre de partenaires au début de l'âge adulte sont en baisse. Par conséquent, la représentation de l'inexpérience sexuelle chez les adultes dans les œuvres de fiction ressemble moins à un reflet de la réalité qu'à un cliché dépassé. Sans compter une autre invraisemblance sur les écrans : « Lors de nos études, précise Yara Barrense-Dias, nous avons trouvé plus d'hommes que de femmes chez les jeunes sexuellement inexpérimentés, alors que les fictions présentent surtout des femmes dans cette situation. »

Et si le cinéma contribuait à maintenir la stigmatisation chez les vierges tardifs ? « C'est une de nos hypothèses, soutient Marie-Aude Boislard. La société évolue, mais sur ce chapitre, le cinéma ne suit pas, du moins pas assez vite. » Ces travaux éveilleront peut-être les consciences des créatrices et créateurs du petit et du grand écran. ●

Le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, qui finance les travaux de chercheuses et chercheurs d'ici, soutient financièrement Québec Science dans sa mission de couvrir des sujets liés aux sciences humaines. Le magazine conserve son indépendance dans le choix et le traitement des sujets.

UN LABORATOIRE AU SOLEIL

Deux ans après leur inauguration, les premières centrales solaires raccordées au réseau d'Hydro-Québec révèlent le potentiel, mais aussi les limites de cette filière dans le contexte québécois. *Québec Science* en a visité une.

Par Karl Rettino-Parazelli

LE soleil est radieux et le ciel, presque sans nuages. De part et d'autre du chemin de gravier qui traverse le parc solaire, les panneaux sont disposés en rangées symétriques. « C'est elle, la gagnante », lance l'opérateur du site, Amine Karmouni, en désignant une section en particulier, au fond à droite. Les panneaux qui s'y trouvent se sont révélés plus productifs que les autres, et ce sont probablement ceux-là qu'Hydro-Québec installera si elle se lance un jour à fond de train dans le solaire.

Mais pour le moment, l'heure est à l'expérimentation. C'est ici, à Varennes, sur la Rive-Sud dans la région de Montréal, que la société d'État a mis

en service, au printemps 2021, l'un des deux premiers parcs solaires connectés à son réseau, la centrale Robert-A.-Boyd. Elle compte plus de 4600 panneaux sur une superficie équivalant à environ 10 terrains de football, tandis que la centrale Gabrielle-Bodis, à La Prairie, en a cinq fois plus. À elles deux, ces installations permettent d'alimenter en électricité environ 1000 maisons.

Au-delà de leur capacité de production, ces parcs solaires ont été présentés dès le départ comme une sorte de laboratoire devant permettre à Hydro-Québec de développer ses connaissances en matière d'énergie photovoltaïque. Et les données accumulées depuis deux ans commencent à nous donner une idée

de ce qui nous attend. De grands parcs solaires québécois, comme on en voit à perte de vue en Europe et ailleurs ? Sans doute pas. Mais des installations de plus petite envergure pour répondre à des besoins ciblés ? Probablement d'ici quelques années.

PAREIL, PAS PAREIL

Au premier coup d'œil, rien ne différencie les milliers de panneaux solaires installés juste à côté de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ), à Varennes. Dans les faits, chaque section a été conçue différemment pour tester des paramètres-clés. « On a deux types de panneaux avec trois configurations possibles », résume Claude



Paquette, chef de la recherche et développement à l'IREQ.

Sur le terrain gazonné, on trouve des panneaux monofaces (qui captent l'énergie du soleil d'un seul côté) et des panneaux bifaces (qui ont des cellules photovoltaïques de chaque côté), dont l'inclinaison est de 30 ou de 40 degrés. « On a aussi des panneaux avec suiveurs, qui s'inclinent pour suivre le mouvement du soleil et capter le plus d'énergie possible », explique Jean Sumaili Akilimali, un chercheur de l'IREQ spécialisé dans l'analyse de la performance des panneaux solaires. La section « gagnante » est celle des panneaux bifaces avec suiveurs : elle produit environ 15 % plus d'électricité que les monofaces fixes, indiquent les données recueillies jusqu'à maintenant par Hydro-Québec.

Chaque section de panneaux a son onduleur, un appareil électronique mis à l'abri dans une boîte métallique, qui convertit le courant continu produit par les panneaux solaires en courant alternatif. C'est ce type de courant qui est ensuite injecté dans le réseau d'Hydro-Québec. Des câbles souterrains acheminent l'électricité des onduleurs vers un transformateur, qui augmente la tension du courant, puis en direction des disjoncteurs situés quelques centaines de mètres plus loin. C'est à cet endroit que les câbles sortent de terre pour rejoindre le réseau de distribution de la société d'État qui longe la route 229.

À l'extrémité du parc solaire, une roulotte de chantier semblable à celles dans lesquelles on enfiler nos patins en

bordure d'une patinoire extérieure est en quelque sorte le centre de contrôle de l'installation. À l'intérieur, des ordinateurs recueillent et stockent les données qui sont scrutées par l'équipe de Claude Paquette. Dans un coin de la pièce, un ordinateur portable montre en temps réel la production de chaque section de panneaux solaires.

Pour affiner son analyse, l'équipe de recherche d'Hydro-Québec a également installé sur le site de Varennes une station météo qui capte notamment la température ambiante, l'humidité et la vitesse des vents, ainsi qu'une série d'instruments spécialisés qui récoltent plusieurs milliers de mesures par seconde. « Vous ne verrez pas ça dans une centrale habituelle », affirme Jean Sumaili Akilimali.

C'est ainsi que le personnel de la société d'État a constaté que les panneaux bifaces fonctionnent mieux que les monofaces — surtout en raison de la réflexion des rayons du soleil sur la neige en hiver —, que ceux à 40 degrés d'inclinaison sont plus productifs que ceux à 30 degrés, mais aussi que la production hivernale représente un défi. « Par une belle journée ensoleillée en hiver, on atteint les puissances les plus élevées. Sauf que la durée d'ensoleillement est réduite, constate M. Sumaili Akilimali. En hiver, on produit moins, mais on produit mieux. »

La question du déneigement des panneaux soulève par ailleurs des interrogations : cela vaut-il la peine de les déneiger manuellement ou d'y installer des câbles chauffants pour


éviter que la neige s'y accumule ? Une question qui sera examinée dans les prochaines années.

UNE GOUTTE D'EAU

L'incursion d'Hydro-Québec dans le solaire avec ces deux parcs connectés à son réseau ne signifie pas pour autant que le photovoltaïque envahira la province du jour au lendemain.

À l'échelle du Québec, l'énergie solaire est l'équivalent d'une goutte d'eau en amont d'un barrage hydroélectrique. Outre ces deux centrales expérimentales, on compte un micro-réseau implanté à Lac-Mégantic et le réseau autonome de Quaqtaq, dans le nord du Québec, qui possède 69 panneaux solaires. La puissance de ces panneaux équivaut à 2 % de celle de la centrale thermique qui alimente le village. Selon *l'État de l'énergie au Québec de 2023*, le solaire ne représentait que 0,002 % de la production d'électricité de la province en 2021 et il occupe une place marginale dans le plan d'approvisionnement 2022-2032 d'Hydro-Québec. « Nous poursuivons nos études sur le potentiel solaire, et il n'est pas exclu que, dans l'avenir, la production solaire occupe une place plus importante dans notre mix énergétique, affirme le porte-parole de la société d'État Francis Labbé. Face à l'ampleur des besoins en électricité, le solaire doit faire partie des options évaluées. »

Le potentiel solaire du Québec « n'est pas suffisamment exploité », d'après Karim Belmokhtar, chef scientifique de Nergica, un centre de recherche



Des panneaux de la centrale solaire Robert-A. Boyd



Panneaux bifaces



Panneaux avec suiveurs



Onduleur, qui convertit le courant

FORTE PROGRESSION DU SOLAIRE DANS LE MONDE

La capacité de production des énergies renouvelables sur la planète a augmenté de 13 % en 2022 par rapport à l'année précédente. C'est l'énergie solaire qui a connu la progression la plus importante, avec une hausse de 35 % de la capacité installée, indique un rapport publié en juin dernier par l'Agence internationale de l'énergie. La vaste majorité de cette expansion de la filière solaire s'est faite en Chine et en Europe. En 2021, l'énergie solaire ne représentait toutefois que 3,6 % de la production mondiale d'électricité et était devancée par l'hydroélectricité et l'éolien.

appliquée en énergies renouvelables. Il donne l'exemple de l'Allemagne, dont le potentiel solaire est comparable à celui du Québec et qui a produit environ 10 % de son électricité grâce à des panneaux photovoltaïques l'an dernier. Il n' imagine pas de gigantesques parcs solaires dans la vallée du Saint-Laurent, mais plutôt des « parcs communautaires » de plus petite envergure ou encore des installations sur les toits des maisons, des commerces ou des industries, qui pourraient répondre à des besoins ciblés.

Avec nos tarifs d'hydroélectricité très bas et le coût de l'éolien qui l'est tout autant, il serait toutefois surprenant de voir le solaire occuper une place importante au Québec avant 2030, estime le titulaire de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal, Pierre-Olivier Pineau, coauteur de *l'État de l'énergie au Québec*. « Ultimement, le solaire va arriver au Québec quand les

prix de l'électricité vont monter et qu'on aura atteint la limite de l'hydroélectricité et de l'éolien. »

La compétitivité du solaire a d'ailleurs été mise à l'épreuve dans le cadre d'un appel d'offres d'énergie renouvelable lancé en 2021 par Hydro-Québec. Un projet solaire a été analysé, mais c'est l'éolien qui l'a finalement emporté. Le ministre de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie de la province, Pierre Fitzgibbon, se dit ouvert à un appel d'offres exclusivement solaire à l'avenir, mais laisse le soin au nouveau PDG d'Hydro-Québec, Michael Sabia, entré en poste en août dernier, de se prononcer.

DES OBSTACLES À SURMONTER

Le solaire comporte certains avantages — il est plus rapide à installer, moins déroutant visuellement et plus adapté



Centre de contrôle



Analyses au centre de contrôle



Station météo

pour répondre à de petits besoins énergétiques que l'éolien —, mais aussi plusieurs inconvénients. Sa production d'énergie est intermittente, au gré de la météo, et limitée aux heures d'ensoleillement. Or, les pointes de consommation d'électricité au Québec ont lieu en hiver, le matin et le soir... lorsque le soleil est couché. « Le problème du solaire, c'est que ça produit de l'électricité quand on n'en a pas besoin », résume M. Pineau.

Tout comme M. Belmokhtar, le professeur de HEC Montréal croit cependant que les panneaux solaires peuvent devenir intéressants si l'électricité qu'ils produisent parvient à être emmagasinée dans une batterie pour être utilisée au moment opportun.

« L'enjeu pour le développement du solaire, c'est la planification énergétique, affirme Karim Belmokhtar. Comment peut-on planifier la

production d'énergie solaire si les consommateurs deviennent aussi des producteurs? » demande-t-il, en pensant par exemple aux panneaux solaires installés sur le toit des maisons dont les surplus d'énergie peuvent alimenter le réseau d'Hydro-Québec.

Les chercheurs et chercheuses de l'IREQ en sont conscients et s'intéressent déjà à cette question. Ils comptent injecter l'énergie du parc solaire de Varennes sur leur « ligne d'essai », un réseau de distribution fictive qui permet de reproduire un vrai réseau de distribution à petite échelle, pour voir comment les installations réagissent. Claude Paquette et son équipe développent également un algorithme qui, à terme, permettrait de planifier la production solaire d'un réseau autonome selon les prévisions météorologiques afin de limiter le recours aux énergies fossiles, comme le

diesel, dans les régions qui ne sont pas connectées au réseau hydroélectrique.

Est-ce que la construction des parcs solaires de Varennes et La Prairie au coût de 40 millions de dollars aura valu la peine, quand on sait qu'Hydro-Québec n'a aucun plan concret pour le solaire à court terme? Karim Belmokhtar en est persuadé, mais Pierre-Olivier Pineau est beaucoup plus critique. « Ce sont des projets qui ont essentiellement été mis en avant pour des raisons marketing et politiques, dit-il. Ce n'était pas vraiment issu d'un réel besoin d'analyse. »

Les données continueront malgré tout de s'accumuler dans le centre de contrôle du parc solaire de Varennes, mais l'avenir de la filière solaire au Québec semble aussi brumeux que ces nuages qui viennent d'apparaître au-dessus de nos têtes, en bordure de l'autoroute 30. ●

LE VENT DANS LES PALES

Pour « cueillir » le vent de la mer, qui souffle plus fort que sur terre, de plus en plus de parcs éoliens voient le jour au large des côtes. Le potentiel est immense, y compris au Canada.

Par Marine Corniou

Surgissant des flots, des dizaines de monstres géants déploient leurs tentacules blancs vers le ciel, comme pour barrer la route aux navires trop aventureux. Voilà qui pourrait être la première ligne d'un récit de marins ou d'un mythe de l'Antiquité. L'image est pourtant un symbole d'avenir : les parcs d'éoliennes installés en pleine mer se multiplient à un rythme effréné, surtout au large de la Chine et de l'Europe. Et ce n'est que le début !

Si ce type d'installations ne représente pour l'instant que 7 % de tous les parcs éoliens dans le monde (l'immense majorité étant terrestre), le potentiel est quasiment illimité, selon l'Agence internationale de l'énergie. En théorie, sur

la planète, « l'éolien en mer pourrait générer 420 000 térawattheures (TWh) par an. C'est plus de 18 fois la demande d'électricité mondiale actuelle », avance l'Agence.

La mer étant plane, les vents y soufflent de façon plus régulière que sur terre, avec moins de turbulences et plus de force. À puissance égale, une éolienne en mer peut ainsi produire jusqu'à deux fois plus d'électricité qu'une éolienne terrestre.

Le filon est d'autant plus productif qu'on dispose désormais de machines colossales, qui n'ont cessé de gagner en puissance depuis l'inauguration du premier parc, au large du Danemark en 1991. Aussi hautes qu'un immeuble de 70 étages, avec des pales plus

longues que des terrains de football, les éoliennes les plus récentes ont une capacité individuelle de 14 à 16 mégawatts (MW), soit assez pour alimenter chacune de 18 000 à 36 000 foyers !

Voilà qui a convaincu l'Union européenne (UE), pionnière dans le domaine, de placer l'éolien en mer au cœur de son « Pacte vert », censé la mener à la carboneutralité en 2050. La capacité devrait être multipliée par 20, au moins, d'ici à 2030, grâce à des armées de turbines qui s'érigeront dans les cinq bassins maritimes de l'UE.

La mer du Nord est le centre névralgique de cette effervescence : en avril 2023, une coalition de

**Les éoliennes
les plus récentes
ont une capacité
individuelle de
14 à 16 mégawatts.**

neuf pays, menée par la Belgique, le Danemark, l'Allemagne et les Pays-Bas, s'est réunie pour affirmer son ambition de faire de cette mer la « plus grosse centrale électrique verte du monde ». Le but : y décupler la puissance éolienne installée d'ici 2050.

« On vit un moment charnière en Europe, la guerre russo-ukrainienne ayant eu un effet accélérateur sur la prise de conscience qu'il fallait décarboner et relocaliser les sources d'énergie, souligne Sylvain Roche, ingénieur de projets à la chaire Transitions énergétiques territoriales et chercheur associé à Sciences Po Bordeaux, en France. La stratégie de l'UE est d'atteindre 42,5 % d'énergies renouvelables d'ici 2030, alors qu'il n'y en a que 22 % aujourd'hui. C'est réaliste, notamment grâce aux parcs en mer, qui peuvent être déployés rapidement, et dont les coûts sont maintenant compétitifs. »

GÉANTES À L'ŒUVRE

L'UE met donc en branle « d'énormes projets industriels », souligne le chercheur. La Dogger Bank Wind Farm, le plus grand projet mondial à ce jour, illustre bien cette course au gigantisme. Située à plus de 125 km de la côte est du Royaume-Uni, cette « ferme » en construction comptera 277 éoliennes

d'ici 2026 et fournira de l'électricité à six millions de foyers britanniques ! Installées dans une zone sablonneuse peu profonde, les 95 turbines déjà en fonction ont donné leurs premiers coups de pales cet été ; un seul tour suffisant à alimenter une maison pendant deux jours !


Le fonctionnement est semblable à celui des éoliennes classiques : le vent fait tourner l'hélice (ou rotor), qui entraîne un axe dans la nacelle. Cet axe tourne lentement (de 20 à 30 tours par minute), mais la rotation est amplifiée par un système d'engrenages, jusqu'à faire tourner un second axe à plus de 1500 tours par minute. Ce dernier transmet le mouvement à un générateur, qui produit du courant électrique. Lequel est ensuite acheminé vers le continent par des câbles sous-marins.

Implantées en moyenne à une quarantaine de kilomètres des côtes, les éoliennes sont fixées sur des socles en béton posés sur les fonds marins. L'installation requiert des navires spécialisés et est impossible au-delà de 50 mètres de profondeur. « Il existe une deuxième technique, moins mature, qui va permettre d'aller encore plus au large, d'exploiter des vents plus forts avec moins de nuisance paysagère : l'éolien flottant », indique Sylvain Roche.

Cette approche permet de s'éloigner de l'étroite frange littorale, et de conquérir un immense eldorado énergétique. D'après le Conseil mondial de l'énergie éolienne (GWEC), « 80 % du potentiel éolien extracôtier du monde se trouve dans des eaux d'une profondeur supérieure à 60 mètres », et donc exploitable uniquement en mode flottaison. Plusieurs techniques sont testées, l'amarrage se faisant par des ancrs ou des pieux, comme pour les plateformes pétrolières en haute mer. Les machines flottantes devraient être déployées à grande échelle dès 2025, toujours selon le GWEC, et connaître une croissance fulgurante. La Chine planifie notamment une centrale de 1 gigawatt (GW) à l'horizon 2027. Même les États-Unis s'y intéressent, en particulier la Californie, dont les eaux sont trop profondes pour des éoliennes fixées.

VENT NOUVEAU

Au total, le gouvernement Biden souhaite d'ailleurs développer 30 GW d'éolien fixe en mer d'ici 2030, et 15 GW d'éolien flottant en plus d'ici 2035 – une cible ambitieuse compte tenu de l'énorme retard de l'Amérique du Nord dans le domaine. Les États-Unis bénéficient de seulement deux petits parcs marins, sur la côte est, mais sept autres



Implantées en moyenne
à une quarantaine
de kilomètres des côtes,
les éoliennes sont fixées
sur des socles en béton
posés sur les fonds marins.

Un parc éolien au large de la Suède

LA VOIE DU VENT AU QUÉBEC

Avec son hydroélectricité qui domine la production à 95 %, on pourrait croire que le Québec n'a pas besoin d'énergie solaire ou éolienne. En réalité, la province a tout à gagner à diversifier ses sources énergétiques. « Tout notre approvisionnement en électricité vient des mêmes régions, ce qui nous met à risque en cas de feux de forêt par exemple. On doit rendre nos communautés plus résilientes et réduire la pression sur le réseau », estime Josée Provençal, politologue spécialisée en énergie et membre du comité scientifique du groupe de recherche indépendant sur la décroissance Polémus.

L'éolien est d'ailleurs la voie de choix envisagée par Hydro-Québec pour répondre à la demande croissante en électricité de la province (on prévoit une augmentation de 25 TWh au cours des 10 prochaines années). Fin mars 2023, la société d'État a lancé un appel d'offres visant à ajouter 1500 MW de source éolienne au réseau – il y a déjà une production de 4000 MW. Le gouvernement a annoncé vouloir quadrupler la capacité éolienne sur un horizon d'environ 15 ans.

« L'éolien permet d'ajouter rapidement des moyens de production d'électricité, indique Maxence Huard-Lefebvre, porte-parole d'Hydro-Québec. C'est une source d'énergie qui s'intègre très bien au réseau et offre une bonne complémentarité avec l'hydro-électricité. »

Lorsque le vent souffle, l'énergie produite en sus permet de moins solliciter les centrales à réservoirs, lesquels constituent des sortes de batteries géantes. L'eau ainsi économisée permettra de donner plus de souplesse au réseau. « Les centrales de Manic-Outardes ou de la baie James ont alors la flexibilité pour répondre aux fluctuations de la demande », dit-il.

Cela tombe bien, le territoire est suffisamment vaste pour qu'on y implante de nombreux parcs éoliens terrestres, notamment dans le Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie. Nul besoin de gruger la mer ou le fleuve pour l'instant.

sont planifiés ou en cours de construction. Ainsi, en juin 2023, le premier pilier du parc éolien Vineyard Wind a été posé à 24 km des côtes du Massachusetts. L'ensemble, qui comptera 62 turbines, devrait produire 800 MW dès l'an prochain.

Inutile de dire que le Canada, qui a le littoral le plus long au monde et des vents fougueux, a lui aussi un potentiel immense. Il n'y a pour l'instant aucun parc marin en fonction au pays ; mais un mémoire publié en juillet dernier par le centre de recherche en énergies renouvelables Nergica « confirme la pertinence de l'éolien extracôtier », d'un océan à l'autre, afin de faire face à la demande d'électricité qui « augmentera de 135 % de 2021 à 2050. » Même les Grands Lacs pourraient être aménagés, selon ce rapport, ce que confirme l'Institut Pembina, un groupe de réflexion canadien sur l'énergie. Fin 2021, une équipe de l'Université de Regina estimait quant à elle que des éoliennes en mer pourraient produire de quoi alimenter l'entièreté du pays en électricité, les zones les plus intéressantes étant les côtes est et ouest, la baie d'Hudson et le Saint-Laurent.

Les choses bougent doucement, notamment dans les provinces de l'Atlantique, encore très dépendantes des

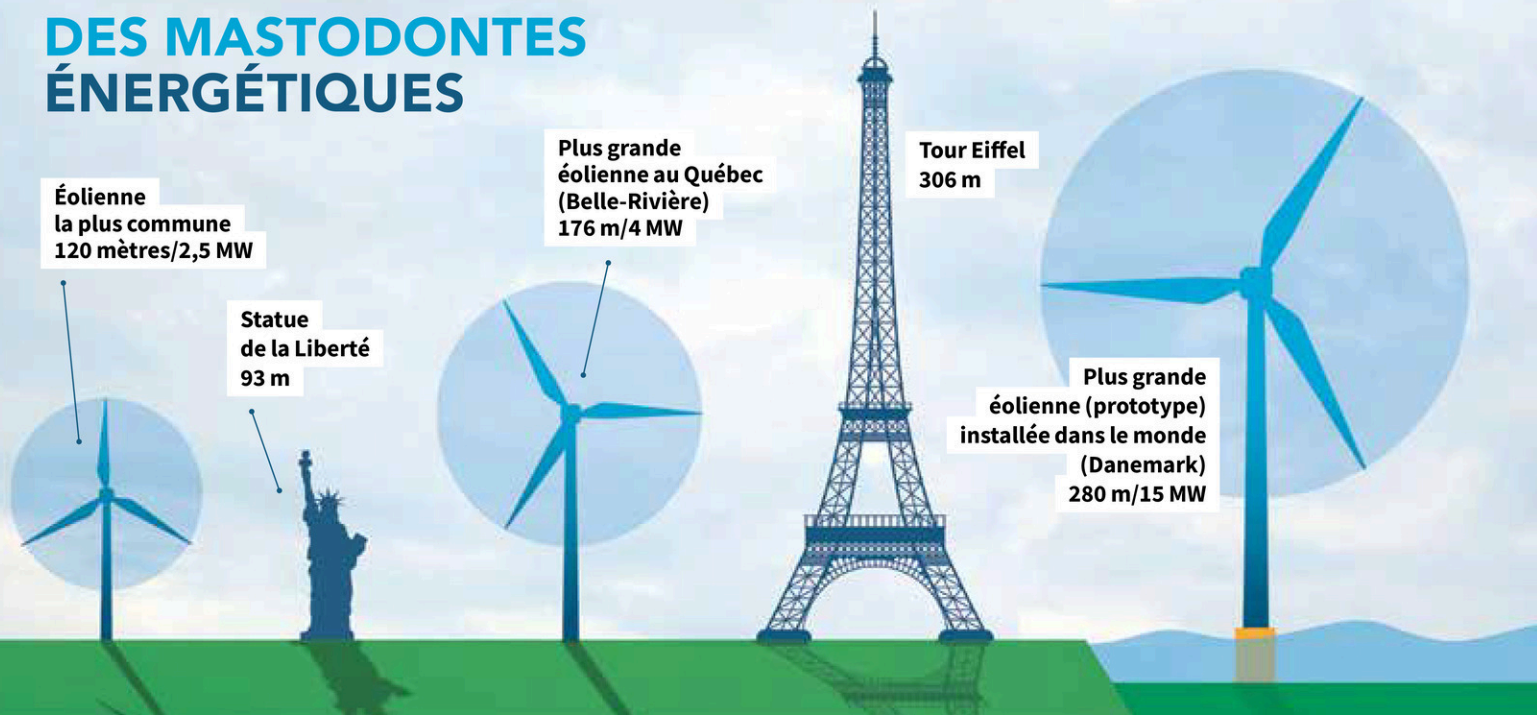
énergies fossiles. Au printemps 2023, les gouvernements du Canada, de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse ont lancé des analyses à ce sujet. La Nouvelle-Écosse prévoit déjà produire 5 GW d'ici 2030. David Neira, coordinateur énergie et changements climatiques de l'ONG Ecology Action Centre, à Halifax, voit ce vent de changement d'un bon œil. « Il est important que la province s'intéresse à toutes les énergies renouvelables. L'éolien en mer a beaucoup de potentiel, mais il y a des défis, dont le partage de l'espace maritime avec d'autres industries. Certaines parties prenantes, dont les pêcheurs et les nations autochtones, ont exprimé des inquiétudes face à la feuille de route provinciale », explique celui qui veut justement s'assurer que toutes les communautés seront consultées.

À partir du moment où on artificialise un milieu naturel, ça a des conséquences, et il y a des réticences, rappelle Sylvain Roche, qui s'intéresse de près à l'acceptabilité sociale de ces parcs en France, où « les éoliennes sont un marqueur politique très fort. » L'Hexagone, qui a inauguré son premier parc éolien à Saint-Nazaire en 2022, vise une production de 40 GW en 2050, contre 0,4 actuellement... De quoi voir se multiplier les tensions.



Le navire Orion transporte le matériel nécessaire à l'installation des premières fondations du projet Vineyard Wind, aux États-Unis.

DES MASTODONTES ÉNERGÉTIQUES



« La transition énergétique est une transition systémique, pas uniquement technologique. Elle est aussi sociétale, culturelle, paysagère. Avec les éoliennes, on rend visible ce que les énergies fossiles ont occulté en délocalisant les infrastructures dans les pays du Golfe ou en Amérique du Sud, remarque-t-il. Les énergies renouvelables remettent l'énergie dans le paysage local, et ça dérange. »

ÉQUILIBRE DÉLICAT

Ce qui dérange aussi certains groupes, c'est la mainmise des géants de l'industrie fossile sur le secteur. Maîtrisant déjà l'extraction extracôtière, ils placent leurs billes en reconvertissant certains permis d'exploitation. En Norvège, aux Pays-Bas ou dans le golfe du Mexique, les groupes pétroliers comptent intégrer des électrolyseurs aux éoliennes marines et fabriquer sur place de l'hydrogène à partir de l'eau, afin de maximiser la valeur ajoutée.

Les effets de ces mégaprojets sur les écosystèmes restent méconnus, indique Ludivine Martinez, chercheuse en écologie marine à La Rochelle Université et spécialiste des effets de l'industrie sur la macrofaune. « Les retours d'expérience qu'on a jusqu'à maintenant proviennent des pays d'Europe du Nord,

donc dans des conditions qui ne sont pas transposables partout. Ce qui en ressort, c'est que l'impact le plus important pour les mammifères marins se situe au moment de la phase de construction, en raison des pertes d'habitats et des nuisances sonores. Ce sont des conséquences fortes, mais sur une période courte : environ deux ans. »

Les oiseaux et les chauves-souris, de leur côté, souffrent davantage lors de la phase d'exploitation, en raison des risques de collision avec les pales. « On n'a pas encore d'outils pour quantifier ce risque. Pour le réduire, il faut planifier les parcs éoliens en s'appuyant sur la recherche, en sanctuarisant les endroits à éviter absolument, comme les couloirs de migration ou les sites importants pour des espèces vulnérables », avance la biologiste.

Et il faut poursuivre les recherches, souligne-t-elle. « Il y a des questions auxquelles on commence à réfléchir, concernant les impacts indirects, non létaux. Par exemple, les changements de comportement et les déplacements peuvent avoir des conséquences sur la survie des espèces, si les individus ne trouvent pas d'autre site d'alimentation. De la même façon, des oiseaux migrateurs qui doivent faire un détour vont dépenser plus d'énergie. Enfin, on doit

avoir une approche écosystémique : si on perturbe le poisson, quel sera l'effet sur toute la chaîne trophique ? »

Plusieurs études récentes laissent également entrevoir un risque de perturbations des courants de surface, de la salinité et de la température. La stratification des eaux, importante pour la dynamique du plancton, serait ainsi affectée localement. À l'inverse, d'autres études montrent qu'une fois les éoliennes construites, elles peuvent jouer le rôle de récifs artificiels et attirer tout un écosystème, plutôt caractéristique des zones rocheuses. « Si la pêche est interdite dans le parc éolien, il peut aussi y avoir un effet de réserve qui s'ajoute », indique Ludivine Martinez.

Bref, comme c'est souvent le cas dans le domaine de l'énergie, rien n'est tout noir ni tout blanc. « Je suis contre l'utilisation des termes *énergie verte* ou *propre*, parce que c'est désresponsabilisant. Il n'y a pas d'énergie propre, résume Sylvain Roche, qui soutient qu'il est temps de faire face à nos contradictions. Les énergies renouvelables n'en sont pas moins cruciales pour répondre aux objectifs climatiques, aux défis de l'électrification des transports et à l'impératif de souveraineté énergétique des territoires. » Les monstres à hélices sont donc bien partis pour conquérir la mer. ●



Une rubrique qui donne
la parole aux scientifiques

L'ÉCHO DU LABO

OUI AUX INSECTES DANS NOTRE ASSIETTE!



Des craintes injustifiées freinent l'intégration des insectes à notre alimentation. « Ouvrez grand! » nous dit la jeune chercheuse en agronomie Mariève Dallaire-Lamontagne.

Saviez-vous que les grillons domestiques contiennent autant de protéines qu'un steak, à poids égal? Leur production demande peu de ressources, en plus d'émettre considérablement moins de gaz à effet de serre que l'élevage du bœuf ou du porc (on parle de 40 à 550 fois moins d'équivalent CO₂, selon le contexte). Quant aux larves de mouches soldats noires, elles grignotent les matières organiques rejetées par l'industrie agroalimentaire et réduisent ainsi le gaspillage alimentaire.

Pour ces raisons, les insectes comestibles sont souvent présentés comme les aliments du futur. Pourtant, cette pratique, qu'on appelle

l'entomophagie (*entomo* : insectes, *phagie* : manger), ne fait pas l'unanimité. Le gain de popularité des insectes comestibles s'est accompagné d'une vague de désinformation sur les réseaux sociaux laissant croire que leur consommation est néfaste pour la santé. Les inquiétudes qui font surface concernent des risques de toxicité, de contamination et d'allergies qui sont souvent perçus de façon exagérée par rapport à la réalité. Ces craintes, alimentées par un dégoût collectif et une inquiétude démesurée face à la nouveauté, ralentissent l'arrivée de ces sources de protéines dans nos assiettes.

Il est vrai qu'au quotidien, nos expériences avec les insectes ne sont pas toujours positives. Très

Le gain de popularité des insectes comestibles
s'est accompagné d'une vague de désinformation
sur les réseaux sociaux laissant croire que leur consommation
est néfaste pour la santé.

jeunes, on nous apprend à les craindre. Ils suscitent souvent la répugnance, par exemple lorsqu'on tombe sur des asticots dans des aliments périmés. Le caractère nouveau en Occident des aliments à base d'insectes peut aussi expliquer que plusieurs soient frileux à l'idée d'en manger. Pourtant, à l'échelle de la planète, leur consommation est loin d'être inusitée. Quelque deux milliards de personnes à travers le monde consomment plus de 1900 espèces d'insectes. Même ici, en Amérique du Nord, du Mexique au Groenland, les insectes étaient consommés par des peuples autochtones avant l'arrivée des colons européens.

Nos préférences alimentaires restent souvent basées sur des expériences culturelles. S'il peut être compréhensible de frissonner à l'idée de se mettre un ver de farine sous la dent lorsqu'on a grandi au Québec, il n'est pas justifié de craindre les insectes comestibles en raison d'impacts potentiels sur la santé. Il faut se rappeler que les insectes sont une grande famille dont tous les membres ne sont pas égaux. Certains sont effectivement toxiques et, par conséquent, à éviter! À l'opposé, les espèces d'insectes élevées sur des fermes à des fins d'alimentation, telles que le ténébrion meunier ou le grillon domestique, sont évidemment propres à la consommation. Le qualificatif d'insectes « comestibles » prend alors tout son sens.

Comme pour tous les autres aliments, les producteurs d'insectes sont d'ailleurs tenus de respecter des normes de qualité strictes à chaque étape de l'élevage et de la transformation afin d'assurer l'innocuité de leurs produits. D'ailleurs, contrairement aux insectes récoltés en nature, ceux élevés sur des fermes, et desquels proviennent la majorité des produits sur le marché canadien, sont moins à risque d'être en contact avec des pesticides ou des métaux lourds et, par conséquent, de s'en trouver contaminés au-delà des limites sécuritaires pour la consommation humaine.

De plus, même si certains constituants des insectes sont peu digestes ou associés à des risques d'allergies, il n'y a pas lieu de s'en inquiéter davantage que pour n'importe quel autre aliment. L'un des composants qui suscitent parfois la méfiance est la chitine, parce que le système digestif des humains la dégrade difficilement. Il s'agit pourtant d'un glucide complexe qui ressemble

à la cellulose des plantes et qui entre dans la composition des parties rigides des insectes, mais aussi des crustacés et des champignons. Au même titre que des fibres végétales, la chitine peut favoriser une saine digestion. Il n'y a donc rien à craindre de ce côté. Toutefois, il est vrai que, chez certains, les insectes peuvent être allergènes. En effet, les personnes allergiques aux fruits de mer peuvent aussi réagir aux insectes, certaines de leurs protéines comme la tropomyosine étant semblables à celles des crustacés. On n'élimine pas pour autant les crevettes du menu des restaurants!

Quant aux personnes qui déclarent qu'elles ne mangeront jamais d'insectes, voici une révélation qui pourrait leur donner froid dans le dos : nous consommons tous des insectes sur une base régulière. Au Canada, des limites maximales d'insectes sont définies dans plusieurs aliments où leur présence est courante. Par exemple, dans le riz, dont raffolent les charançons, on peut trouver jusqu'à 25 fragments d'insectes par 100 g, tandis qu'il y en a jusqu'à 35 par 25 g de café moulu ! C'est donc dire qu'on pratique déjà l'entomophagie, de façon consciente ou non !

En bref, la mauvaise perception qu'on peut avoir de l'entomophagie découle davantage d'une aversion irrationnelle que d'un danger réel. Riches en nutriments et consommés depuis toujours, les insectes comestibles présentent des risques minimes pour la santé lorsqu'ils sont élevés sur des fermes aux pratiques rigoureuses. Dans un contexte de crise climatique et d'épuisement des ressources où l'on doit nourrir une population grandissante, il faudra inévitablement modifier notre alimentation. Que l'on soit prêts ou non, les insectes feront partie de la solution. En attendant de s'y faire, on peut toujours ouvrir les yeux sur des avenues indirectes pour utiliser les insectes, par exemple en les donnant à manger au bétail. Parce qu'en fin de compte, s'opposer à la consommation d'insectes revient tout simplement à freiner l'amélioration du bilan environnemental de nos systèmes de production alimentaire. ●

Mariève Dallaire-Lamontagne est candidate au doctorat en agronomie à l'Université Laval et travaille pour la Chaire de leadership en enseignement en production et transformation primaire d'insectes comestibles.

Les scientifiques qui ont envie de prendre la parole dans nos pages peuvent écrire à courrier@quebecscience.qc.ca



Émilie Folie-Boivin [@efolieb](#)

CULTURE



VISITER



DES PERLES PLUS QUE PRÉCIEUSES

Une exposition inédite a lieu au musée McCord Stewart de Montréal cet automne. Une quarantaine de wampums canadiens se retrouvent, pour la première fois, réunis sous un même toit. Ces bandes tissées par les populations autochtones à partir de perles façonnées dans des coquillages marins et ornées de symboles étaient échangées dans des contextes diplomatiques entre le 17^e et le 19^e siècle. L'exposition *Wampum : perles de diplomatie* est donc un rendez-vous important avec l'histoire de notre pays. « Le Canada n'aurait pas été ce qu'il est aujourd'hui sans les alliances avec les Autochtones », rappelle Jonathan Lainey, conservateur Cultures autochtones au musée.

En plus des 13 wampums appartenant à l'institution, le conservateur a réussi à en faire venir d'un peu partout au Canada et de France.

À l'époque de la Nouvelle-France, les nations autochtones échangeaient ces bandes de perles avec les Européens, qui apprirent à en fabriquer eux aussi. « Quand on affirme quelque chose dans le monde autochtone, il faut se montrer généreux envers notre allié et lui offrir un objet, explique M. Lainey, également membre de la nation huronne-wendate. [Les objets offerts] accompagnent la parole qu'on vient de prononcer. Le wampum sert donc à garder une trace de ce que notre allié nous a dit il y a 1 an, 10 ans, des décennies. »

Bien qu'ils ne soient plus échangés depuis la fin de la Première Guerre mondiale, les wampums demeurent pertinents puisqu'ils possèdent encore un pouvoir juridique : des nations peuvent recourir à eux pour prouver leurs droits sur un territoire.

Avec l'exposition, le musée McCord Stewart se fait un point d'honneur de donner aux citoyens et citoyennes l'occasion de mieux comprendre l'histoire de ces objets et désire du même coup engager le dialogue. « On ne sait souvent pas d'où viennent les wampums et ce qu'ils signifient. Nous souhaitons permettre d'en discuter ensemble pour avancer vers de nouvelles connaissances », souligne M. Lainey.

Wampum : perles de diplomatie, au musée McCord Stewart de Montréal, du 20 octobre 2023 au 10 mars 2024, musee-mccord-stewart.ca



ÉCOUTER

LA VRAIE NATURE

Alors que les défis entourant la préservation de la diversité peuvent sembler complexes, Conservation de la nature Canada aide le public à mieux comprendre les questions de société qui y sont liées avec *Objectif Nature*. Ce balado en huit épisodes prend la forme de discussions avec des experts et expertes sur le rôle de l'agriculture dans la sauvegarde de l'environnement, l'effet de la nature sur la santé humaine et les enjeux économiques en foresterie.

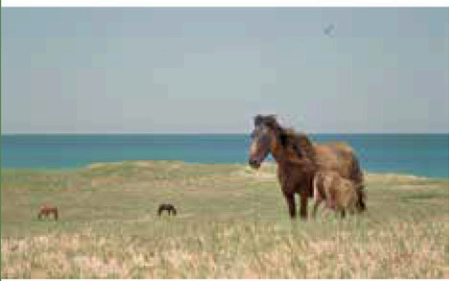
Objectif Nature, sur votre plateforme de balado préférée

IL SUFFIT D'UN APPEL



Écouter le balado de science-fiction *GET 42*, c'est comme être témoin d'appels faits au 311 ou à une autre ligne de service municipal. Sauf qu'on se retrouve plongé dans le futur et que c'est le Gouvernement de l'Espace-Temps que les gens appellent pour régler leurs petits soucis de tous les jours. Les citoyens et citoyennes ne cherchent pas à savoir à quel moment ils peuvent mettre leur divan à la rue ; ils se questionnent plutôt sur leur chat de Schrödinger nouvellement adopté et les problèmes de trou noir bouché. La science s'éclate dans cette série loufoque écrite par Julie Dirwimmer et Stéphanie Jolicoeur.

GET 42, épisodes de 4 à 9 minutes, sur votre plateforme de balado préférée, madamecosinus.com/2023/04/21/get-42-le-balado/



REGARDER

EN SOLITAIRE

Au large de la Nouvelle-Écosse, sur l'île de Sable, vit depuis une quarantaine d'années Zoe Lucas, seule, mais entourée de plus de 450 chevaux sauvages, de phoques, d'oiseaux et d'insectes. Toutes deux – l'île et la naturaliste – sont au cœur de *Geographies of Solitude*, un documentaire canadien contemplatif et intimiste naviguant entre le film d'art et le documentaire sur la nature. La réalisatrice Jacquelyn Mills accompagne discrètement l'insulaire dans son quotidien rythmé par le passage des saisons. Elle la montre, presque toujours de dos, en train de fouiller les fèces, de capturer des araignées ou de ramasser des carcasses, récoltant le plus de données possible sur son île. Zoe Lucas documente aussi la portée de la consommation humaine en colligeant dans Excel chaque morceau de cordage, de bouteille de boisson gazeuse ou de ballon échoué sur son île. Un travail de minutie et de longue haleine que peu de gens ont tenté jusqu'à présent et qui fait de l'île de Sable l'un des plus importants sites pour étudier la circulation de la pollution marine dans l'Atlantique Nord-Ouest. La réalisatrice déploie toute sa créativité pour mettre en valeur cet environnement : elle utilise des électrodes pour fabriquer une musique à partir des pas des fourmis et du glissement des escargots, et développe ses films 16 mm à même les algues. Une expérience méditative très terre à terre sur la vie et la mort.

Geographies of Solitude, par Jacquelyn Mills, gratuit sur CBC Gem ou en location sur Apple TV (en anglais), 104 minutes



DÉCOUVRIR

BALADE EN BONNE COMPAGNIE

Avec son paysage lunaire et ses sphères géantes émergeant un peu partout sur la zone végétalisée, le parc Frédéric-Back, situé dans l'arrondissement de Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension à Montréal, est assez singulier. Pas étonnant qu'on ait créé une application juste pour lui ! Celle-ci offre une expérience immersive aux visiteurs et visiteuses, car en plus de les aider à se repérer et à localiser les lieux d'intérêt sur sa carte interactive, elle explique l'écosystème unique de ce projet de réhabilitation construit sur un ancien site d'enfouissement. L'application mise au point par la TOHU recense également les diverses activités, autant sportives que culturelles, à faire autour du site.

Parc Frédéric-Back, application gratuite, sur l'App Store et Google Play, tohu.ca



LIRE



PLUS QUE SIX PIEDS SOUS TERRE

Les spéléologues seront ravis d'apprendre qu'une fiction sur l'exploration des cavernes, québécoise de surcroît, vient de sortir des presses. Exploration atteignant des records de profondeur au Mexique, guerres de clans rivaux, affrontements interculturels et saucette dans le fantastique sont au menu de *Sierra Negra*, une aventure signée Jean-Benoît Nadeau dans laquelle on perd la notion du temps et de l'espace. Pour l'anecdote, si le premier roman du journaliste n'a rien d'autobiographique, il demeure foncièrement ancré dans la réalité puisque certaines parties ont été inspirées par des faits vécus. L'auteur connaît d'ailleurs très bien son sujet, ayant passé au total trois mois dans les antres de la Terre au centre de la bien réelle sierra Negra, entre 1988 et 1993. Il avait d'ailleurs publié un reportage sur ce périple dans nos pages en 1992. Suivez le guide !

Sierra Negra, par Jean-Benoît Nadeau, Éditions Château d'encre, 448 p.



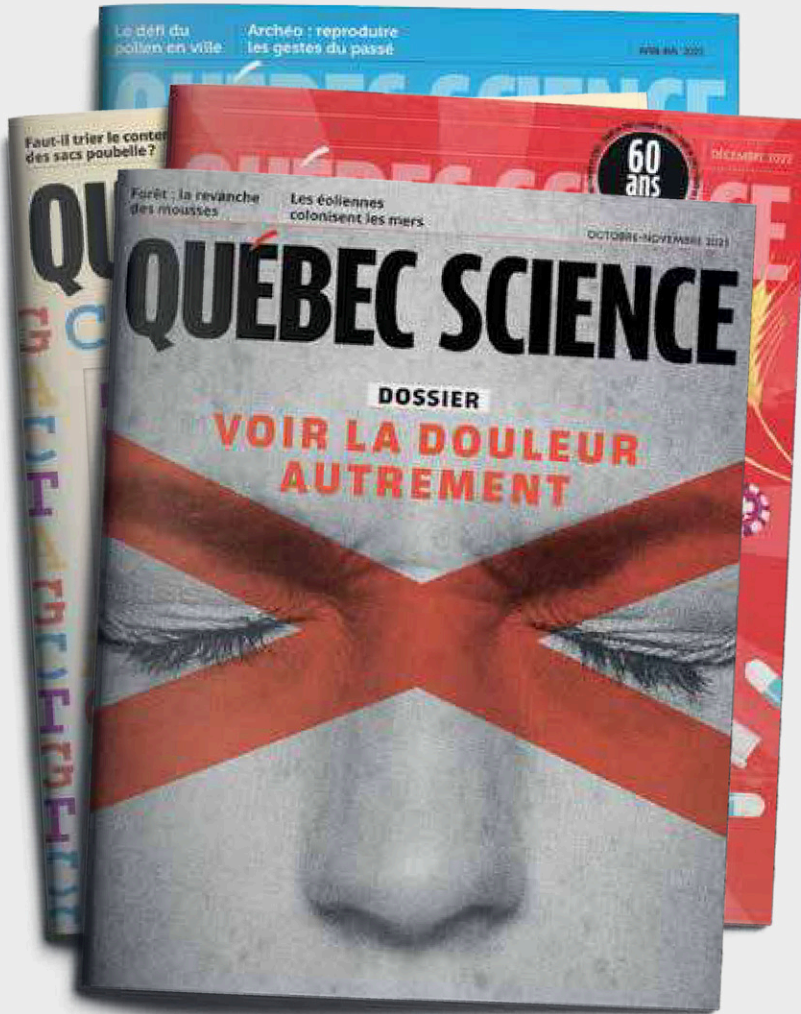
LA FEMME QUI FAISAIT PARLER LES OS

On ne s'en doute pas, mais tout au cours de notre vie, nos os enregistrent une foule d'informations sur notre alimentation, nos activités sportives, nos accouchements, nos maladies. Et ces secrets peuvent être révélés bien au-delà de notre trépas sous la loupe de spécialistes de la trempe de Sue Black, une anthropologue médico-légale réputée. La Britannique en divulgue d'ailleurs un arsenal dans *Gravé dans l'os*, un livre plus spectaculaire que bien des intrigues policières. Le corps est démembré chapitre par chapitre, ce qui permet à l'autrice d'expliquer l'importance du moindre fragment de clavicule, de dent ou de sacrum d'un point de vue médico-légal. Entre deux enseignements sur la croissance des os, elle glisse l'une des délicieuses (et nombreuses) anecdotes ayant marqué sa carrière – par exemple, la fois où elle a dû trimbaler des têtes de cadavres en cabine d'avion. Sue Black accompagne le tout de descriptions d'enquêtes pour en faire un récit passionnant que les adeptes de *true crime* dévoreront avec autant d'avidité que celles et ceux qui sont fascinés par les mystères du corps humain.

Gravé dans l'os, par Sue Black, Actes Sud, 272 p.

QUÉBEC SCIENCE

L'heure est à la science



1 AN (8 NUMÉROS PAPIER)
donnant aussi accès à l'édition numérique

43\$ + TAXES ~~63,60\$~~ + TAXES

UNE ÉCONOMIE DE
32 % sur le prix de vente
en kiosque.

M'ABONNER OU RENOUELER



quebecscience.qc.ca

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



SEULEMENT
57\$
+ taxes

**Vous aimez les sciences
et la nature ?**
Offrez-vous un duo qui saura
satisfaire votre curiosité !



Jean-Patrick Toussaint  @JeanPatrickT

ANTHROPOCÈNE



Arrimons savoirs scientifiques et savoirs autochtones

EN juillet dernier, le journal français *Le Monde* publiait un éditorial sur la question climatique dont le titre était : « Que faut-il de plus pour agir ? ». Une question tout indiquée, après plusieurs mois de chaleurs extrêmes (juillet 2023 ayant été le mois le plus chaud jamais enregistré sur la planète), de pluies diluviennes et d'une qualité de l'air exécrable en raison des pires feux de forêt jamais connus au Québec.

Puisque les appels répétés de la communauté scientifique quant à l'urgence climatique semblent plutôt infructueux – ou certainement pas suffisants –, serait-il venu le temps de considérer d'autres perspectives environnementales ?

Dès 2013, dans son livre *Braiding Sweetgrass*, la professeure de biologie environnementale et descendante de la nation pottawatomie Robin Wall Kimmerer nous invitait à redéfinir notre relation avec l'environnement, en nous inspirant des peuples autochtones. Kimmerer rappelait que la science a pris au 21^e siècle la place qu'occupaient autrefois les aînés des diverses nations autochtones comme détenteurs des savoirs liés à l'environnement. Pour Kimmerer, la science en soi n'est pas le problème, c'est plutôt le processus d'interprétation de celle-ci qui lui paraît dommageable : en faisant souvent fi de la racine même des problèmes environnementaux, la science renforce parfois des visées économiques et politiques réductionnistes et matérialistes. De plus, les savoirs scientifiques sont, pour la plupart, rédigés dans un langage inaccessible, ce qui rend le dialogue public et notre capacité d'exercer une pleine démocratie plutôt difficiles, soutenait-elle dans son essai.

Outre Kimmerer, cela fait des dizaines d'années que des voix issues des Premiers Peuples, et même plusieurs scientifiques occidentaux, demandent à ce que les savoirs traditionnels autochtones soient

inclus dans les décisions politiques en matière d'environnement. D'ailleurs, faut-il rappeler que le Canada a signé, en 1992, la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, qui stipule que les communautés autochtones « ont un rôle à jouer dans la gestion de l'environnement et le développement du fait de leurs connaissances du milieu et de leurs pratiques traditionnelles » ? Un constat réitéré par un rapport récent de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques.

Voilà pour la théorie.

Dans la pratique, intégrons-nous réellement ces perspectives et ces récits autochtones dans nos politiques environnementales ?

En 2021, des scientifiques canadiens, en collaboration avec des experts autochtones, se sont penchés sur la question dans un article publié dans *Frontiers in Sustainable Cities*. Ils ont examiné le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques du gouvernement fédéral (2016) ainsi que la Feuille de route pour la transition du Québec vers la carboneutralité (2020) du Front commun pour la transition énergétique, un regroupement d'organisations de la société civile, afin de déterminer si ces plans avaient été établis conformément aux engagements pris par les gouvernements dans le cadre de la réconciliation avec les Premières Nations, les Inuits et les Métis, et s'ils avaient intégré les connaissances autochtones en matière de climat.

Le constat est sans équivoque : malgré de nombreuses références aux peuples autochtones, aucune des deux démarches n'a inclus ces communautés dans l'élaboration de ses politiques ou de ses recommandations. D'ailleurs, face à ce manquement, le Front commun a affirmé regretter de ne pas avoir travaillé en partenariat avec les communautés autochtones, ce qu'il a exprimé dans une

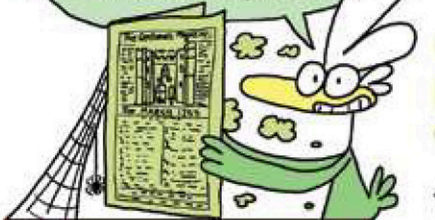
deuxième version de sa Feuille de route. Malheureusement, d'après les auteurs de l'étude scientifique parue en 2021, ce manque d'intégration des connaissances et de la diversité des perspectives autochtones n'est que trop fréquent et a pour conséquence de diminuer, voire d'annuler les revendications autochtones, renforçant ainsi la division et la méfiance entre les Autochtones et l'État.

Même son de cloche de la part de Sandra Lamouche, membre de la nation crie de Bigstone et autrice d'une étude de cas publiée en juin dernier pour le compte de l'Institut climatique du Canada qui indique que la science et les systèmes occidentaux ont renforcé l'exclusion des savoirs autochtones, y compris dans les conversations sur les changements climatiques, faisant en sorte que des points de vue importants ne sont pas pris en compte lors de la mise en œuvre de politiques.

Établir de nouvelles perspectives environnementales ancrées dans les connaissances autochtones exige du temps. Bien que cela puisse paraître paradoxal, malgré l'urgence climatique, c'est ce précieux temps qu'il nous faudrait prendre. Ce temps nécessaire à la mise en place de solutions climatiques inclusives, justes et pérennes. Ce temps qui nous permettrait de planifier à long terme. Ce temps que nous ne prenons pas pour nous émerveiller de notre environnement et établir un lien émotionnel avec lui, si occupés sommes-nous à le disséquer afin de mieux le dompter.

Afin de raviver la bienveillance envers le vivant, Robin Wall Kimmerer parle de réciprocité. Que pouvons-nous offrir en échange de tout ce qui nous a été donné par notre environnement ? Devant les défis environnementaux de notre époque, il m'apparaît clair que ce que l'espèce humaine a de meilleur à offrir est une union réelle et pérenne entre les connaissances scientifiques et les savoirs autochtones. ●

Voici une anecdote rapportée dans le numéro de mars 1753 du *Gentleman's Magazine*, concernant un certain John Tallis vivant dans le village de Burcot, dans le Worcestershire, dans l'ouest de l'Angleterre.



L'année suivante, toujours plus convaincu que l'air est son ennemi mortel, il s'oblige à rester au lit, sous les draps.



ci-dessus : un dessin qui représente autant John Tallis que l'auteur de cette chronique lorsqu'il est en retard sur ses échéanciers.

Il aurait vécu une vie normale jusqu'à ses 48 ans, en 1724. C'est là qu'il a eu l'idée de s'enfermer dans une pièce, chez un aubergiste, pour ne plus respirer d'air frais.



Tallis n'a alors accès au monde extérieur que par une fenêtre triplement vitrée, qu'il n'ouvrira jamais.



Pour protéger sa tête, il la recouvre de 100 mètres de flanelle et de plusieurs chapeaux. À cela, il ajoute un bouchon de liège dans chacune de ses narines, un morceau d'ivoire dans sa bouche, et un drap sur sa tête lorsqu'il dort.

Tout de même soucieux de bien paraître, Tallis portait des bijoux, dont des anneaux à ses bras. En effet, il recevait la visite avec joie dans sa chambre, et parlait et mangeait de bon cœur avec ses invités.



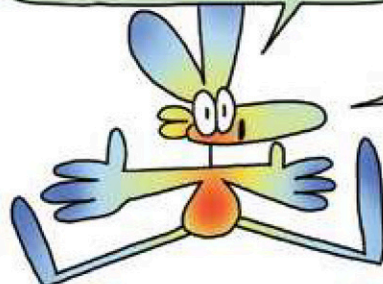
Ces années passées au lit ont fini par le priver de l'usage de ses jambes. Ainsi, il ne pouvait que rouler d'un côté à l'autre lorsqu'on changeait ses draps.



Son lit et son extravagant costume étaient changés une fois par année, car ils pourrissaient.



Tallis semblait peu enclin à discuter du pourquoi de tout cela. Selon l'aubergiste qui l'hébergeait, le pauvre homme avait tout le temps froid et craignait les courants d'air. Avait-il tout simplement des problèmes de circulation sanguine?



D'après une note dans un autre numéro du *Gentleman's Magazine*, il est décédé en 1755, toujours cloué au lit.

Puisque ne pas bouger entraîne des problèmes de circulation sanguine, s'est-il plutôt mis à avoir froid parce qu'il ne bougeait pas? C'est un peu l'œuf ou la poule...



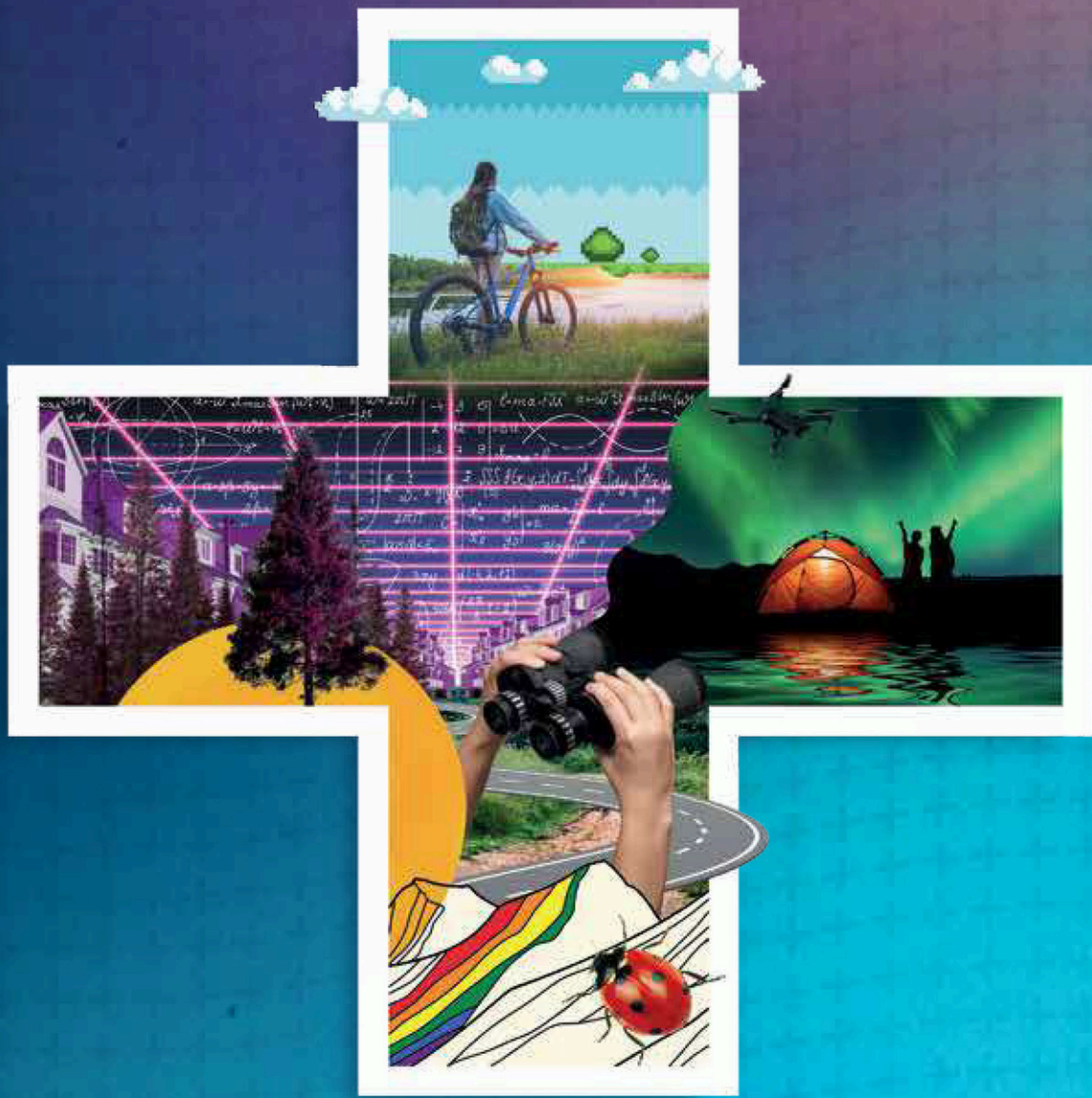
Même si on sait que l'œuf est venu en premier.

Saturnome '23

INRS

Institut national
de la recherche
scientifique

PLUS qu'une université



Découvres-en **PLUS**

INRS.CA/PLUS



Portes ouvertes

Découvrez nos 350 programmes.

Sur le campus

21 octobre 2023

10 février 2024

En ligne

24 au 26 octobre 2023

13 au 15 février 2024

portesouvertes.uqam.ca

UQÀM