

Vin biodynamique :  
progrès ou lubie ?

Partager la ville  
avec les rats

| JUIN 2022 |

# QUÉBEC SCIENCE

## Comment vont nos lacs ?

Une plongée au cœur  
de la question





# GRIL

## Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie

La science pour l'avenir des écosystèmes d'eau douce

Le Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie est un groupe de recherche actif en limnologie fondamentale et appliquée et constitue un des regroupements stratégiques du FRQNT, le Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies. Il compte actuellement 56 chercheuses et chercheurs provenant de 11 institutions universitaires québécoises, auxquels se joignent plus de 200 étudiantes et étudiants de cycles supérieurs, stagiaires postdoctoraux, ainsi que du personnel de recherche. En place depuis 1989, le GRIL joue un rôle de chef de file international en écologie aquatique des eaux douces.



Nous sommes sur les réseaux sociaux!  
Suivez-nous sur Facebook, LinkedIn, Twitter et Instagram

## LIMNOLOGIE\*

\*du grec *limne* (lac) et *logos* (étude)

Science qui a pour objet l'étude des eaux intérieures. Pour les membres du GRIL, cette définition touche l'ensemble des écosystèmes d'eau douce, incluant les lacs, les rivières et le fleuve Saint-Laurent.



GRIL-LIMNOLOGIE.CA

# SOMMAIRE

JUIN  
2022

QUÉBEC SCIENCE

EN COUVERTURE

## Lac bien-aimés, lacs malmenés



Quel avenir pour les lacs du Québec? On en visite cinq qui donnent une idée de l'étendue des possibles, et des problèmes.

### REPORTAGES

#### 18 Mort aux rats, vive les rats!

En ville, les rats sont partout. On les déteste, alors qu'on ne sait presque rien d'eux. Des chercheurs s'intéressent à ces citoyens de l'ombre.

#### 32 Un poison à l'origine de la vie sur Terre?

Cyanure rime avec poison. Pourtant, cet élément pourrait avoir joué un rôle clé dans l'apparition des premiers êtres vivants.

#### 34 Les touche-à-tout ont-ils raison?

Et si l'avenir appartenait aux généralistes, profanes et autres couteaux suisses? De quoi repenser la définition de l'expert.

#### 38 Le mystère biodynamique

Ésotérique pour certains, nécessaire afin de préserver l'environnement pour d'autres, la viticulture biodynamique gagne du terrain.

### CHERCHEUSE EN VEDETTE

#### 44 Le consommateur, cet être complexe

À titre de spécialiste du comportement du consommateur, Amélie Guèvremont a un accès privilégié à nos contradictions.



P. 6

P. 24

#### 6 Le cabinet des curiosités

Données historiques, statistiques et diagrammes sont au cœur des œuvres de Marilou Lemmens et Richard Ibghy.

#### 8 Une découverte réécrit l'histoire de l'humain moderne

D'étonnantes trouvailles éclairent d'un jour nouveau les liens entre *Homo Sapiens* et Néandertaliens.

#### 10 Les paradoxes de l'eau

L'eau chaude refroidit parfois plus vite que l'eau froide et l'inverse est aussi vrai. Zoom sur cet étrange phénomène.

#### 11 L'homme qui numérisait les arbres

Un chercheur utilise le lidar terrestre pour sonder la structure de la forêt urbaine.

#### 14 VIH : l'incessante bataille

Depuis 40 ans, des chercheurs frappent sur tous les fronts pour éliminer le sida. Peut-on espérer la fin prochaine du combat?

SUR LEVÉ

#### 4 Édito par Mélissa Guillemette La grande demande



#### 5 Babillard | 9 Carnet de santé

Par la D<sup>re</sup> Alexandra S. Arbour |

11 Technopop Par Chloé Freslon |

12 Polémique Par Jean-François

Cliche | 46 Culture Par Émilie Folie-

Boivin | 49 Anthropocène Par Jean-

Patrick Toussaint | 50 Rétrovisseur Par

Saturnome



P. 12



MÉLISSA GUILLEMETTE @mguillemett

Éditorial

# La grande demande

## Un niveau de vie décent pour tous, voilà un plan clair pour lutter contre les changements climatiques.

**L'**offre et la demande, voilà les éléments de base qui font notre économie. Jusqu'à maintenant, pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) qui bouleversent le climat, on a mis en place toutes sortes de stratégies censées diminuer la pollution qu'engendre la production de biens et d'énergie – l'offre – sur la planète. On capte par exemple le CO<sub>2</sub> qui sort de raffineries pour le stocker dans le sol et l'on tente d'améliorer les carburants des avions.

Pour accélérer la décarbonation de nos sociétés, prenons plutôt l'affaire à l'envers, propose le cinquième chapitre du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). S'il porte sur la réduction des changements climatiques, il est en fait une feuille de route pour une véritable révolution économique!

Pour la première fois, les experts présentent un chapitre sur « la demande, les services et les aspects sociaux de l'atténuation ». Soutenus par la littérature en sciences sociales et par différentes études de cas, ils affirment qu'on peut utiliser l'économie pour réduire les émissions de GES à court terme. Il n'est pas question ici de proposer des produits plus verts. Ni de faire de l'économie circulaire une religion – les auteurs indiquent d'ailleurs que les avantages de ce dernier concept restent à prouver. L'idée est d'agir sur la demande pour élargir la palette de solutions à la crise climatique.

Car pour l'instant, c'est surtout l'offre qui oriente l'économie, a rappelé l'une des auteures, la chercheuse en économie

écologique de l'Université de Lausanne Julia Steinberger, au site d'information Drilled News. Après tout, est-ce vraiment le consommateur qui demande plus de plastique dans sa vie? Ou alors est-ce l'industrie du pétrole qui stimule la demande en inondant les marchés de résine vierge à prix défiant toute concurrence?

Mais que diriez-vous d'avoir accès à de meilleurs services et qu'en prime ceux-ci aient une empreinte carbone réduite? Ça vous titillerait la demande, pas vrai?

Les membres du GIEC mentionnent qu'agir ainsi sur la demande aurait le pouvoir de réduire de 40 à 70 % les émissions de GES d'ici 2050. Impressionnant! Mais qu'est-ce que ça veut dire, au juste? Une phrase du fameux chapitre dit tout: « Pour améliorer leur bien-être, les gens demandent des services et non de l'énergie primaire et des ressources matérielles en soi. » En effet, on n'a jamais vu la population militer pour son droit à plus d'électricité ou d'aluminium! Ce qu'elle veut, c'est se chauffer en hiver et de quoi contenir sa bière.

La stratégie proposée consiste donc à répondre aux besoins réels des consommateurs à l'aide de solutions qui nécessitent peu d'énergie et de ressources et qui sont à faible coût. On dit souvent qu'on se « crée des besoins ». C'est plutôt qu'on les perd de vue. Personne n'a « besoin » de recevoir les différents ingrédients de son souper dans des emballages individuels eux-mêmes disposés dans une boîte en carton livrée par un camion. Les adeptes de ces solutions pratiques souhaitent plutôt bien s'alimenter et réduire le gaspillage alimentaire sans y perdre un temps fou. De la même façon, avons-nous besoin d'une auto? Non, nous avons besoin de nous déplacer efficacement et de façon sécu-

ritaire. Avons-nous besoin d'un nouveau téléphone intelligent tous les deux ans? Non, nous avons besoin de communiquer facilement et d'obtenir de l'information. Avons-nous besoin d'une hypothèque de 400 000 \$? Non, nous avons besoin d'un logement convenable duquel nous ne serons pas évincés. Au lieu de nous créer des besoins, créons des services « selon les besoins » et sans oublier ceux de la planète. Soyons créatifs! Entrons dans une nouvelle économie qui n'aura rien à envier à l'ancienne.

Ce chapitre du dernier rapport du GIEC aux visées révolutionnaires parle d'ailleurs autant de gaz à effet de serre que de justice sociale et de bien-être. Car les besoins auxquels nous devons répondre sont communs à tous les humains. Puisque nous n'avons qu'un seul budget carbone pour la planète, ceux dont le mode de vie émet beaucoup de gaz à effet de serre devront amorcer un virage, tandis que ceux qui peinent à se loger, se nourrir, étudier et se soigner verront leur empreinte carbone grandir. Un niveau de vie qualifié de « décent » est la cible pour tous.

Nous sommes de toute évidence du côté des nantis. N'ayons pas peur! Si toute l'énergie utilisée aujourd'hui était distribuée également aux habitants de la Terre, la consommation de chacun serait équivalente à celle d'un Suisse des années 1960, calculait la géochimiste et géobiologiste Hope Jahren dans *The Story of More*, un ouvrage remarqué paru en 2020. « J'ai vu des photos de la Suisse dans ces années-là et vous savez quoi? Ça n'a pas l'air si mal. Des gens dans des stations de train vêtus de manteaux de laine épais ou assis à la table d'un café en train de boire dans de petites tasses. » J'en redemande! ●

JUIN 2022  
VOLUME 60, NUMÉRO 8

## Rédactrice en chef

Mélissa Guillemette

## Rédactrice en chef adjointe

Marine Corniou

## Journalistes

Annie Labrecque, Raphaëlle Derome

## Collaborateurs

Maxime Bilodeau, Chloé Bourquin, Jean-François Cliche, Émilie Folie-Boivin, Chloé Freslon, Joël Leblanc, Hugo Ruher, Alexandra S. Arbour, Saturnome, Jean-Patrick Toussaint

## Correctrice-révisure

Sophie Cazanave

## Directrice artistique

Natacha Vincent

## Photographes/illustrateurs/graphiste

Françoise Abbate, François Berger, Nicole

Aline Legault, Christinne Muschi, Donald

Robitaille, Sébastien Thibault, Vigg

## Éditeur

Jean-François Rheault

## Vice-présidente marketing, communications et partenariats

Marie-Hélène Juneau

## Comptabilité

Mimi Bensaïd

## Chargée de projets, communications marketing

Maryvonne Charpentier

## Conseillère, relations de presse et marketing

Stéphanie Couillard

## 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 : 12 mai 2022 (578<sup>e</sup> numéro)

## Abonnement

Canada, 1 an : 41 \$ + taxes

États-Unis, 1 an : 84 \$

Outre-mer, 1 an : 126 \$

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 2022 - Québec Science.

Tous droits de reproduction,

de traduction et d'adaptation réservés.

Indexé dans **repère**

Québec Science reçoit l'aide financière du

ministère de l'Économie et de l'Innovation du

Québec. Nous reconnaissons l'appui financier

du gouvernement du Canada.



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



## NOTRE COUVERTURE



Pour illustrer notre dossier sur la santé des lacs, je cherchais une image qui incarnerait la relation entre ces étendues d'eau calme et l'humain. J'avais en tête une représentation de sirène ou d'homme-poisson. C'est auprès de notre collaborateur Donald Robitaille que j'ai trouvé mon compte. Il nous a proposé cette photo prise au lac des Deux Montagnes, très fréquenté pour la baignade. J'adore le camaïeu de bleu-violet de cette photo et sa simplicité graphique. Elle ne manque pas pour autant de dynamisme; cette image est vivante, sympathique. On s'imagine facilement plonger dans cette eau et profiter de ce moment de symbiose entre soi et la nature. C'est pour continuer à vivre des moments comme celui-ci que nous devons protéger nos lacs.

– Natacha Vincent, directrice artistique

## DU NOUVEAU DANS L'ÉQUIPE !

L'équipe de Québec Science est heureuse d'accueillir une nouvelle collègue, Raphaëlle Derome. Formée en géographie physique et en journalisme, cette reportrice d'expérience a passé les six dernières années dans le monde du magazine jeunesse, chez nos amis *Les Débrouillards*, *Les Explorateurs* et *Curium*. Vous avez aussi pu l'entendre régulièrement sur les ondes d'ICI Radio-Canada Première, aux émissions *Plus on est de fous, plus on lit!*, *Médium large* et *Histoires d'objets*.

Nous lui souhaitons des tonnes de reportages fascinants!



## CE QUE NOUS AVONS LU OU ENTENDU AU COURS DE CE NUMÉRO

Sur plus de trois millions de lacs du Québec, seulement 60 000 ont un nom officiel. L'originalité n'est pas toujours au rendez-vous. On compte d'innombrables lacs Rond, loin de l'être tous, et un lac Carré plutôt rond. Les lacs à la Truite sont aussi légion. Beaucoup de plans d'eau ont pris le nom d'un habitant du coin, comme le lac à Pierre, le lac à Égide et le lac à Napoléon. D'autres font dans la poésie, tels le lac Violon et le lac du Cœur. D'autres encore dans la ségrégation sociale : le lac Pauvre et le lac Riche, situés l'un à côté de l'autre. J'ai aussi trouvé un lac Caché, un lac Bidou, un lac Boisbouscache (quessé ça ?) et les peu ragoûtants lac la Crasse, lac à Vase, lac Vaseux, lac de la Vase. Au milieu de tous ces noms, quelques toponymies autochtones ont résisté, à l'instar des lacs Masko Oponapananik, Kawisaskopek ou Kanicokohotek.

– Annie Labrecque, journaliste

À Paris, au début du 20<sup>e</sup> siècle, des combats entre chiens et rats étaient organisés dans des « ratodromes » pour divertir les foules. La lutte contre les rats dans la capitale française s'est intensifiée en 1920, à la suite d'une épidémie de peste (34 morts) qui a conduit la préfecture de police à mettre sur pied un « laboratoire du rat ». L'une des campagnes de dératisation les plus mémorables a eu lieu en 1969, alors que l'immense marché des Halles, au centre de Paris, venait de déménager en banlieue. Pour éviter que les rats qui y vivaient se répandent en ville, 150 techniciens ont déversé 10 t de raticide dans les locaux commerciaux désertés, les caves et les égouts. Les jours suivants, seuls 8 cadavres de rongeurs ont été retrouvés! Finalement, environ 20 000 rats seraient morts (cachés) à la suite de cette opération.

– Marine Corniou, journaliste

## Abonnez-vous

[www.quebecscience.qc.ca/abonnez-vous](http://www.quebecscience.qc.ca/abonnez-vous)

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

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

## Écrivez-nous

[courrier@quebecscience.qc.ca](mailto:courrier@quebecscience.qc.ca)

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

## Suivez-nous

[www.quebecscience.qc.ca](http://www.quebecscience.qc.ca)



# L'ESTHÉTIQUE DES DONNÉES

Données historiques, statistiques économiques et diagrammes scientifiques sont au cœur des œuvres du duo formé par Marilou Lemmens et Richard Ibghy. Rencontre. Par Raphaëlle Derome

**S**i vous êtes déjà passé devant le Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM), au centre-ville, peut-être avez-vous aperçu la quinzaine de colonnes multicolores qui se dressent boulevard René-Lévesque. De loin, l'œuvre conçue par Marilou Lemmens et Richard Ibghy pourrait passer pour de l'art abstrait avec ses motifs géométriques répétés.

Mais chaque colonne correspond plutôt à une statistique tirée de l'histoire des trois hôpitaux fusionnés pour créer le CHUM : le nombre de vaches dans le jardin de l'Hôtel-Dieu dans les années 1930, les kilos de linge lavés, le décompte des visiteurs venus passer la nuit au chevet d'un proche... « Des dimensions qu'on n'évoque pas souvent, mais qui sont pourtant au cœur de la mission de soin, souligne Marilou Lemmens. Et qui reflètent l'évolution de la société depuis 1642. »

Autrement dit, si les monuments traditionnels célèbrent les valeurs officielles de l'État et les grands hommes, les chiffres, eux, peuvent raconter une autre histoire. Et ce sont ces données historiques, scientifiques ou économiques qui servent justement de matière première aux deux artistes.

## HOMMAGE AUX ANIMAUX

Le duo reçoit Québec Science pour le thé dans un appartement d'Hochelaga-Maisonneuve, mais vit à Durham-Sud, dans la campagne près de Drummondville. « Là-bas, la plupart de nos voisins sont des oiseaux ! » constate Marilou Lemmens. Ce voisinage est d'ailleurs à l'origine de *Bibliothèque d'outils communautaire pour les oiseaux*, un coquet cabanon en hommage à l'intelligence de la faune aviaire.

L'installation *Anthology of Performance Pieces for Animals*, quant à elle, est une reconstruction en couleurs des labyrinthes pour rats et autres dispositifs scientifiques créés pour mesurer la cognition animale. « C'est chatoyant, alors ça permet d'attirer l'attention sur des sujets parfois lourds ou déroutants comme l'expérimentation sur les animaux », dit Marilou Lemmens. « Nous aimons utiliser le côté ludique pour critiquer », ajoute Richard Ibghy.

## AU-DELÀ DES CHIFFRES

Avec sa série de sculptures *Les prophètes*, le duo, inspiré par la crise financière de 2008, s'intéresse à trois siècles de science économique. Elle regroupe 400 petites sculptures, chacune correspondant à un diagramme ou un graphique tiré de la littérature spécialisée.

« Les économistes calculent, mais produisent aussi énormément d'images, souvent très esthétiques, mentionne Marilou Lemmens. Et nous, en art, nous pouvons rendre ça visible. »

« Quand on voit un graphique dans un livre d'économie, tout a l'air vrai et coulé dans le béton. Mais nous avons choisi de représenter les mêmes données avec des matériaux simples », dit Richard Ibghy. Baguettes de bois, ficelle, colle apparente... : dans ces matériaux précaires et imparfaits, les mêmes données semblent soudainement bien moins solides. Une manière de critiquer la toute-puissance du discours économique.

Les données scientifiques ont aussi servi de base à *L'affaire Louis Robert*, du nom d'un agronome du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec congédié de manière injustifiée en 2019. Louis Robert avait dénoncé dans les médias l'emprise de l'industrie des pesticides sur la recherche publique.

À l'aide de bâtonnets, les artistes ont reproduit la figure principale d'une étude (censurée par l'industrie) qui démontrait l'inutilité des pesticides pour augmenter les rendements des cultures de maïs et de soya. « Comme il y avait eu tentative de cacher ces résultats, c'était important pour nous de montrer les données au public. Le visiteur n'a pas besoin de connaître les chiffres précis : un coup d'œil suffit pour voir que les rendements agricoles sont les mêmes, avec ou sans pesticides », raconte Marilou Lemmens.

Et si les manchettes n'ont duré qu'un temps, l'œuvre, elle, perdurera. « C'est important de rappeler cet épisode et de valoriser l'engagement citoyen de M. Robert. Il a pris des risques pour protéger le bien commun », rappelle l'artiste qui, avec son partenaire, se renseigne toujours auprès des scientifiques concernés avant de créer une œuvre.

Préoccupés par le dénigrement croissant à l'égard de la recherche scientifique, les artistes présenteront cet été une nouvelle œuvre à la Fondation Guido Molinari, à Montréal. *Faits alternatifs du 21<sup>e</sup> siècle* est une série de céramiques inspirées par les théories du complot, les mensonges et la désinformation. « Les conspirations, les fausses nouvelles, ça vient remettre en question la valeur des connaissances scientifiques », déplore Marilou Lemmens. « L'œuvre donne à réfléchir sur ce qu'on sait, ce qu'on peut savoir, comment se diffuse la connaissance et la difficulté aujourd'hui de distinguer le vrai du faux », conclut Richard Ibghy. ●

Expositions à voir cet été au Québec :  
[www.ibghylemmens.com](http://www.ibghylemmens.com)



L'œuvre d'art public 1+1+1=1 devant le CHUM. Chaque colonne représente une statistique tirée de l'histoire des trois hôpitaux fusionnés pour créer le superhôpital.

Bibliothèque d'outils communautaire pour les oiseaux présente brindilles, miroirs et autres cailloux utilisés comme outils par certaines espèces, mais aussi d'autres accessoires proposés par les artistes. Un clin d'œil à tout ce qu'on ne connaît pas des oiseaux... « Ils pourraient encore nous épater ! » prédit Marilou Lemmens.



Test d'intelligence pour araignée Portia (tiré de l'installation *Anthology of Performance Pieces for Animals*). L'araignée au sommet de la tour de droite voit des proies sur l'autre tour. Pendant qu'elle s'approche, un scientifique retire ou ajoute quelques proies à son insu. Si l'araignée hésite à son arrivée, on déduit qu'elle a remarqué le changement.

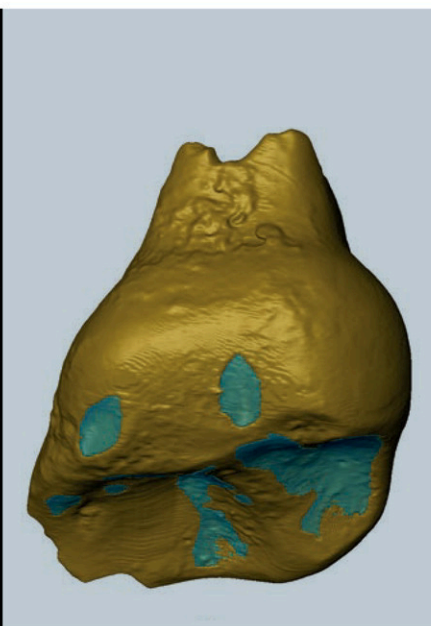
# Une découverte réécrit l'histoire d'*Homo sapiens* en Europe

## D'étonnantes trouvailles éclairent d'un jour nouveau les liens entre humains modernes et Néandertaliens.

Par Marine Corniou



Pointe de silex (moins de 30 mm de long) trouvée dans la strate datée de -54 000 ans. La molaire, de la même époque, est caractéristique des humains modernes.



**I**ls étaient plusieurs dizaines – hommes, femmes et enfants –, à revenir, année après année, dans cet abri rocheux surplombant le fleuve. Ils y ont taillé des milliers de pointes de silex, que les archéologues exhument patiemment, au milieu d'ossements d'animaux. Jusqu'ici, rien de très inhabituel, si ce n'est que la grotte Mandrin, située dans la vallée du Rhône, est incroyablement riche en outils en tous genres, reflet de 80 000 ans d'occupation néandertalienne.

Mais après 30 ans de fouilles, l'équipe de Ludovic Slimak, de l'Université de Toulouse, vient d'arriver à une conclusion déroutante. Cette grotte aurait aussi été occupée par *Homo sapiens* en plein milieu des séjours néandertaliens. Une quasi-cohabitation, jamais entrevue jusqu'ici ! Ce n'est pas tout : les *Homo sapiens* en question seraient passés sur le site il y a environ 54 000 ans. Or, les plus anciennes

traces connues de l'«humain moderne» en Europe occidentale datent de 42 000 ans. La découverte, publiée dans *Science Advances*, repousse donc de 12 millénaires la conquête de ces régions par nos ancêtres !

«Pendant 40 ans, il y a eu une incursion d'*Homo sapiens* sur un territoire néandertalien. Puis, c'est le retour des Néandertaliens, ce qui est unique au monde. Sur les autres sites, chaque fois que *Sapiens* arrive, c'est la fin des autres populations. La réalité a donc été plus complexe», avance Ludovic Slimak, aussi chercheur au Centre national de la recherche scientifique en France.

C'est la présence d'un niveau archéologique atypique, pris en sandwich entre des artefacts néandertaliens, qui lui a mis la puce à l'oreille dès 2004. Dans cette couche remontant à plus de 50 000 ans (selon plusieurs méthodes de datation), les chercheurs ont trouvé 1 500 pointes de silex très régulières, mesurant de un à trois centimètres. Elles tranchent radicalement avec les outils taillés par les artisans néan-

dertaliens, massifs et tous différents. «Des pièces normalisées, produites en série : on ne trouve ça nulle part ailleurs en Europe à cette époque. Mais la standardisation des outils est typique des humains modernes», indique l'archéologue. C'est l'analyse morphologique d'une dent d'enfant, en 2018, qui a fini de convaincre l'équipe : la molaire ne peut pas être néandertalienne, ni être une dent plus récente de la préhistoire.

L'équipe peaufine l'hypothèse en «zoo-mant» sur la période de transition des couches grâce à une ingénieuse technique. Les feux successifs allumés dans l'abri ont laissé des traces sur les parois. Or, la roche est très friable : dans chaque niveau géologique, les chercheurs en recueillent des fragments qui témoignent de l'activité des peuplements. «Au microscope, on voit des liserés noir et blanc qui sont les successions des dépôts de suie. Ils correspondent à 500 phases d'installation dans la cavité. Ce sont des sortes de codes-barres qui nous donnent une résolution de plus ou moins six mois, contre plus ou moins 1 000 ans avec le carbone 14... C'est donc une grande avancée.» De quoi constater que, lorsque le groupe d'*Homo sapiens* arrive à la grotte Mandrin, il s'est écoulé moins d'un an depuis le départ des précédents occupants, néandertaliens.

«Ces travaux déstabilisent les scénarios dominants, commente Julien Riel-Salvatore, anthropologue à l'Université de Montréal et spécialiste des transitions Néandertal-*Sapiens*. Trouver des traces d'*Homo sapiens* au milieu des couches néandertaliennes, c'est vraiment singulier. Et l'âge de la découverte est sidérant.»

### UN FLOT DE QUESTIONS

Voilà qui soulève de nombreuses questions. D'abord, celle des routes empruntées par les humains modernes. On pensait



jusqu'ici qu'ils avaient progressé d'est en ouest, depuis le Moyen-Orient, il y a 45 000 ans; il faut désormais envisager des migrations antérieures, peut-être le long des côtes méditerranéennes.

Enfin, cette « colocation » laisse penser qu'il y a eu des échanges entre les deux espèces humaines. Certes, ce n'est pas une surprise totale, puisqu'il y a eu plusieurs métissages (dont on garde la trace dans nos génomes), mais la nature des contacts reste spéculative. « Certains des silex utilisés par le groupe *sapiens* viennent d'un vallon, à 90 km de la grotte. Les Néandertaliens employaient les mêmes: ils connaissaient les ressources, car ils occupaient le territoire depuis des générations. Mais les *Sapiens*, qui ne sont venus que 40 ans sur place, n'ont pas pu tout explorer; les populations aborigènes leur ont sans doute transmis leurs connaissances. On a toujours supposé que Néandertal a été acculturé par les humains modernes; or, les transmissions pouvaient aussi se faire dans l'autre sens », soutient Ludovic Slimak.

Pour certains chercheurs, ce scénario est loin d'être démontré. Les petites pointes pourraient-elles avoir été taillées par des Néandertaliens? La morphologie de la dent est-elle si convaincante? « La découverte est un peu esseulée, avertit Julien Riel-Salvatore. Il faudrait d'autres données, d'autres sites, pour savoir s'il s'agit d'un phénomène culturel à grande échelle. »

En attendant, pour avoir la preuve ultime qu'*Homo sapiens* a bel et bien occupé les lieux, l'équipe de Ludovic Slimak a fait appel à des spécialistes allemands de l'ADN ancien, et 800 prélèvements de sol sont en cours d'analyse. On retient notre souffle en attendant les résultats! ●

## Les rendez-vous manqués

En début de pratique, combien de fois ai-je prescrit un médicament ou un soin, enivrée par un sentiment du devoir accompli, convaincue de réellement régler le problème de mon patient? Pour M. Gauthier, fini le diabète grâce à son hypoglycémiant oral! Pour M<sup>me</sup> Nguyen, un vaporisateur nasal et des inhalateurs pour l'asthme mettraient fin à sa toux chronique!

Si c'était si facile... Ce que je ne savais pas encore, c'est que M. Gauthier prendrait son médicament un jour sur deux et continuerait de boire des boissons sucrées en cachette. Et que M<sup>me</sup> Nguyen n'irait même pas à la pharmacie chercher ses appareils, préférant avaler des pastilles et de la tisane aux herbes traditionnelles.

J'exagère à peine. Comme bien d'autres, je suis devenue médecin avec l'envie d'aider mon prochain. Un idéal qui s'est buté, dans la réalité, à la faible observance thérapeutique de certains patients. Et en toute honnêteté, constater qu'on ignore carrément mes conseils n'est pas la partie que je préfère dans mon travail.

Qu'est-ce donc que l'observance? C'est le degré auquel un patient se conforme aux modalités associées au traitement prescrit par un professionnel de la santé. Cela concerne bien sûr les médicaments, mais aussi les exercices recommandés par le physiothérapeute et les changements d'habitudes de vie comme l'arrêt tabagique.

Au moins 40 % des patients n'adhèrent pas aux traitements prescrits par leur médecin. On estime également que jusqu'à 2 ordonnances sur 10 ne se rendent pas chez le pharmacien. Cette inobservance coûte très cher au système de santé québécois. Certains l'évaluent à 200 millions de dollars par année.

À qui la faute? Évidemment, dans certains cas, c'est non intentionnel: on oublie de prendre un médicament ou l'on ne se rappelle pas comment le

prendre exactement. Le manquement peut aussi être associé à une question socioéconomique, si le traitement prescrit n'est pas couvert par la Régie de l'assurance maladie du Québec ou par un assureur privé. Ou il peut simplement s'agir d'un problème de communication: le médecin n'est pas clair, le patient n'a pas la capacité de comprendre ou les deux en même temps.

Une partie de la solution se trouve donc entre les mains du médecin, qui doit s'assurer que son patient comprend sa maladie et qu'il accepte les moyens proposés pour la soigner. Des techniques empruntées au domaine du marketing peuvent également aider à améliorer la fidélité au traitement. Prendriez-vous davantage un médicament très bien toléré par 80 % des patients ou un qui provoque 20 % d'effets indésirables? Vous aurez compris qu'on parle du même traitement, mais que tout réside dans la façon de présenter les chiffres!

En outre, d'autres professionnels de la santé ont aussi leur rôle à jouer pour favoriser l'observance du traitement, par exemple le pharmacien, qui est la personne tout indiquée pour passer en revue les effets secondaires possibles des médicaments prescrits, donner des trucs pour les soulager et offrir des rappels.

Mais parfois l'enjeu est carrément métaphysique: la maladie – ou son traitement – est dénuée de sens pour le patient. Il faut alors accepter que son patient décline les solutions qu'on lui propose pour préserver malgré tout la relation thérapeutique. Au quotidien, je constate que les arguments rationnels sont parfois inutiles. La pandémie aura malheureusement aggravé la crise de confiance de la population à l'égard de la science. Et cela, c'est encore plus difficile à régler qu'un diabète ou une toux chronique! ●

# Les paradoxes de l'eau



L'eau chaude refroidit parfois plus vite que l'eau froide et l'inverse est aussi vrai. Des chercheurs se penchent sur cet étrange phénomène.

Par Chloé Bourquin

**G**laçon fondu, eau frémissante, condensation sur les vitres : on expérimente au quotidien le passage de l'eau par différents états. Mais dans des cas bien particuliers, elle adopte des comportements étranges et difficilement explicables par la science. « Par exemple, on s'attend à ce que ce soit plus long de faire geler de l'eau chaude que de l'eau tiède. Or, on sait depuis l'époque d'Aristote que, parfois, c'est l'inverse qui se produit », illustre Raphaël Chétrite, mathématicien au Laboratoire J. A. Dieudonné, à Nice.

Et cet étrange phénomène pourrait même se produire dans l'autre sens : une eau froide pourrait ainsi se réchauffer plus vite qu'une eau tiède ! C'est ce qu'avance une étude cosignée par le chercheur et publiée début 2022 dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences*. « On est les premiers à voir cet effet inverse », se réjouit l'auteur principal John Bechhoefer, professeur au département de physique de l'Université Simon Fraser, en Colombie-Britannique.

Pour mieux comprendre les choses, il faut revenir en 1963, date à laquelle ce phénomène contre-intuitif ressurgit dans le milieu scientifique après quelques siècles d'oubli. Un élève tanzanien de 13 ans, Erasto Mpemba, fait alors geler par hasard du lait brûlant plus rapidement que ses camarades, qui avaient attendu que leur « crème glacée » tiédisse avant de la mettre au congélateur. Il publie sa découverte en 1969 et lui donne son nom, l'effet Mpemba.

Depuis, de nombreux chercheurs se sont penchés sur cet effet pour tenter de l'expliquer. Mais si l'expérience du verre d'eau bouillante mis au congélateur jusqu'à ce que l'eau gèle semble simple à réaliser, la réaction est très complexe à étudier. L'eau ne gèle pas instantanément ; faut-il attendre que toute l'eau soit devenue glaçon ou qu'une fine couche de glace ait commencé à se former ? Chacun interprète la « recette » à sa façon. « Et chaque expérience est difficile à répéter, car le système est très sensible aux poussières, à la rugosité des parois du verre, etc. », mentionne John Bechhoefer. Au fil des ans, les résultats ont donc été très variables selon les études, voire contradictoires.

D'où l'idée du chercheur de laisser de côté le verre d'eau et d'opter pour un système beaucoup plus petit et facilement contrôlable pour voir si cet effet est démontrable avec d'autres dispositifs. Le verre d'eau et le congélateur ont été remplacés par une bille de verre microscopique, quelques lasers optiques et une bonne dose de calculs mathématiques. L'expérience est alors ramenée à une échelle de science beaucoup plus fondamentale, mais elle peut ainsi être répétée des centaines de fois dans les mêmes conditions. Les premiers résultats, publiés en août 2020 dans *Nature*, ont montré que l'effet existait bel et bien avec ce dispositif optique. Et les chercheurs viennent de révéler que l'inverse était aussi observable. Reste à expliquer comment l'eau parvient ainsi à tromper notre intuition. Diverses hypothèses ont été avancées, comme les courants de convection, le rôle des gaz dissous ou la force des liaisons H-O de l'eau, mais aucune ne fait encore consensus. Ce système simplifié aidera peut-être à trancher. Qui eût cru qu'il y avait tant de science et de mystère derrière les glaçons ? ●

# L'homme qui numérisait les arbres

Par Raphaëlle Derome



**L**es grands arbres sont les poumons et les climatiseurs de nos villes. Mais ils doivent partager l'espace avec le réseau électrique. À moins de trois mètres des fils, les élagueurs rabattent systématiquement les branches.

« C'est souvent contre-productif, car l'arbre produit de nombreux rejets pour compenser les pertes. Trois ou quatre ans plus tard, c'est à refaire ! déplore Bastien Lecigne, postdoctorant à l'Université du Québec à Montréal et spécialiste de l'architecture des arbres en milieu urbain. L'élagage trop agressif crée aussi des plaies qui servent de porte d'entrée aux pathogènes. À long terme, ça peut fragiliser les branches. » Sans compter que les géants charcutés font souvent pitié à voir...

Pour améliorer les pratiques, il faut mieux comprendre l'effet des élagages sur la physiologie et la structure des arbres. Mais comment comparer la superficie du feuillage avant et après une taille ? Ou surveiller précisément la croissance annuelle des branches ? Pourrait-on arriver à prédire lesquelles casseront lors d'un épisode de verglas ? C'est ce que cherche à faire Bastien Lecigne grâce au lidar terrestre, un laser qui numérise les objets en 3D à haute résolution.

Les impulsions du lidar (*light detection and ranging*) frappent les surfaces et reviennent vers le viseur. Le temps écoulé depuis l'impulsion indique à l'appareil à quelle distance

se trouve l'objet. « Ces allers-retours se font un million de fois par seconde, dans toutes les directions. L'appareil permet une acquisition rapide et extrêmement détaillée de la géométrie des arbres sous la forme d'un nuage de points en 3D », dit Bastien Lecigne.

Jusqu'ici, le chercheur déplaçait lui-même son lidar autour de l'arbre de manière à en obtenir un portrait fidèle sur 360°. Dans son postdoctorat, il passe à l'étape supérieure : fixer le capteur sur un véhicule circulant en ville (un peu comme dans le cas de Google Street View) dans le but d'obtenir le portrait le plus exact possible de tous les arbres. Une information précieuse pour Hydro-Québec, bien sûr, mais aussi pour les gestionnaires municipaux.

« Actuellement, les inventaires indiquent le lieu approximatif de l'arbre, son diamètre et c'est tout. Avec une image numérique précise de la forêt urbaine, nous pourrions mieux quantifier les services que nous rendent les arbres – ombre, captage des eaux de pluie, habitats fauniques, etc. – pour mieux cibler nos interventions. Par exemple, choisir où planter un arbre pour maximiser l'ombre. Ou prioriser l'élagage d'espèces à croissance rapide, comme l'érable à Giguère, plutôt que lente, comme les thuyas », indique l'étudiant.

Reste à déterminer si l'on pourra obtenir des mesures utiles avec les capteurs qui, à bord de véhicules, ne verront que le côté de l'arbre qui fait face à la rue. Bastien Lecigne a bon espoir d'y parvenir. « D'après moi, d'ici 15 ans, cette méthode sera largement répandue. » ●

CHLOÉ FRESLON  @f\_chloe

**Technopop**



## Tumblr quoi ?

Je traverse actuellement une période nostalgique. Je m'ennuie du Web passé où tout semblait toujours plus simple et harmonieux. Je me suis mise à penser à Tumblr, cet incontournable du Web des années 2010. J'y avais créé un blogue sans prétention où je publiais des photos de ce que je mangeais. C'était petit, c'était niché et j'adorais ça ! Comment une plateforme si populaire a-t-elle pu quasiment disparaître ?

Retour en 2007. Alors que Mark Zuckerberg est aux commandes de Facebook depuis trois ans, un jeune homme de New York âgé de 20 ans, David Karp, construit une plateforme aux objectifs moins prétentieux : créer un lieu « sous le radar » où les secrets et les pseudonymes sont légion. Aucun risque de tomber sur le profil de sa mère, en somme.

Le site devient rapidement une source de mèmes, de bandes dessinées, de nouvelles formes d'art et de culture populaire. D'énormes *fandoms* (ces regroupements d'inconditionnels en tous genres) y voient le jour, on y élabore un vocabulaire et des codes sociaux spécifiques. Des sujets iconoclastes y sont fréquemment abordés : la positivité corporelle, l'identité de genre ou encore la discrimination fondée sur la capacité physique. Tumblr est avant-gardiste et les utilisateurs en redemandent ! Mais le pragmatisme commercial vient cogner à la porte...

Alors que le chiffre d'affaires de Facebook dépasse vite le milliard, Tumblr n'arrive pas à dégager de revenus. Après cinq ans de résistance aux publicités, la plateforme finit par les expérimenter, avec des résultats timides. Pourtant, son jeune auditoire et son importance culturelle ont une grande valeur. À preuve, Yahoo ! achète l'entreprise 1,1 milliard de dollars en 2013 !

Mais à la fin de 2017, David Karp quitte l'entreprise et l'ADN de la plateforme change. En décembre 2018, les contenus « adultes » sont bannis. Les utilisateurs de Tumblr réagissent brutalement : un exode s'ensuit, la fréquentation s'effondre. La plateforme est revendue en 2019 à Automattic, l'entreprise derrière WordPress, pour moins de trois millions de dollars... Dans une ultime tentative de monétisation et de séduction des créateurs de contenus, Tumblr propose désormais un abonnement à 4,99 \$ par mois, mais reste dans l'ombre.

Tumblr n'était pas seulement une plateforme de blogues ; c'était aussi un lieu de rassemblement d'une variété de mouvements alternatifs et de cultures parallèles, un espace identitaire pour les gens qui ne trouvaient pas leur place ailleurs. Aujourd'hui, Tumblr est un archaïsme. De quoi attirer les adeptes de la marginalité ? Qui sait, la plateforme renaitra peut-être de ses cendres. ●



JEAN-FRANÇOIS CLICHE  @clicjf

## Polémique

# Cancer du sein : a-t-on surdiagnostiqué le surdiagnostic ?

**A**u Québec, toutes les femmes de 50 à 69 ans sont invitées à passer une mammographie tous les deux ans pour des raisons aussi bonnes qu'évidentes : cela permet de détecter les cancers du sein avant l'apparition de symptômes, et la détection hâtive augmente beaucoup les chances de survie. Mais les programmes de dépistage massif comme celui du Québec sont contestés depuis plusieurs années parce qu'ils ont tous le même « effet secondaire » : le surdiagnostic, soit la détection et le traitement de cancers qui n'auraient jamais progressé assez pour menacer la santé ou la vie des patientes.

Le surdiagnostic crée beaucoup de stress inutile, en plus d'enclencher d'autres interventions comme des biopsies, qui viennent avec des risques de complications (faibles, mais non nuls). Il est donc important de bien le mesurer pour savoir si ces programmes font plus de bien que de mal. Pas étonnant, donc, qu'une multitude d'études se soient penchées là-dessus. Que disent-elles ?

C'est là que le bât blesse : elles disent beaucoup de choses différentes. Une revue de littérature parue en 2016 dans *Cancer Biology and Medicine* avait révélé des taux de surdiagnostics qui se situaient n'importe où entre 0 et... 76 %!

Pour être rigoureux, il faut préciser qu'un autre exercice du même genre paru en 2021 dans le *British Medical Journal Open* a mis en lumière que la plupart des résultats restent sous la barre des 20 %, mais il y a quand même plusieurs études qui se sont conclues par une proportion autour de 50 % de surdiagnostics.

Dans ces conditions, on comprend que l'idée de proposer des mammographies régulièrement à toutes les femmes passé un certain âge ait été critiquée. Dans une étude du *New England Journal of Medicine* de 2019, trois chercheurs américains ont fait remarquer que, depuis les années 1970, les taux de cancer du sein avaient fortement augmenté à cause du dépistage, passant d'environ 230 cas par 10 000 femmes à près de 400, mais que la proportion de tumeurs qui mènent à la formation de métastases (donc des cancers du sein qui se répandent ailleurs dans le corps) était restée relativement stable, ce qui donne à penser qu'une grande partie des cancers supplémentaires détectés par les mammographies à grande échelle relèverait du surdiagnostic.

« C'est dérangeant parce que c'est un enjeu important dans la balance des avantages et des inconvénients, admet l'épidémiologiste de l'Institut national de santé publique du Québec Marie-Hélène Guertin, qui fait partie de l'équipe d'évaluation du Programme québécois de dépistage du cancer du sein. Les méthodes sont tellement variables que c'est difficile de concilier les résultats. »

Une partie du problème, dit-elle, tient au fait que, de nos jours, presque toutes les femmes de plus de 50 ans passent une mammographie régulièrement. Il est donc très difficile de rassembler un grand groupe de femmes qui ne participent pas à un programme

de dépistage et l'on se trouve alors sans point de comparaison fiable. « Au départ, les grands essais cliniques [dans les années 1990] avaient fourni des estimations du surdiagnostic [à des échelons très acceptables], indique la spécialiste. Mais maintenant, on doit souvent faire des modélisations à la place des essais cliniques, et il y a tellement de variables que ça peut donner des résultats très différents. » De plus, la durée du suivi n'est pas suffisante dans toutes les études, enchaîne Marie-Hélène Guertin. « Au fond, le dépistage va surtout venir devancer le diagnostic. Alors, s'il y a peu ou pas de surdiagnostics et qu'on arrête le dépistage après 70 ans, on devrait voir une baisse des taux de cancer passé cet âge

[parce que le dépistage aura permis de les détecter tous plus tôt]. Or, il y a des études qui se sont intéressées au devancement, mais qui n'ont pas effectué de suivi après. Pourtant, on ne peut pas dire qu'il s'agit d'un surdiagnostic si la femme présente des symptômes liés au cancer du sein quatre ou cinq ans plus tard. Quand on la mesure de cette façon, on exagère l'ampleur du surdiagnostic », mentionne l'épidémiologiste.

C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle était parvenue une étude danoise lancée dans les années 1990, à une époque où l'on pouvait encore constituer des groupes témoins : plus de cancers du sein avaient été découverts entre 55 et 70 ans (pour une même cohorte de femmes nées la même année), mais moins après.

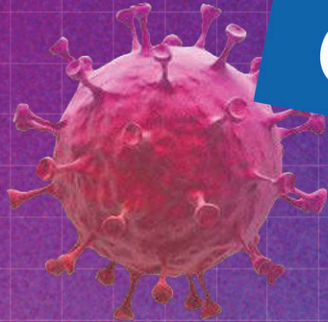
Peut-être aussi que le nombre total de cancers du sein détectés n'est pas le bon point de comparaison. En 2010, une équipe suédoise a estimé que, pour chaque cas de surdiagnostic, le dépistage permettait de sauver de 2 à 2,5 vies. Vu sous cet angle, il semble en valoir pas mal plus la peine... ●



**IN  
RS**

Institut national  
de la recherche  
scientifique

**INRS.CA**

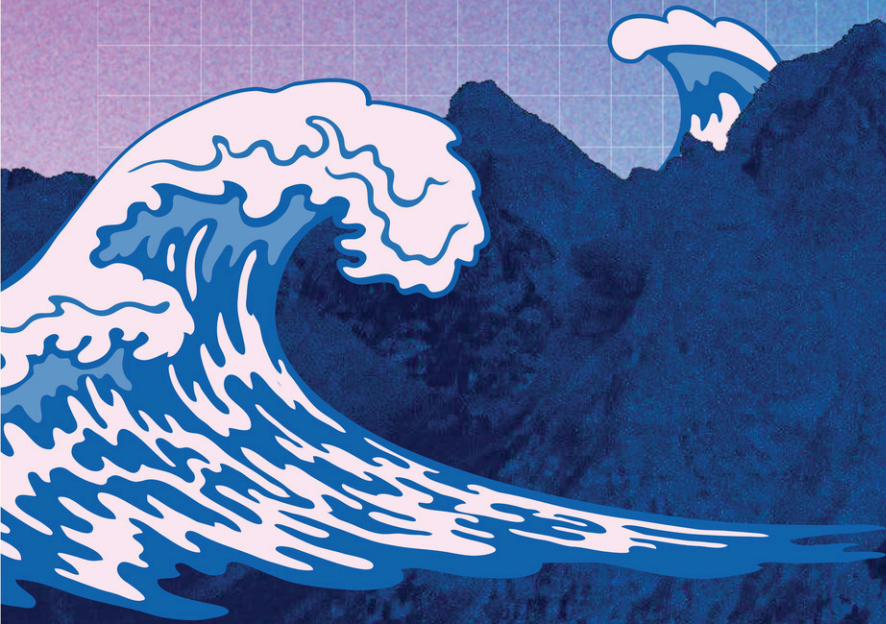


découvrir

la science

tout-terrain

Tes études en recherche  
commencent ici →



ÉTUDES → STAGE → MAÎTRISE → DOCTORAT

# VIH :

## l'incessante bataille

Depuis 40 ans, des chercheurs frappent sur tous les fronts pour éliminer le sida. Peut-on espérer la fin prochaine du combat ?

Par Annie Labrecque



# U



ne pandémie peut en cacher une autre. Ou du moins détourner l'attention... La crise de la COVID-19 a entravé la lutte contre de nombreuses maladies infectieuses, dont l'infection au virus de l'immunodéficience humaine (VIH). Selon le Programme commun des Nations unies sur le VIH/sida, on dénombrait à travers le monde plus de 37 millions de personnes vivant avec le VIH en 2020 – et environ 1 million d'entre elles en meurent chaque année. Ici, au Québec, le Dr Jean-Pierre Routy est aux premières loges de la recherche sur le sida depuis une trentaine d'années. Directeur clinique du service des maladies virales chroniques au Centre universitaire de santé McGill et directeur du Réseau sida et maladies infectieuses, il est coprésident du comité organisateur de la 24<sup>e</sup> Conférence internationale sur le sida, qui se tiendra du 29 juillet au 2 août à Montréal. Sur le thème «Se réengager et suivre la science», cette rencontre d'envergure réunira des dizaines de milliers de participants avec l'objectif de mobiliser à nouveau les efforts mondiaux contre le VIH.

**Québec Science :** Les premiers cas de sida officiels ont été signalés en 1981 aux États-Unis. La trithérapie, mise au point en 1996, a grandement amélioré l'espérance de vie des patients. Aujourd'hui, quel est l'état de la recherche ?

**Jean-Pierre Routy :** Les patients n'ont plus besoin de prendre quotidiennement des pilules, car on a maintenant des médicaments injectables qui agissent pendant deux mois [injection intramusculaire d'antiviraux approuvée par Santé Canada en mars 2021] et qui provoquent peu d'effets secondaires. Des patients de notre service qui ont participé dès le début aux essais cliniques reçoivent des injections depuis huit ans et se portent très bien. Un deuxième médicament, encore à l'étude, présente même une durée d'action allant jusqu'à six mois après l'injection.

Une autre avancée importante a été la prophylaxie préexposition chez des sujets sains à risque de s'exposer au virus. Ces comprimés pris au moins deux heures avant un rapport sexuel non protégé possèdent une efficacité allant jusqu'à 98% pour prévenir l'infection au VIH. Des études sont aussi en cours chez des sujets

sains à très haut risque d'exposition pour évaluer l'efficacité de médicaments injectables tous les deux mois afin de prévenir l'acquisition du VIH.

**QS** Ce virus est connu pour échapper aux traitements. Comment fait-il ?

**JPR** Pour répondre à cette question, un projet, appelé Last Gift, a été lancé [en 2017] à l'Université de Californie à San Diego auprès de personnes porteuses du VIH en phase terminale de la maladie qui ont décidé de donner leur corps à la science après leur mort.

Au Canada, une étude similaire a été mise sur pied par des chercheurs de l'Ontario, de l'Université de Montréal et de l'Université McGill. Jusqu'à présent, deux autopsies ont été réalisées. On a longtemps pensé que le VIH se cachait dans des réservoirs anatomiques [cerveau, yeux, testicules]. Or, les chercheurs canadiens ont examiné une vingtaine d'organes à la recherche du virus. Et ils ont découvert que les cellules immunitaires qui sont infectées par le virus, les lymphocytes T CD4, et le VIH lui-même circulent et se dispersent au hasard ou au

gré d'une réaction inflammatoire. Il n'y a donc pas moyen de donner un coup de bistouri pour éradiquer ce virus.

**QS Peut-on tout de même détruire ces réservoirs cellulaires ?**

**JPR** Il n'existe pas de solution miracle. Éliminer ce virus nécessitera d'agir sur plusieurs fronts. Les stratégies doivent viser les cellules infectées sans attaquer ce qui est autour tout en restaurant l'immunité, qui est particulièrement ciblée par le virus.

Des études sont en cours pour inciter le virus à sortir de ses réservoirs cellulaires en recourant à la trithérapie et en stimulant le système immunitaire. Les pistes incluent les anticorps monoclonaux, les vaccins à ARN, les médicaments limitant l'inflammation et l'immunothérapie, semblable à celle utilisée contre le cancer. Des données solides en monothérapie seront toutefois nécessaires avant de combiner, dans le futur, ces traitements.

**QS Début 2022, un essai clinique de phase I de vaccin à ARN contre le VIH a été lancé aux États-Unis. Les progrès réalisés avec les vaccins à ARN contre la COVID-19 aideront-ils aussi la recherche sur le sida ?**

**JPR** L'acquisition de connaissances, notamment sur la structure et le rôle complexe des anticorps, a été extraordinaire pendant la pandémie de COVID-19. On pourra bien sûr se servir de ces avancées pour faire progresser la recherche chez les patients séropositifs.

Les vaccins à ARN sont prometteurs, car ils ne provoquent pas d'inflammation. Or, ces dernières années, on s'est aperçu que les vaccins expérimentaux à adénovirus testés contre le VIH provoquaient une inflammation, ce qui activait le virus. En général, l'inflammation aide le corps à se défendre, mais dans le cas du VIH, elle facilite l'infection.

**QS Jusqu'à présent, trois personnes ont guéri de la maladie : deux grâce à des greffes de moelle osseuse et l'autre, un cas rapporté plus récemment, après une greffe de cellules souches. Y a-t-il de l'espoir de ce côté ?**

**JPR** En théorie, c'est magnifique parce que la guérison est possible, mais c'est de l'artillerie lourde qui peut avoir des effets secondaires importants.

Il y a toutefois d'autres pistes. Sur 800 personnes séropositives, on en compte une chez qui le virus ne se multiplie pas parce qu'elle possède de très bonnes fonctions immunitaires. Il y a eu aussi le cas en 2021 [le deuxième connu] d'une patiente surnommée Esperanza qui a éliminé le virus sans traitement.

Ici, dans notre laboratoire, nous avons mis au jour un marqueur cellulaire chez 33 personnes ayant « contrôlé » le VIH pendant au moins cinq ans sans médicament et chez qui la charge virale reste indétectable. Dans un premier temps, nous utilisons ces résultats pour tenter d'augmenter la réponse immunitaire cellulaire chez des patients soumis à la trithérapie dans l'espoir qu'ils éliminent le virus. Puis, si nous comprenons bien le mécanisme, nous pourrions éventuellement mettre au point des médicaments pour supprimer le virus.

**QS La prévention reste primordiale. Est-ce que certains pays ont particulièrement failli à cet égard ?**

**JPR** On n'en parle pas pour des raisons politiques, mais le plus grand pays qui a failli est la Russie. Elle a toujours mis les toxicomanes en prison et continue de punir les homosexuels. Quelques pays musulmans intégristes sont aussi plus durs dans leur législation, mais heureusement, il y a eu globalement une certaine amélioration.

Le Canada reste également très sévère [une personne pourrait faire face à des accusations si elle ne dévoile pas sa séropositivité à ses partenaires sexuels]. On souhaite que pendant le congrès, cet été, le premier ministre Justin Trudeau assouplisse un peu cette réglementation, qui met toute la responsabilité sur la personne séropositive.

**QS Quels sont les autres enjeux importants ?**

**JPR** Il y a le vieillissement des personnes séropositives, qui présentent un état d'inflammation de quatre à cinq fois plus élevé que le reste de la population. On suppose que cela est dû au VIH qui reste caché. Ces personnes présentent plus de risques d'athérosclérose, de ralentissement cognitif, de démence, d'hypertension, etc. Ces maladies surviennent aussi plus tôt chez elles que dans la population générale.

On espère également que la recherche continue d'avancer, malgré le fait qu'il est difficile de tester des traitements. Même si les stratégies pour contrer le VIH sont analogues à celles contre le cancer, les personnes qui ont le VIH et qui prennent des antiviraux vont très bien. On ne veut donc pas les rendre malades avec des traitements destinés à éliminer le VIH, mais dont on ne connaît pas la toxicité. Cela ralentit énormément certaines de nos approches.

**QS Pensez-vous que la pandémie de sida a aidé à mieux gérer la pandémie de COVID-19 ? A-t-on pu mettre certaines leçons en pratique ?**

**JPR** Dans le cas du sida, la pression exercée par les personnes séropositives a poussé les chercheurs et les gouvernements à agir. Face à la COVID-19, ce n'est que très tard qu'on s'est interrogé sur l'accès aux soins ou qu'on s'est intéressé au niveau de compréhension de la maladie au sein de la population. Beaucoup de gens, notamment les activistes qui militent contre le sida, ont été déçus de ne pas être invités au sein des comités nationaux ou provinciaux pour partager leur ressenti des événements.

À posteriori, on réalise qu'on a raté une occasion d'entendre des gens qui comprennent ce que cela signifie d'affronter des difficultés de santé à long terme. Cette expérience de la maladie a été ignorée.

**QS Quels ont été les effets de la pandémie de COVID-19 sur la lutte contre le VIH ?**

**JPR** Bien que légitime, le combat contre la pandémie a entravé la recherche sur le sida à l'échelle mondiale. Des camions de médicaments ne sont pas arrivés en Afrique et des centres de dépistage au Québec sont restés fermés pendant plusieurs mois par exemple. Tous les efforts qui faisaient le succès de la lutte contre le VIH sont tombés à l'eau. Beaucoup de médecins et de chercheurs ont arrêté les soins et les recherches sur le VIH pour se tourner vers le coronavirus. Il y a eu un désengagement dans les soins, dans le suivi, dans la prévention et dans le dépistage. C'est très important de relancer les recherches, de se réengager et de continuer de se fonder sur la science. ●



Université du Québec  
à Trois-Rivières

# DE LA GOUTTE D'EAU AU FLEUVE COMPRENDRE • ANTICIPER • RÉHABILITER

Une recherche à l'**interface** de la **géographie** et de l'**écologie** pour comprendre, anticiper, réhabiliter les écosystèmes aquatiques à l'échelle des bassins versants.



[UQTR.CA/RIVE](http://UQTR.CA/RIVE)

10<sup>e</sup>  
ANNIVERSAIRE



# MORT AUX RATS, VIVE LES RATS!

En ville, les rats sont partout. On en a peur, on les déteste, mais paradoxalement on ne sait presque rien d'eux. Des chercheurs s'intéressent enfin à ces citadins de l'ombre dans l'espoir d'apaiser les tensions.

PAR MARINE CORNIOU

n devine leur omniprésence avant même d'en croiser un. Que ce soit dans les parcs des quartiers chics ou dans les microespaces verts du quartier populaire des Halles, les panneaux « Stop aux rats » s'affichent partout dans la ville de Paris, enjoignant aux habitants de jeter leurs déchets dans les poubelles plutôt qu'au sol. Sous les buissons, on remarque des dizaines de boîtes noires, autant de pièges renfermant un poison anticoagulant – auquel de plus en plus de rats deviennent d'ailleurs résistants. Et il n'y a pas à attendre très longtemps avant de voir déambuler, en plein jour et en toute quiétude, un gros spécimen justement occupé à ramasser des détritiques dans un desdits parcs.

Les rats « envahissent » la capitale française, ils y « pullulent », y « prolifèrent », comme on le lit régulièrement dans les journaux locaux. Ces nuisibles rongent les circuits électriques et la fibre optique, coûtent des milliers d'euros en désinfection aux restaurateurs chaque année, épouvantent les touristes et ternissent l'image de la Ville lumière. Ils seraient aussi nombreux que les Parisiens, voire deux fois

plus! Sauf que... « Il est souvent avancé qu'il y a trop de rats dans Paris. En réalité, personne ne sait vraiment combien ils sont », dit d'emblée Aude Lalis, chercheuse au Muséum national d'histoire naturelle (MNHN). Pour remédier à ce manque criant de données, elle a lancé en mars 2021 un projet d'envergure, soutenu par la Ville de Paris. Nommé Armagedon, le projet vise à mieux comprendre la biologie, la démographie et la dynamique des populations de rats citadins, représentés par l'espèce *Rattus norvegicus* ou rat brun. « On veut savoir comment cet animal vit, se reproduit et se déplace. On a beau le côtoyer depuis des millénaires, on ignore pratiquement tout de lui dans les mégapoles modernes. Et il est impossible de dire si les populations augmentent ou pas sans un suivi rigoureux », ajoute la spécialiste en génétique des populations rencontrée par *Québec Science* l'automne dernier.

Le défi est de taille. Car en dehors des laboratoires où ils constituent 14 % des animaux de recherche, les rats bruns ne coopèrent pas beaucoup avec les scientifiques. Nocturnes, discrets, ils passent

Le manque de connaissances sur le comportement du rat en ville nuit à l'efficacité des programmes de gestion et amplifie indirectement les risques sanitaires associés.



## RAT DES VILLES, RAT DES CHAMPS

**Rattus norvegicus :** malgré son nom, le rat des villes n'a rien de norvégien, puisqu'il est originaire d'Asie. Aussi appelé « rat surmulot », « rat brun » ou encore « rat d'égout », il a conquis le monde au 18<sup>e</sup> siècle en suivant les Européens dans leurs colonies. Espérance de vie : un an.

**Rattus rattus :** également nommé « rat noir » ou « rat des champs », le rongeur a été supplanté dans nos régions par le rat brun. Cela dit, environ cinq pour cent de rats noirs ont été trouvés dans l'étude de Vancouver.

75 % de leur temps dans leurs nids, c'est-à-dire des terriers creusés dans le sol ou des abris dans les égouts, les décombres ou les bâtiments abandonnés. Et ils sont doués pour déjouer les pièges, remarquent les chercheurs.

Pour accéder au bureau d'Aude Lalis, dans un vieux bâtiment jouxtant le Jardin des plantes, on longe des mètres linéaires de meubles à tiroirs qui renferment les collections de petits mammifères du Muséum. La plupart ont été pris lors des expéditions naturalistes des 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles. Les tiroirs ne contiennent qu'une poignée de rats parisiens, bien moins exotiques que les genettes d'Afrique ou autres zorilles de Libye. Mais l'équipe d'Armagedon a déjà commencé à enrichir la collection avec des spécimens locaux.

Dans le congélateur du laboratoire, des individus capturés récemment attendent d'être autopsiés. Chaque rat est pesé, mesuré et des prélèvements d'organes (foie, rate, reins, poumons) sont effectués pour les études génétiques et épidémiologiques. « Ces dernières sont réalisées par l'Institut Pasteur, où l'on dépiste les éventuels pathogènes et parasites portés par les rats, comme les bactéries causant la leptospirose », explique Aude Lalis.

Cette maladie, transmise par l'urine des rongeurs, peut atteindre – bien que rarement – les humains, notamment par le biais de plans d'eau contaminés. Elle inquiète la Ville de Paris, qui veut assainir la Seine d'ici 2024 afin que les épreuves de triathlon et de nage en eau libre se déroulent sans risque pour les athlètes qui participeront aux prochains Jeux olympiques d'été.

### PESTE ET VERMINE

Les rats ne sont pas considérés comme « sales » pour rien. Outre la leptospirose, on les associe depuis le Moyen Âge aux pires épidémies de peste noire, dont celle du 14<sup>e</sup> siècle, qui a tué la moitié de la population européenne. En réalité, ce sont les rats noirs et leurs puces (et celles sur les humains) qui étaient les vecteurs du bacille de la peste. De plus, d'autres rongeurs, comme les gerbilles introduites d'Asie par les voies commerciales, auraient peut-être joué un rôle de réservoirs plus important que les rats. Mais peu importe

leur responsabilité dans l'histoire, cette image de vermine leur colle à la peau. Et en ces temps pandémiques, la crainte des zoonoses est plus présente – et justifiée – que jamais. D'autant que, d'ici 2050, 70 % de la population mondiale vivra en ville; et donc au contact des rats, qui ont conquis toutes les cités sans exception.

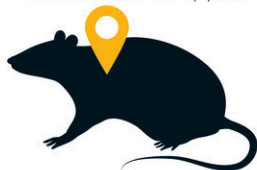
C'est d'ailleurs ce risque infectieux qui a initialement conduit Chelsea Himsforth, en 2011, à s'intéresser aux rats de Vancouver. À l'époque, cette vétérinaire tombe des nues quand elle s'aperçoit que les données sur les rats sauvages canadiens se résument à une seule étude menée sur 43 individus de Richmond en 1984. Autre continent, autre ville, mais même constat qu'à Paris. « On en sait moins sur les rats que sur les requins blancs ou les ours polaires, qui sont pourtant plus difficiles à étudier », déplore cette professeure de l'École de la santé publique et populationnelle de l'Université de la Colombie-Britannique. Elle lance alors le Vancouver Rat Project et capture, dans la première phase, plus de 700 rats dont elle analyse les puces et pathogènes.

Conclusion ? « Oui, les rats peuvent transmettre des maladies », affirme-t-elle sans détour. Ils hébergent toutes sortes de bactéries potentiellement nocives pour l'humain, dont des leptospires, mais aussi des salmonelles, des *Clostridium difficile*, des *Escherichia coli* et des staphylocoques dorés résistants à la méthicilline (SARM), des bactéries souvent transmises en milieu hospitalier et résistantes à plusieurs antibiotiques. « On a déterminé par analyses génétiques que les souches de SARM des rats étaient identiques à celles trouvées sur les humains sur le même territoire. Autrement dit, les rats peuvent absorber les pathogènes humains, comme des éponges [par les déchets et les eaux usées notamment]. Ils pourraient aussi constituer un réservoir dans lequel les bactéries échangent des gènes de résistance », craint la pathologiste. Loin des fantasmes de rats agressifs qui mordraient les humains dans leur sommeil, la réalité est plus prosaïque : la plupart des maladies se transmettent par la salive, les urines ou les fèces, qu'ils laissent derrière eux lors de leurs visites dans les appartements ou les garde-mangers.

## 4 mois

### C'EST LE TEMPS

qu'ont mis des chercheurs pour récupérer un rat qu'ils avaient lâché sur une île néo-zélandaise afin de suivre son comportement invasif, malgré « des efforts intensifs » de piégeage et de détection (collier GPS à l'appui)!





À Vancouver, l'équipe de Chelsea Himsforth a capturé des centaines de rats pour analyser, entre autres, leurs pathogènes.



L'équipe d'Armagedon prélève un échantillon d'urine sur un rat capturé pour dépister la leptospirose.



Les chercheurs de Paris traquent les rats grâce à ce type de balise, qu'on attache aux rongeurs. Ceux-ci restent en général dans un rayon de 50 m autour de leur terrier.



Les analyses génétiques permettront de savoir s'il y a plusieurs populations et si la Seine est une barrière, par exemple.

## LE ROI DE L'ADAPTATION

À New York, on dit que les rats du quartier italien apprécient les pizzas, alors que ceux du quartier chinois préfèrent les dumplings. Une chose est sûre : ce sont d'incroyables opportunistes qui se sont adaptés à nos modes de vie au point de siroter des stocks d'alcool ou de se régaler de poison sans en subir d'effets néfastes. En 2020, des généticiens de New York se sont penchés sur les atouts génétiques qui ont favorisé la très grande adaptabilité de ces rongeurs en comparant le génome de rats urbains avec celui d'une lignée chinoise, dont dériveraient tous les rats bruns. L'étude révèle des variations acquises récemment dans des gènes jouant un rôle dans le métabolisme, le système nerveux, le comportement locomoteur et... la digestion. De quoi pouvoir manger du poisson de la rivière Hudson, notamment, et assimiler les gras et les sucres transformés des aliments industriels.



Le constat n'est guère plus rassurant à New York, où une étude faite sur 133 rats en 2014 avait révélé la présence de puces, de diverses bactéries, du virus Séoul – encore jamais repéré dans la métropole (un hantavirus capable d'infecter l'humain) –, mais aussi de 18 virus auparavant inconnus. Certes, on ne sait pas si ces virus sont dangereux pour la population, mais le potentiel de désastre sanitaire est indéniable.

### UNE BATAILLE PERDUE D'AVANCE

Cette épée de Damoclès ne laisse, à première vue, pas le choix aux métropoles. De New York à Paris en passant par Vancouver, Mumbai ou São Paulo, toutes sont en perpétuelle campagne de dératisation. Pièges, appâts empoisonnés ou contraceptifs, rodenticides en tous genres, asphyxie des terriers par la glace carbonique, armées de chats errants, elles rivalisent de techniques pour dératiser leurs entrailles, encouragées par des compagnies d'extermination inventives. Entre 1838 et 1996, plus de 4 400 brevets de pièges à rongeurs ont été délivrés rien qu'aux États-Unis, reposant sur des méthodes d'électrocution, d'explosion, d'étouffement, de noyade, etc. « Tout le monde se targue de posséder le meilleur piège à rats. Mais si ça marchait, ça se saurait », commente Chelsea Himsforth, un sourire en coin. Avec une capacité de reproduction exponentielle (un couple pouvant peupler son environnement d'environ 15 000 descendants en un an), les rats retrouvent très vite leurs effectifs initiaux après le passage des exterminateurs.

En fait, tuer massivement les rats peut même avoir un effet... délétère. C'est ce que l'équipe de Vancouver a mis au jour en 2018 en observant le nombre de pathogènes d'une colonie avant et après une opération de dératisation. « Au cours de notre expérience, on a constaté que la prévalence de la leptospirose dans la colonie avait augmenté [jusqu'à un facteur de 10!] après la dératisation », note la vétérinaire. Pourquoi ? En éliminant certains rats dominants et en bousculant la hiérarchie en place, il est possible que les individus restants se livrent à davantage de combats. « Les maladies des rats sont des ITS, soit des infections transmises

socialement, par le biais des contacts et des conflits. En perturbant des colonies stables, on peut aggraver la situation sanitaire. Cette découverte est un gros changement de paradigme ! » souligne Chelsea Himsforth.

Et ce n'est pas tout. En étudiant les génomes de 600 rongeurs, dans une seconde phase du projet, l'équipe a montré que ces bestioles sont incroyablement casanières. Les chercheurs ont pu cibler 1 200 couples d'individus apparentés et seul un pour cent d'entre eux avait été attrapé dans des pâtés de maisons différents. En gros, les familles se cantonnent à un seul quadrilatère et ne s'aventurent qu'à quelques dizaines de mètres de leur quartier général. Ce qui explique que les maladies, elles aussi, sont très localisées. « Paradoxalement, le risque de contracter une maladie ne dépend pas du nombre de rats auquel on est exposé, mais plutôt de l'état de la colonie. Certaines sont saines, d'autres non », résume l'experte. Désorganiser un clan peut donc conduire à des conquêtes de nouveaux territoires et à la propagation de germes.

### RAT CACHOTTIER

Il y a donc urgence à se pencher sur les modes de dispersion de ces rongeurs, leurs comportements reproductifs, l'organisation hiérarchique des colonies (qui peuvent rassembler 150 individus), etc. À Paris, les chercheurs d'Armagedon s'approprient justement à équiper une vingtaine de rats de balises GPS pour mieux comprendre leur emploi du temps. Le jour de notre passage au MNHN, Benoît Pisanu, de l'Office français de la biodiversité et chercheur associé au Muséum, testait dans le parc la qualité des enregistrements de ces émetteurs de quelques centimètres de long, dotés d'une grande antenne. « On se demande comment les attacher sur les rats : avec de la colle chirurgicale, un harnais, un collier..., s'interrogeait-il. Vu le poids de la balise [10 g], on ne pourra équiper que des femelles adultes de plus de 300 g pour observer leurs déplacements à l'air libre. Si l'on arrive à obtenir des balises plus petites, on aimerait en équiper des jeunes parce que ce sont eux qui se dispersent le plus. »

## De New York à Paris en passant par Vancouver, les métropoles sont toutes en perpétuelle campagne de dératisation.

À New York et Vancouver, les tentatives de suivi par GPS ont toutes échoué. D'abord parce que les rats arrachent leur appareil en se faufilant dans des trous. « Et aussi parce que traquer un animal qui vit sous des immeubles de 10 étages ne fonctionne pas. Quiconque a essayé de capter le réseau cellulaire dans un métro sait de quoi je parle... », commente Chelsea Himsworth à Vancouver.

Si les rats parisiens collaborent, le protocole de suivi par GPS du MNHN pourra être appliqué ailleurs (la petite communauté de chercheurs sur les rats urbains semble avide d'échanges!). En attendant, l'équipe d'Armagedon utilise aussi la bonne vieille méthode de capture-marquage-recapture. « Cela permet d'estimer précisément les densités des rats. On procède également à un décompte visuel pour évaluer leur abondance », précise Aude Lalis. Ce comptage se fait au cours d'une marche le long d'un itinéraire défini; des modélisations statistiques permettent ensuite d'extrapoler les données pour avoir une idée du nombre d'individus par unité de surface.

Le premier constat des chercheurs : les rats semblent avoir pâti de la pandémie. En cause ? Les fermetures de restaurants et d'espaces verts, qui leur offraient des déchets accessibles en tout temps. Poussés par la faim, les animaux se sont probablement aventurés plus loin, ce qui expliquerait que davantage de plaintes ont été enregistrées dans plusieurs villes pendant les confinements. Quoi qu'il en soit, on est loin de la terrible invasion alors rapportée par certains médias... Et quand bien même il y aurait 1,7 rat par Parisien et 2 millions d'entre eux à New York, des chiffres souvent avancés, est-ce trop ? « Pour certaines personnes, apercevoir 2 rats, c'est déjà trop ! » relativise Aude Lalis.

### FAIRE LA PAIX ?

Sur le plan scientifique, en tout cas, il est temps de se rendre à l'évidence : exterminer coûte que coûte ces rongeurs n'a pas de sens. Les pièges et les kilos de poisons employés partout, qui nuisent aux oiseaux et autres animaux, ne sont pas la

bonne solution. « Cela ne veut pas dire qu'il faut accepter les rats dans nos maisons. Outre les risques infectieux, notre étude a montré que les rats peuvent nuire à la santé mentale, causer de l'anxiété, perturber le sommeil. La symbolique associée aux rats est très forte : aux yeux d'un locataire, leur présence est un rappel constant de la négligence du propriétaire et du fait que personne ne s'intéresse à lui. Il y a donc un enjeu de justice sociale », soutient la vétérinaire Chelsea Himsworth.

Car les rats sont inmanquablement plus nombreux dans les quartiers pauvres, où l'on trouve des bâtiments délabrés et une gestion des déchets défaillante. Et ils profitent des crises. « Les rats tirent avantage du chaos. Ils prospèrent partout où l'existence humaine est troublée, par exemple lors d'inondations, d'épidémies... », poursuit-elle. Ainsi, s'il faut imputer à quelqu'un la présence de rats, c'est bien... à nous, les humains. Buffet à ciel ouvert, maisons mal isolées et pleines de trous, manque criant de toilettes publiques (oui, les rats mangent vraiment de tout) : nous leur offrons un tout inclus de choix. Pour limiter l'infestation, il faut commencer par balayer devant nos portes.

Or, au Canada, les rats tombent entre les chaises de toutes les juridictions. Personne ne veut les gérer : ni les municipalités, ni les provinces, ni les différents ministères. À Montréal, la ville centre nous a dirigés vers les arrondissements, qui nous ont renvoyés vers la ville centre. Finalement, ce sont bien les arrondissements qui reçoivent les (rares) plaintes des Montréalais, en faisant appel à des exterminateurs privés, mais il n'y a pas d'approche coordonnée. « Les rats ne sont pas considérés comme une espèce de la faune, mais comme des animaux nuisibles. Cette étiquette les a exclus du domaine scientifique », indique Chelsea Himsworth. D'où le manque de travaux de recherche sur ces rongeurs. En fait, observer les rats est même un défi pour les chercheurs. Le sujet est si tabou que l'équipe de New York offre une récompense aux propriétaires d'immeubles qui les laissent étudier les indésirables... Jusqu'à récemment, les quelques travaux sur les rats urbains n'étaient même pas

publiés dans des revues scientifiques, mais circulaient dans le réseau des cols bleus et des exterminateurs. L'équipe de Vancouver plaide pour que les rats intègrent les rangs de la faune urbaine au même titre que les pigeons, les ratons laveurs ou les corbeaux. Elle assure qu'il est possible de limiter les contacts avec les humains sans que cela coûte forcément des millions de dollars. « Les villes pourraient par exemple forcer les propriétaires à offrir des environnements salubres à leurs locataires. De plus, en améliorant l'isolation, on fait d'une pierre deux coups, puisqu'on lutte aussi contre les changements climatiques. Pour l'instant, on agit toujours en réaction, quand la catastrophe est là », déplore la vétérinaire.

« Les rats sont incroyablement adaptables et intelligents. Alors que les humains ont rendu leurs villes plus faciles à vivre, ils ont aussi donné aux rats beaucoup de ressources pour prospérer », résume Jacqueline Buckley, chercheuse au Lincoln Park Zoo de Chicago, qui pilote depuis peu le Chicago Rat Project. Son équipe va notamment comparer d'ici l'été différents modes de ramassage des poubelles pour en mesurer l'effet sur les populations de rongeurs. « Les rats, les villes et les gens n'entrent pas dans un moule standard ; il n'existe pas de solution universelle qui marcherait partout », déclare-t-elle.

Finalement, il faut aussi, petit à petit, changer notre regard sur ces animaux qui ont autant que nous droit de cité. À l'heure où les villes veulent être de plus en plus vertes, la faune urbaine, en particulier les rongeurs, nous met face à nos contradictions. Des animaux, oui, mais pas sur notre territoire ! L'équipe d'Armagedon sait que le volet social est crucial pour améliorer la cohabitation entre les humains et les rats. Elle compte interroger les Parisiens sur leurs perceptions du rat pour relever les préjugés, déconstruire certaines légendes urbaines et présenter des faits scientifiques. « Car que raconte-t-on finalement, quand on parle de ces rats, si ce n'est le récit de nos vulnérabilités urbaines, sociales, économiques et sanitaires ? » se demande l'équipe. Les rats ne sont pas près de disparaître. Autant cesser de les détester. ●

# LACS BIEN-AIMÉS, LACS MALMENÉS

Quel avenir pour les lacs du Québec?  
On en visite cinq qui donnent une idée de l'étendue des possibles,  
et des problèmes. **PAR ANNIE LABRECQUE**

Si l'on pouvait explorer tout le territoire québécois à vol d'oiseau, le paysage qui défilerait serait parsemé d'une centaine de milliers d'étendues d'eau. Ces lacs représentent des écosystèmes importants et une richesse naturelle d'eau douce inestimable. Pourtant si précieux, ils sont malmenés par le réchauffement du climat, les déversements agricoles ou d'eaux usées, les espèces envahissantes, la pollution, le trafic maritime, les microplastiques, et bien d'autres menaces les guettent. D'après les suivis de la qualité de l'eau effectués en 2018 et en 2019 par le Réseau de surveillance volontaire des lacs, sur 464 lacs évalués, 10 % sont en mauvais état.

De quoi souffrent ces lacs? *Québec Science* vous amène sur le bord de cinq lacs autour desquels toute une communauté de résidents et de chercheurs se mobilise.

## ARRÊT 1 LE LAC HERTEL

Montérégie

Niché au cœur du mont Saint-Hilaire, le lac Hertel a été formé par la fonte des glaciers il y a 10 000 ans. Il possède un statut privilégié, puisqu'il se trouve dans la Réserve naturelle Gault, propriété de l'Université McGill. « C'est un lac peu perturbé par les activités humaines, car il est situé en hauteur. Il n'est donc pas touché par les ruissellements des terres agricoles ou des routes par exemple », indique Beatrix Beisner, professeure au

Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), qui a mené des expériences sur le plan d'eau. En raison de cette caractéristique, le lac est mésotrophe, c'est-à-dire qu'il est moyennement enrichi d'éléments nutritifs (voir l'encadré sur la page de droite).

Malgré sa situation géographique favorable et son statut protégé, le lac n'est pas à l'abri de tout. « Il connaît des problèmes analogues à ceux d'autres lacs. Ainsi, on doit combattre l'invasion du myriophylle à épis, une plante envahissante. Et depuis quelques étés, on observe des épisodes de floraisons de cyanobactéries [aussi connues sous le nom d'algues bleu-vert] », dit Frédérique Truchon, biologiste et chargée des communications à la Réserve naturelle Gault. La croissance des cyanobactéries est souvent favorisée par un excès de nutriments apportés par les eaux usées ou encore par le ruissellement des terres agricoles. Puisque le lac Hertel n'est exposé à aucun des deux, une autre hypothèse est avancée pour expliquer le phénomène : ce serait les oiseaux, en particulier les bernaches du Canada qui se rassemblent au printemps et à l'automne sur le lac, qui fertiliseraient l'eau avec leurs excréments.

## UN LAC DE RÉFÉRENCE POUR LA SCIENCE

Depuis 2020, l'outil BOB (bouée d'observation biologique) a été installé au milieu du lac pour effectuer différentes mesures en temps réel : température et turbidité de l'eau, pH, taux de chlorophylle,

taux d'oxygène dissous, etc. La « santé » de l'eau est ainsi surveillée en permanence. « L'outil détectera si, par exemple, il y a peu d'oxygène dissous dans le fond de l'eau », mentionne Frédérique Truchon.

Peu pollué, le lac Hertel est un lac « témoin » pour une multitude d'études. Afin de comprendre les effets que l'épandage de sel sur les routes peut avoir sur les lacs à proximité, l'équipe de Beatrix Beisner a comparé le zooplancton du lac Hertel, dans lequel il n'y a pas de sel, avec celui de 15 autres lacs à travers le monde, dont les concentrations en sel variaient. En exposant en parallèle le zooplancton à plusieurs gradients de sel, ses collègues et elle ont noté une perte de biomasse et de biodiversité. Pour limiter les dommages, plusieurs pistes sont envisagées : épandre des produits qui contiennent moins de sel (saumures de betterave ou de fromage), utiliser le sel de façon plus judicieuse sur les routes ou encore éviter de placer des dépôts à neige près des cours d'eau. « J'en ai déjà vu un situé tout juste à côté d'une rivière à Laval. On y avait détecté des concentrations extrêmement élevées de sel », raconte Beatrix Beisner.

Au-delà de ce rôle comparatif, le lac Hertel est un fabuleux terrain de jeu pour les scientifiques. Des installations sont ainsi disponibles pour les équipes de recherche : un quai expérimental pour étudier les communautés aquatiques, un étang expérimental et un laboratoire donnant accès à l'eau du lac.

## ÉCHELLE DE SANTÉ

Un lac « vieillit » naturellement en passant par plusieurs stades. Ce processus naturel, appelé eutrophisation, se produit très lentement sur des milliers d'années.

Au tout début de sa jeune vie, au stade **oligotrophe**, le lac contient peu de nutriments, les espèces aquatiques qui y vivent ne sont pas nombreuses et l'eau est claire. Il évolue vers le stade **mésotrophe** en présence de nutriments abondants et d'une faune aquatique plus nombreuse et il possède une eau opaque. Finalement, le lac est classé **eutrophe** lorsqu'il est riche en nutriments et qu'il compte une surabondance d'algues, une faune aquatique réduite et une eau très opaque. Les sédiments s'accumulent petit à petit jusqu'à combler complètement le lac, qui finit par disparaître.

Les activités humaines accélèrent grandement l'eutrophisation des étendues d'eau. À preuve : les lacs eutrophes sont situés en grande partie près des aires urbaines. Pour classer les lacs selon leur état – oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe –, les experts tiennent compte de différentes données comme la quantité totale de phosphore, la concentration en chlorophylle (une mesure indirecte des algues), la transparence de l'eau et l'oxygène dissous. Le phénomène d'eutrophisation peut être renversé, c'est-à-dire qu'un lac peut passer de l'état eutrophe à l'état mésotrophe si l'apport de nutriments diminue.

Le lac Hertel possède une superficie de 0,3 km<sup>2</sup> et une profondeur maximale de 9 m.

## ARRÊT 2 LE LAC BROMONT

Estrie

Direction le lac Bromont, situé à 70 km du lac Hertel. Comme des centaines de lacs du Québec, le lac Bromont a connu depuis 2006 plusieurs éclosions de cyanobactéries. Celles-ci prolifèrent en très grand nombre en présence d'éléments nutritifs et libèrent des toxines. Ces épisodes, qu'on appelle aussi floraisons, perturbent la qualité de l'eau et empêchent la baignade.

Le regroupement citoyen Action conservation du bassin versant du lac Bromont (ACBVLB) a sollicité l'aide d'une équipe de scientifiques de l'UQAM, qui a étudié le lac pendant quatre ans, afin de déterminer l'origine du phosphore responsable de ces proliférations de cyanobactéries. Si les eaux de surface environnantes en apportent une certaine quantité vers le lac, il s'est avéré que le principal contributeur était les sédiments déjà présents dans le fond de l'eau.

« En examinant le passé du lac, on a découvert que les sédiments contenaient beaucoup de phosphore accumulé depuis 30 ans, peut-être même 100 ans, provenant de l'agriculture et des eaux usées non traitées », constate Dolores Planas, professeure émérite et spécialiste des écosystèmes aquatiques d'eaux douces à l'UQAM.

Pendant l'été, les eaux du lac ont tendance à se stratifier : une couche chaude en surface et une couche froide en profondeur. Cependant, avec le réchauffement climatique, ce phénomène se produit sur une plus longue période, isolant ainsi la couche profonde en la privant des échanges d'oxygène. « C'est à ce moment que le phosphore emprisonné dans les sédiments va s'échapper vers la surface de l'eau », indique Dolores Planas.

Comment limiter les dégâts ? « Nous avons trouvé une solution qui avait le potentiel de fonctionner pour le lac Bromont, un nouveau procédé appelé Phoslock », ajoute-t-elle. Ce produit granuleux, à base d'argile, possède une forte affinité avec le phosphore et peut le capter en grande quantité.

À l'automne 2017, 179 t de Phoslock ont été déversées dans le lac Bromont.

« Depuis, les éclosions de cyanobactéries ont diminué de 50 % pendant l'été », observe la chercheuse. Mais elle souligne que le succès de ce traitement va de pair avec le contrôle des autres apports de phosphore qui peuvent affecter l'eau de surface. « La municipalité a notamment exigé que tous les chalets adoptent de nouvelles normes relatives aux fosses septiques pour éviter que les eaux usées s'écoulent vers le lac », dit-elle.

Des plans sont aussi mis en place pour réduire l'effet des autres sources de phosphore que sont l'agriculture et l'érosion des berges (augmenter l'aire des bandes riveraines, conserver le couvert forestier, restaurer des bordures près des cours d'eau, etc.). La chercheuse convient qu'avec les changements climatiques il pourrait s'avérer nécessaire de procéder à un traitement supplémentaire au Phoslock.

Cette solution, si elle réussit à améliorer la santé du lac Bromont, n'est pas applicable partout. « L'efficacité du traitement dépend du pH du lac. Si le lac est acide ou très alcalin, le Phoslock ne fonctionne pas. De plus, si les apports secondaires de phosphore ne sont pas coupés, le traitement est également inutile. »

## ARRÊT 3 LE LAC À LA TRUITE D'IRLANDE

Chaudière-Appalaches

Dans un territoire de collines et d'éoliennes, une cinquantaine de chalets entourent le lac à la Truite d'Irlande. Le mal de ce lac date de la période où l'activité minière battait son plein dans la région. « De 1955 à 1959, le lac Noir de Thetford Mines a été complètement vidangé, drainé et excavé pour créer l'une des plus importantes mines d'amiante au monde [la mine Lac d'amiante] », raconte Olivier Jacques, doctorant en sciences géographiques à l'Université Laval et originaire de la région.

À la suite de cette grande transformation minière, une quantité considérable de sédiments s'est transportée dans la rivière Bécancour, qui sillonne la ville de Thetford Mines, jusque dans les plans d'eau en aval, dont le lac à la Truite d'Irlande. Depuis cette période, l'état du lac s'est dégradé et

celui-ci est devenu eutrophe. Pour mesurer les conséquences réelles de l'industrie minière sur le lac, Olivier Jacques et son directeur de recherche, Reinhard Pienitz, ont effectué une étude de paléolimnologie, c'est-à-dire une reconstitution du passé du lac à partir des sédiments accumulés entre 1955 et 2017. Sur cette période, une cinquantaine de centimètres de sédiments se sont accumulés, ce qui représente un taux de sédimentation d'environ 1,24 cm par année. « C'est énorme pour un lac du sud du Québec. En général, on s'attend à un taux de sédimentation de 0,2 cm par année », déclare Olivier Jacques. Les analyses qualitatives montrent la présence de sédiments riches en magnésium, en chrome et en nickel, des métaux retrouvés en abondance dans les résidus miniers.

Même si les activités minières ont cessé dans la région, la situation continue à se détériorer. En effet, le produit de l'érosion des haldes, ces grandes montagnes de résidus amiantés, coule aussi vers la rivière Bécancour. Le Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour travaille d'ailleurs sur un plan afin de limiter les résidus miniers et l'érosion. « Il est notamment prévu de créer des bassins de sédimentation au pied de certaines haldes, détaille Olivier Jacques. Un autre projet vise à détourner la rivière Bécancour vers l'ancien lac minier [le lac Noir], ce qui permettrait aux sédiments de s'y déposer avant que l'eau puisse continuer sa route. »

## APRÈS LES RÉSIDUS MINIERES, LES EAUX USÉES

Le lac à la Truite d'Irlande reçoit également les débordements d'eaux usées de la ville de Thetford Mines. « Il y a beaucoup d'eaux usées non purifiées rejetées lors des épisodes de pluie abondante, lorsque la station d'épuration ne suffit plus à la tâche. Dès lors, les eaux sont dirigées vers la rivière Bécancour », constate Olivier Jacques.

En janvier 2015, l'Association de protection du lac à la Truite d'Irlande (APLTI) déposait son mémoire *Le lac à la Truite d'Irlande en voie de disparition*. Le lac est mal en point, confirme Réjean Vézina, président de l'Association. « Du phosphore



Le lac Bromont a une superficie de 0,46 km<sup>2</sup> et est peu profond avec ses 7,6 m maximum.



Vue aérienne du lac Bromont



Le lac à la Truite d'Irlande, d'une superficie de 1,24 km<sup>2</sup>, est relié par la rivière Bécancour à d'autres lacs qui subissent aussi un ensablement.

## Il n'y a pas encore de suivi des contaminants émergents, comme les métaux utilisés dans l'imagerie médicale.

et des coliformes fécaux sont présents à des niveaux élevés. La baignade n'y est d'ailleurs pas recommandée», prévient-il. Il fonde lui aussi beaucoup d'espoir sur le détour de la rivière Bécancour vers l'ancien lac minier, ce qui pourrait réduire à la fois les résidus miniers et les eaux usées dans les cours d'eau.

### **ARRÊT 4** LE LAC SAINT-PIERRE Centre-du-Québec

Entre les villes de Sorel-Tracy et de Trois-Rivières, le fleuve Saint-Laurent s'élargit pour former le lac fluvial Saint-Pierre, long de 32 km. Ce plan d'eau abrite une riche biosphère reconnue par l'Unesco et est une aire privilégiée pour plusieurs espèces aquatiques, aviaires et végétales.

Plusieurs cours d'eau convergent vers le lac Saint-Pierre, notamment les rivières Yamaska, Richelieu, Saint-François et Maskinongé. « Le lac Saint-Pierre est un milieu infiniment plus complexe qu'un petit lac des Laurentides ou de l'Estrie », souligne Christiane Hudon, chercheuse retraitée d'Environnement et Changement climatique Canada, qui s'est penchée sur les répercussions des activités humaines sur l'écosystème du fleuve Saint-Laurent. « Les effluents de toutes les activités humaines des villes de Montréal, de Laval et de Longueuil se dirigent vers le lac Saint-Pierre », affirme-t-elle.

François Guillemette, chercheur à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) et titulaire de la Chaire de recherche sur l'écologie du Saint-Laurent, observe que, même si les eaux usées des grands centres urbains subissent un traitement physicochimique qui enlève les matières solides et quelques contaminants comme

le phosphore et une certaine quantité de métaux, le reste s'écoule tout de même vers le fleuve. Une partie de cette masse d'eau est filtrée naturellement par son passage entre les îles de Sorel et par les nombreux macrophytes, qui sont des plantes aquatiques. « On trouve quand même une quantité considérable de coliformes fécaux ainsi que de contaminants émergents comme les métaux utilisés dans l'imagerie médicale ou les appareils électroniques », détaille le chercheur.

Christiane Hudon s'inquiète également de ces produits émergents dans le lac. « Les eaux contiennent des contaminants dont on ignore les effets et la teneur. Prenez par exemple les hormones, les produits pharmaceutiques, les nanoparticules, les microplastiques... », énumère-t-elle.

Malgré cela, il n'y a pas encore de suivi de ces substances émergentes, selon le *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du Québec 2020*, réalisé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

### LE CAS DES PESTICIDES

L'autre inquiétude rapportée par les chercheurs concerne les terres agricoles qui entourent le lac Saint-Pierre. « Le territoire agricole dans les basses terres du Saint-Laurent compte pour plus de 70 à 80 % des apports de pesticides, de nutriments et de turbidité du lac Saint-Pierre », déclare Christiane Hudon. En effet, le rapport du ministère soulève le fait que « certains pesticides sont souvent en concentrations supérieures aux seuils de protection pour la vie aquatique ».

La solution pour diminuer l'apport des contaminants par le secteur agricole est loin d'être simple, car les origines sont multiples. « C'est un énorme travail où

## UN HABITAT À PRÉSERVER

De nombreuses espèces de poissons, comme la perchaude, profitent de la crue des eaux au printemps pour aller pondre leurs œufs dans les plaines inondables aux alentours du lac. D'autres espèces aviaires migratoires, comme les grands hérons et les bihoreaux gris, y passent l'été.



Vue aérienne montrant distinctement les différentes masses d'eau qui circulent dans le lac Saint-Pierre.



La réserve de la biosphère du Lac-Saint-Pierre a été reconnue par l'Unesco en 2000.



Lacs de thermokarst au Nunavik. La présence de ces lacs est liée aux processus de fonte des glaces dans le pergélisol.

l'on doit intervenir au cas par cas en accompagnant chaque agriculteur pour réduire les problèmes à la source », plaide Christiane Hudon.

Du côté des bonnes nouvelles, la chercheuse remarque une diminution de certains contaminants dans l'eau tels que les métaux, en partie transformés par les usines de traitement, et les biphényles polychlorés, dont les rejets sont interdits depuis 2008. « Le lac Saint-Pierre est précieux, dit la chercheuse. L'engagement citoyen et les efforts déployés notamment par le Comité de la zone d'intervention prioritaire du lac Saint-Pierre sont cruciaux pour aider à la préservation de cet écosystème. Ce comité de résidents est parvenu à réunir autour de la table différents acteurs – agriculteurs, politiciens, pêcheurs, promoteurs immobiliers – pour discuter des enjeux du lac. Une somme de petites interventions peut avoir une grande portée. »

## ARRÊT 5 LES LACS ARCTIQUES Nord-du-Québec

Le voyage se termine en Arctique, une région formée d'innombrables lacs. Il y en a tellement qu'ils ne portent pas tous de nom, contrairement à ceux dans le sud du Québec. Reinhard Pienitz, professeur et biogéographe à l'Université Laval, sait à quel point ces étendues d'eau doivent être protégées des conséquences du réchauffement climatique. « L'épaisseur du couvert de glace diminue, ce qui change la biologie et la dynamique des lacs. On note, par exemple, une croissance amplifiée des cyanobactéries, ainsi que le dégel du pergélisol. Cela peut provoquer des glissements de terrain qui altéreront la qualité de l'eau », décrit le spécialiste de la recherche nordique. Il rappelle que les communautés autochtones dépendent

de ces sources situées à proximité de leur village pour s'approvisionner en eau, car elles ne possèdent pas d'infrastructures d'assainissement. « L'accès à l'eau potable de bonne qualité n'est pas facile dans le Nord et peut devenir un enjeu majeur », indique le chercheur, qui raconte le cas d'un village au Nunavik, Umiujaq, dont le dépotoir est situé près de la rivière dans laquelle les gens puisent leur eau. Sans oublier les nombreux polluants qui arrivent du Sud, transportés par l'air.

Pour parer au manque d'eau potable dans ces villages, des collègues de Reinhard Pienitz au Centre d'études nordiques sont en train de concevoir des méthodes de carottage à travers le socle granitique du Bouclier canadien, qui est composé de roches très difficiles à percer. « Ils tentent d'atteindre les aquifères en profondeur pour les rendre ensuite accessibles aux communautés », explique le chercheur.

S'il existe encore des lacs arctiques « intacts », c'est-à-dire qui n'ont pas été

Le lac Pingualuk a été formé à la suite de l'impact d'une météorite il y a environ 1,4 million d'années. Situé dans le parc national des Pingualuit, au Nunavik, le lac est le plus profond du Québec avec ses 267 m.

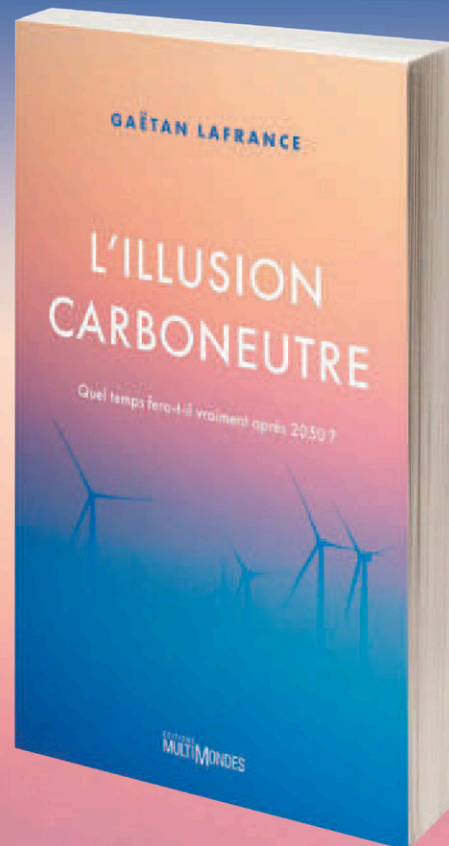


touchés directement par les activités humaines, les changements climatiques changent déjà la donne avec le dégel du pergélisol. « Les humains ont une incidence directe sur les lacs, que ce soit par les activités minières ou industrielles ou par les eaux usées. Même nos actions ici, dans le Sud, peuvent avoir un effet à des milliers de kilomètres, jusque dans le Nord », conclut Reinhard Pienitz. ●

En Arctique, le réchauffement a déjà un effet sur les lacs : l'épaisseur du couvert de glace diminue et le pergélisol dégèle.

Un essai qui jette  
**UN REGARD LUCIDE  
ET RIGOUREUX SUR  
LES CHOIX URGENTS**

à effectuer en matière  
d'énergie et de climat.



ÉDITIONS  
**MULTIMONDES**

editionsmultimondes.com



Offert en version numérique 

Dans l'esprit populaire, cyanure rime avec poison. Pourtant, cet élément pourrait avoir joué un rôle clé dans l'apparition des premiers êtres vivants sur Terre.

# UN POISON À L'ORIGINE DE LA VIE SUR TERRE?

PAR HUGO RUHER

**C**omment la Terre est-elle passée d'une boule de magma incandescente à une planète dotée d'une atmosphère riche en oxygène et où pullule la vie? Il n'y a toujours pas de réponse claire à cette question, qui a suscité au fil des décennies d'innombrables débats et théories. Et pour cause. Il ne reste aucune trace des premières formes de vie, probablement apparues au fond des océans il y a quatre milliards d'années environ, alors que la surface était le théâtre de pluies d'astéroïdes et d'immenses éruptions volcaniques.

Cela dit, un nouvel élément de réponse pourrait tenir en un mot, paradoxalement plus associé à la mort qu'à la vie : le cyanure. C'est ce qu'avance une étude parue dans *Nature Chemistry* en février dernier. Selon les auteurs, cet élément toxique (sous forme d'acide cyanhydrique gazeux) aurait joué un rôle primordial dans l'apparition des premières formes de vie, bien avant que l'oxygène s'accumule dans l'atmosphère il y a environ deux milliards d'années. « Nous pensons que le cyanure a pu transformer les molécules simples en composés chimiques essentiels à la vie », résume le principal auteur, Ramanarayanan Krishnamurthy, chimiste à l'Institut de recherche Scripps, en Californie.

Pour bien comprendre comment cela peut être possible ou même imaginable, il faut d'abord se pencher sur le processus qui a probablement mené à l'émergence des premières formes de vie sur Terre. Pour résumer, des composés organiques (à base de carbone) ont commencé à s'agglutiner, à créer des réactions nouvelles en utilisant les ressources à leur disposition, jusqu'à devenir des structures plus complexes. C'est lorsque ces structures ont réussi à se reproduire de manière stable que la Terre a hébergé ses premiers « êtres vivants ».

Ces organismes originels ont disparu depuis longtemps, et la Terre a été tellement bouleversée en quatre milliards d'années que les indices de leur ancienne présence sont rares. Les chercheurs doivent donc se baser sur des modèles pour reconstituer l'environnement physicochimique de l'époque et sur des expériences en laboratoire pour vérifier si telle ou telle réaction est plausible.

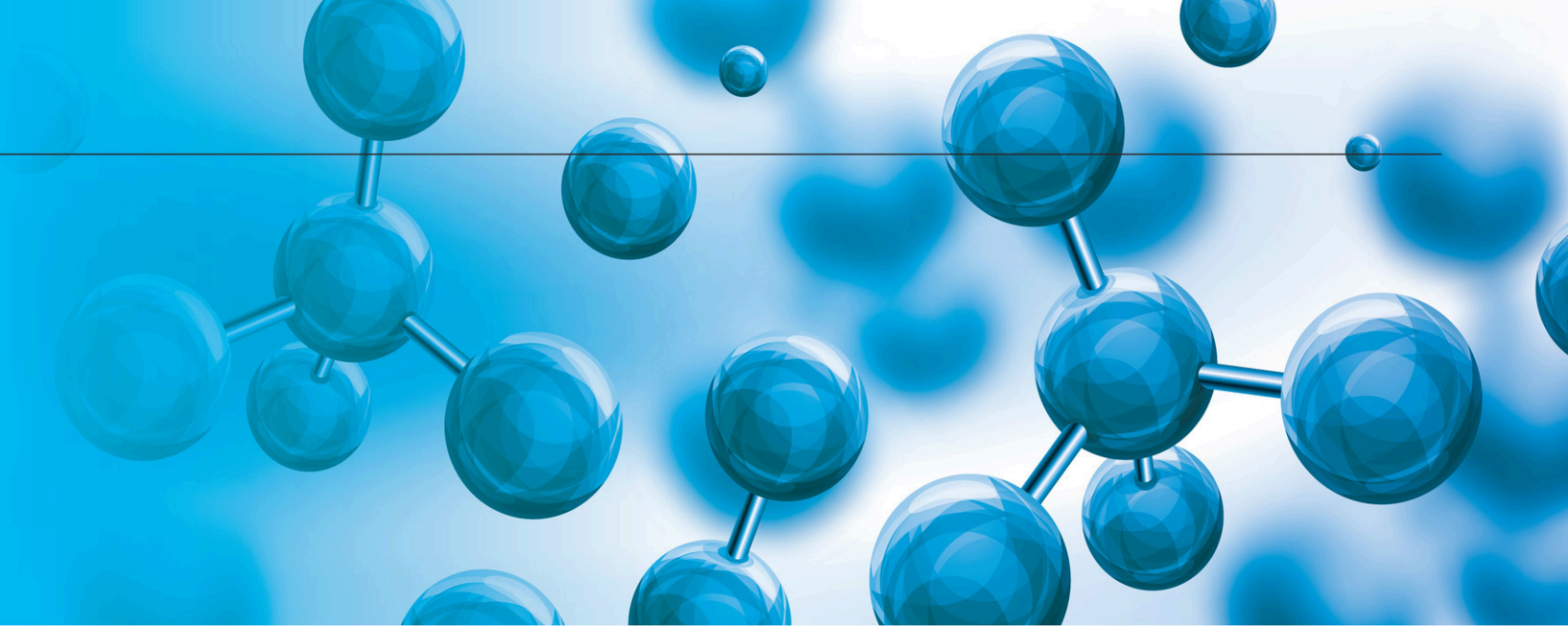
Le secret? Ne pas trop intervenir. « Quoi qu'il se soit passé, il a fallu que ce soit spontané. Si nous voulons raconter cette période, il faut laisser faire la nature », indique Joseph Moran, spécialiste canadien de la chimie « prébiotique », aujourd'hui chercheur à l'Université de Strasbourg, en France.

On suppose que l'apparition de la vie a été possible à la suite de plusieurs phases. La plupart des modèles s'entendent sur la présence de molécules simples dans la soupe prébiotique primordiale : de l'eau, bien sûr, mais aussi du dioxyde de carbone, de l'azote sous forme d'ammoniac, du dioxygène et du dihydrogène. Ces molécules, qui se sont d'abord assemblées par des processus encore mystérieux, sont à la base de toutes les molécules organiques : les acides aminés,

les sucres, les nucléotides... Par la suite, ces molécules se sont associées en longues chaînes appelées polymères. Les protéines, par exemple, sont des chaînes d'acides aminés et l'ADN et l'ARN sont de longues chaînes de nucléotides et de sucres. Une dernière phase a consisté en l'assemblage de ces grosses molécules entre elles pour exploiter les ressources alentour comme le carbone et l'hydrogène afin de se répliquer et de former les premières cellules.

Plusieurs voies chimiques permettent aujourd'hui de créer de la matière organique à partir de molécules simples comme le dioxyde de carbone. L'une d'elles, utilisée par certains microorganismes, est le « cycle de Krebs inverse » et intéresse particulièrement les adeptes de la chimie prébiotique. Mais il y a un (gros) souci : les macromolécules ne peuvent pas s'assembler seules. Dans la chimie que l'on connaît, des agents extérieurs comme des enzymes (qui sont des protéines) jouent le rôle de catalyseur et orchestrent ces réactions. D'ailleurs, les bactéries qui ont recours au cycle de Krebs inverse utilisent de nombreuses enzymes pour y parvenir. Autrement dit, il faut des protéines pour fabriquer des protéines et autres macromolécules... C'est l'œuf ou la poule! Aux origines de la vie, on doit donc supposer qu'autre chose a servi de catalyseur.

C'est ici que le cyanure, présent dans l'atmosphère primitive, entre en scène. Selon les auteurs de l'étude, l'acide cyanhydrique (HCN) interviendrait dès la première phase du processus, c'est-à-dire lors de la transformation de simples molécules en acides aminés, en permettant des échanges d'électrons et une addition progressive d'atomes de carbone.



«Nous pensons que la chimie qui a guidé les premières formes de vie est différente de celle qui a servi à les faire perdurer. Les conditions, les ressources n'étaient pas les mêmes», note Ramanarayanan Krishnamurthy.

En vérifiant cette hypothèse par des expériences *in vitro*, l'équipe a constaté qu'en effet les réactions survenaient spontanément en présence du cyanure! Les auteurs soulignent toutefois que d'autres théories font intervenir différents déclencheurs potentiels, notamment des éclairs, des argiles et des métaux océaniques. Autant d'éléments qui auraient pu ajouter des électrons aux atomes des molécules pour qu'elles amorcent leur transformation.

«Le problème, précise Ramanarayanan Krishnamurthy, c'est que, selon nos expériences en laboratoire, l'apparition de ces molécules à partir de ces déclencheurs n'est possible que dans des conditions extrêmement hostiles, avec une forte chaleur ou une forte acidité. Au point où les molécules auraient dû être détruites à mesure qu'elles étaient produites.» Le cyanure, lui, semble fonctionner dans des conditions plus réalistes, affirme-t-il.

Ce n'est d'ailleurs pas la première fois que ce poison attire l'attention. Dès 2015, John Sutherland, chimiste à l'Université de Cambridge, avait imaginé un tel scénario, arguant que le HCN et le sulfure d'hydrogène, un autre gaz, ont pu donner naissance à toute une variété d'acides aminés. «Cette étude a ouvert la voie en proposant le cyanure comme une source prébiotique de molécules, dit Ramanarayanan Krishnamurthy. Mais nous sommes les premiers à nous en servir comme réducteur naturel [un élément qui cède un

électron à une autre espèce chimique lors d'une réaction].»

Naturel, vraiment? Sur ce point, les avis divergent. Pour Joseph Moran, les conditions expérimentales de l'équipe américaine ne sont pas si spontanées. «Le problème, c'est qu'elle a modifié les conditions environnementales au fur et à mesure. Il y a plusieurs étapes avec des conditions et des méthodes différentes, ça n'a plus rien de naturel.»

Pour en voir le détail, il faut éplucher la partie technique de l'étude, un document aride d'une centaine de pages dans lequel les auteurs explicitent leurs expériences. On constate qu'ils chauffent leur préparation à base de cyanure avant d'ajouter d'autres éléments, puis qu'ils la chauffent de nouveau à une autre température... Bref, ces expériences sont dirigées par la main des humains, dans des conditions très contrôlées. «Cela reste intéressant, concède Joseph Moran, et leurs résultats sont solides. Le problème, c'est qu'en aucun cas cela ne peut correspondre à la réalité.»

Pour Ramanarayanan Krishnamurthy, ces concessions à la réalité ne sont pas forcément invalidantes : «Ce qui a été fait en laboratoire, c'est une manière d'accélérer le processus pour que les expériences ne s'étendent pas indéfiniment. Si nous avons laissé les choses agir d'elles-mêmes, ça aurait duré plusieurs mois, ce qui est plus compliqué pour ce type de recherche.» De plus, des conditions changeantes pourraient finalement être tout à fait réalistes. «Notre planète était à l'époque beaucoup plus instable, les changements de température dans le cycle jour-nuit étaient plus marqués, il y avait de l'humidité, de l'acidité et de nombreuses variables impossibles à prévoir,

mais qui ont pu altérer les molécules dans ces instants», ajoute-t-il.

«La vie est un système autoorganisé, reprend Joseph Moran. C'est le fruit de tout un ensemble de réactions complexes et difficiles à cerner, c'est pourquoi le défi est de trouver un cadre dans lequel ces réactions ont pu avoir lieu.» Son équipe penche plutôt vers un rôle majeur joué par des métaux et des ions métalliques comme le fer et le zinc qui auraient réagi avec le dioxyde de carbone et accompli une portion du cycle de Krebs inverse.

Pour Ramanarayanan Krishnamurthy, malgré l'absence de preuves directes, l'hypothèse du cyanure doit être creusée : «C'est un changement de paradigme. Si une simple molécule peut avoir tant de pouvoir, cela redéfinit notre rapport à la biochimie et à l'origine de la vie. C'est en tout cas une piste à explorer.»

Si cette piste est bonne, cela signifierait que la recette de la vie est plus simple qu'on le croit et que, peut-être, celle-ci pourrait apparaître plus facilement sur d'autres planètes, notamment celles où du cyanure a été découvert, ce qui est relativement fréquent. «Certaines molécules utilisées par les êtres vivants peuvent être retrouvées sur des exoplanètes, rappelle Ramanarayanan Krishnamurthy. Mais elles peuvent très bien être le résultat d'un processus abiotique, sans présence de vie. Lorsque de telles molécules sont trouvées, il serait intéressant de s'interroger sur la présence de cyanure, qui constituerait un argument de plus dans la recherche d'un processus biologique!» Bref, il va peut-être falloir élargir nos horizons pour inclure un poison mortel dans la liste des «preuves» potentielles de vie extraterrestre... ●

# LES TOUCHE-À-TOUT ONT-ILS RAISON ?

Et si l'avenir appartenait aux touche-à-tout, profanes et autres couteaux suisses? De quoi repenser la définition de l'expert.

PAR MAXIME BILODEAU

ILLUSTRATION : FRANÇOIS BERGER • DIRECTION ARTISTIQUE : NATACHA VINCENT

**R**arement un essai m'a-t-il aussi longtemps habité. Dans *Range : le règne des généralistes*, le reporteur et auteur américain David Epstein s'emploie à démontrer que les détours sur le chemin vers l'excellence sont non seulement normaux, mais souhaitables. Au passage, il déboulonne la statue du spécialiste, cette figure d'autorité qui gagnerait à élargir ses horizons. Des thèses qui, sans surprise, m'avaient immédiatement rejoint lors de la parution du livre dans sa langue originale, il y a plus de deux ans. Le journaliste n'est-il pas, par définition, un généraliste qui se mêle de tout au gré des diktats de l'actualité?

Comme il est courant de le faire dans ce type d'ouvrage, l'auteur fait flèche de tout bois à grand renfort d'études scientifiques

renversantes et d'anecdotes révélatrices. Au diable la désormais célèbre règle des 10 000 heures (ou des 10 ans), qui veut que l'expertise ne s'acquière qu'au prix d'années de « pratique délibérée », soit d'efforts ciblés et soutenus. À la trappe cette injonction de se spécialiser dans un domaine le plus vite et le plus tôt possible pour réussir. Mais est-ce également vrai en science? Le modèle de l'université, lieu par excellence où se concentrent les détenteurs de savoirs spécialisés, a émergé au 19<sup>e</sup> siècle et s'est depuis imposé.

Dans un éditorial paru en 2014 dans la revue *Infection and Immunity*, deux éminents microbiologistes comparaient justement le monde de la recherche à celui, très fermé, des guildes de marchands au Moyen Âge. « La spécialisation scientifique encourage l'efficacité, la rigueur et le respect de normes éthiques en recherche; elle est aussi synonyme d'un certain conformisme qui favorise le travail en silo et freine l'innovation », écrivaient-ils. Il vaudrait mieux ressusciter

le modèle de la Renaissance, où les scientifiques étaient aussi des artistes, si l'on veut encourager l'innovation, disaient un autre duo de chercheurs en 2015 dans la revue *Research Policy*.

Une étude de 2008 conclut d'ailleurs que les lauréats de prix Nobel ont plus tendance à s'adonner à des passe-temps extérieurs à la science que leurs collègues non nobélisés. Ils sont 1,5 fois plus à même de s'engager durablement dans ces activités par rapport aux membres de la prestigieuse Académie nationale des sciences, aux États-Unis. Dans l'échantillon étudié, avoir un loisir s'avère un meilleur facteur prédictif de l'excellence scientifique que le quotient intellectuel, relèvent les chercheurs. Tous au tricot?

Qu'ils aient reçu un Nobel ou non, les experts obtiennent la confiance du grand public. « Si l'on regarde par exemple les sondages effectués par le Pew Research Center, la confiance envers les scientifiques demeure stable et élevée depuis des décennies. Elle a même augmenté durant la



« Les jeunes les moins compétitifs sont ceux qui tendent à ne faire que du hockey à longueur d'année, entre autres en participant à des camps de perfectionnement estivaux. »

— Jean Lemoyne, professeur à l'UQTR

crise sanitaire», indique François Claveau, professeur au Département de philosophie et d'éthique appliquée de l'Université de Sherbrooke.

Le titulaire de la Chaire de recherche du Canada en épistémologie pratique apporte néanmoins quelques nuances : « La confiance du public dans la science est une chose. Déterminer si cette dernière est justifiée en est une autre. » Un chapitre entier du livre *Experts, sciences et sociétés*, que François Claveau a codirigé et qui est paru en 2018, porte sur les biais cognitifs, ces « pièges de l'esprit » qui guettent les experts. Tel l'excès de confiance, qui survient lorsque la confiance subjective d'une personne dans ses jugements est nettement supérieure à leur précision objective.

« Pensons à l'artiste militant qui affiche ses couleurs sur la question des changements climatiques. Dans ce cas, le soi-disant expert se prononce à l'extérieur de son champ d'activité », dit Gilles Beauchamp, étudiant de doctorat en philosophie à l'Université McGill et coauteur de ce chapitre. Le contraire est aussi vrai; l'expert (le vrai!) peut croire dur comme fer en ses jugements dans son domaine de spécialisation même si ces derniers sont objectivement peu précis, une forme de « surconfiance » tout aussi dangereuse. Une propension plus masculine que féminine, si l'on se fie à la sous-représentation des expertes dans les médias – elles représentent à peine le tiers de toutes les personnes citées au Canada entre autres parce qu'elles déclinent plus souvent les demandes d'entrevue que leurs vis-à-vis masculins.

## PAS QU'À L'UNIVERSITÉ

Si l'université constitue un modèle d'organisation de l'expertise, elle n'est toutefois pas la seule. « L'hôpital est l'autre exemple auquel on peut spontanément penser, expose Julien Prud'homme, professeur et directeur du Département des sciences humaines de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). C'est une grande organisation dont le fonctionnement repose sur une division formelle et poussée des tâches », mentionne-t-il. Le chercheur sait de quoi il parle, lui qui a consacré sa thèse de doctorat à l'histoire de l'expertise en santé entre 1940 et 2005 au Québec.

Le cas des médecins est parlant. « Au Québec, à partir des années 1950, ils ont été incités à se spécialiser dans des branches particulières. Cela correspond à leur entrée dans les hôpitaux, eux qui travaillaient jusqu'alors dans leur cabinet », relate Julien Prud'homme. De nos jours, on se heurte cependant à un paradoxe : le système de santé souffre d'une pénurie de médecins de famille, les généralistes de la profession ! Rien de bien surprenant, à la suite de sorties répétées de certains politiciens contre les omnipraticiens... « Ces médecins se présentent désormais comme des spécialistes de la médecine familiale », relève-t-il d'ailleurs au passage.

Le sport est un autre domaine où la figure de l'expert domine. Sidney Crosby, proclamé l'un des 100 plus grands joueurs de la Ligue nationale de hockey en 2017, en est une incarnation. Dès ses premières armes au hockey, on lui reconnaît un talent hors du commun. Élevé très tôt au rang de phénomène, l'enfant prodige dépasse sans cesse les attentes partout où il patine, du camp d'entraînement destiné aux meilleurs joueurs des Maritimes auquel il participe à l'âge tendre de sept ans jusqu'à son équipe actuelle, les Penguins de Pittsburgh, avec qui il a gagné trois coupes Stanley. Est-ce le parcours à privilégier ?

En réalité, le hockey est un sport à spécialisation tardive, selon l'organisme à but non lucratif canadien Le sport c'est pour la vie, qui publie le document de référence *Développement à long terme par le sport et l'activité physique*. Contrairement à la gymnastique par exemple, il exige une multitude d'habiletés motrices et tactiques que seule une grande diversification des activités physiques et sportives durant l'enfance permet d'acquérir. La spécialisation, c'est-à-dire le moment où l'athlète décide de placer tous ses œufs dans le même panier, ne devrait se faire que vers la fin de l'adolescence, une fois la maturité physique atteinte, dit-on. Au Québec, où le hockey est considéré comme le sport national, c'est rarement le cas.

« Les dirigeants de fédérations aiment dire que c'est un sport à sélection hâtive. Cela incite de nombreux jeunes à se spécialiser afin de pouvoir décrocher une place dans une équipe d'élite, à un moment où ils développent encore leur littératie

sportive», explique Jean Lemoyne, professeur au Département des sciences de l'activité physique de l'UQTR. Il a réalisé une enquête auprès de 404 joueurs québécois âgés de 12 à 17 ans pour documenter le phénomène. Ses travaux publiés en 2020 dans le *Journal of Expertise* démontrent toute l'étendue des dommages de cette foire d'empoigne.

«Les jeunes les moins compétitifs sont ceux qui tendent à ne faire que du hockey à longueur d'année, entre autres en participant à des camps de perfectionnement estivaux. Ils sont aussi moins actifs sur une base quotidienne et ont une perception plus négative de leur sport que les hockeyeurs les plus compétitifs, qui ont une pratique sportive plus éclatée», rapporte-t-il. Les joueurs qui ont une pratique récréative sont ainsi plus à risque de se blesser et de s'épuiser prématurément. «Des études avancent que l'âge de la première séance de musculation est le principal déterminant du décrochage sportif», ajoute-t-il.

Ces résultats contre-intuitifs – pratiquer plusieurs sports à un jeune âge est plus commun chez l'élite – se vérifient aussi chez les musiciens. Les virtuoses ont souvent joué de plusieurs instruments (trois, quatre, voire cinq) tôt dans leur parcours

par rapport à leurs vis-à-vis qui ont jeté leur dévolu sur un seul dès le départ, selon des travaux scientifiques, dont ceux du chercheur britannique John Sloboda. Le choix d'un instrument en particulier se fait sur le tard, généralement de manière spontanée, parce que le musicien l'a décidé et non parce qu'il lui a été imposé.

## INTERDÉPENDANCE

De là à affirmer que les généralistes sont mieux préparés que les spécialistes pour exceller, comme le fait David Epstein dans *Range*, il n'y a qu'un pas à franchir. Pour Julien Prud'homme, cette mise en opposition est néanmoins artificielle et revient plutôt à enfoncer des portes ouvertes. « Dans les faits, ces deux archétypes collaborent l'un avec l'autre. Le spécialiste l'est parce qu'il est en dialogue avec d'autres qui ne le sont pas et vice versa, relève-t-il. Je rejette l'idée de l'expert dans sa tour d'ivoire. Au contraire : c'est un personnage issu de la coopération. »

Autre bémol : les définitions de l'expertise, qui varient selon les domaines. À ce chapitre, l'exemple de la spécialisation sportive prématurée est parlant. En gros, un enfant est spécialisé dès lors qu'il se consacre à un seul sport huit mois et plus

par année et que cela nuit à la pratique d'autres activités physiques ou sportives. « Ce sont des critères qui, *de facto*, font d'à peu près tous les jeunes hockeyeurs des victimes de la spécialisation hâtive. Cela limite beaucoup les analyses que nous faisons dans la foulée de nos enquêtes sur le sujet », déplore Jean Lemoyne.

La polyvalence, en fin de compte, est un peu comme une tarte aux pommes. Personne n'est véritablement contre, surtout pas ceux qui gravitent dans les domaines pointus, où la pression relative à la spécialisation est forte. Un sondage réalisé il y a une dizaine d'années auprès de 1 353 chercheurs a d'ailleurs montré que 70 % d'entre eux estiment que l'interdisciplinarité est gagnante (les ingénieurs mécaniques et les économistes étaient les moins enclins à le penser).

Tout le monde rêve de pratiquer plusieurs sports, de parler plusieurs langues, d'acquiescer sans cesse de nouvelles connaissances parce que... pourquoi pas ? C'est d'ailleurs ce qui me plaît le plus dans mon travail de journaliste. Le risque de parler de tout à tort et à travers représente bien peu de chose lorsqu'on a la chance d'embrasser au quotidien la diversité des potentialités humaines. ●



**Le personnel professionnel  
en recherche et santé**

Une expertise  
**ESSENTIELLE**  
pour traverser la crise

**SPGQ**

Institut national de psychiatrie légale Philippe-Pinel, Institut national d'excellence en santé et services sociaux, Corem

# LE MYSTÈRE BIODYNAMIQUE

Complètement ésotérique pour certains, nécessaire afin de préserver l'environnement pour d'autres, la viticulture biodynamique gagne du terrain. Qu'en dit la science?

PAR JOËL LEBLANC

ILLUSTRATION:  
SÉBASTIEN THIBAUT  
DIRECTION ARTISTIQUE:  
NATACHA VINCENT

**L'**histoire se passe en juin 1924. Dans la petite municipalité de Kobierzyce, maintenant polonaise mais alors en territoire allemand, un riche comte accueille sur son domaine plus d'une centaine de personnes, dont une quarantaine de cultivateurs. Venus de plusieurs pays, ils sont là pour entendre ses conseils agricoles.

Sans formation en agronomie ni expertise en agriculture, l'intellectuel autrichien Rudolf Steiner retiendra l'attention de tout ce beau monde durant huit longues conférences prononcées sur plus d'une semaine. De ses enseignements naîtra une nouvelle façon

de cultiver la terre qui sera ultérieurement appelée « agriculture biodynamique ».

Presque 100 ans plus tard, au Domaine Bergeville de Hatley, dans les Cantons-de-l'Est, Ève Rainville et son conjoint font croître leurs raisins dont ils tireront bientôt leurs vins effervescents selon les principes énoncés par Steiner. « Nous pratiquons la biodynamie pour être au diapason avec notre ferme, explique l'ancienne géologue. Le vignoble est un organisme que nous aidons à devenir fort pour qu'il puisse affronter les éléments. La biodynamie met des outils à notre disposition pour permettre à nos vignes de mieux se développer. Le mode d'action est parfois mystérieux, mais ça fonctionne! »

L'agriculture biodynamique connaît un engouement renouvelé depuis une vingtaine d'années dans différents pays, surtout dans

le secteur viticole. Par exemple, environ 600 vignobles en France ont adopté ses préceptes. Chez nous, le site Web de la Société des alcools du Québec propose 710 produits lorsqu'on tape *biodynamique* dans le moteur de recherche.

## MODE D'EMPLOI

Cette forme d'agriculture, respectueuse de la terre et des plantes, serait en quelque sorte du biologique « augmenté ». Parmi les pratiques prescrites par l'agriculture biodynamique, plusieurs sont en effet partagées par l'agriculture biologique, comme la non-utilisation de pesticides et d'engrais de synthèse. Mais d'autres sont teintées d'ésotérisme, comme le respect des calendriers lunaires et du zodiaque ou l'ajout de décoctions artisanales au pied des vignes.



«J'ai lu les transcriptions des "cours aux agriculteurs" que Rudolf Steiner a donnés en 1924. Je n'y ai rien compris», sourit Jean Masson, directeur de recherche à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement de Colmar, en France. Truffés de métaphores et d'allusions aux forces cosmiques et telluriques, les «cours» sont effectivement hermétiques. Mais d'autres sont passés après Steiner et ont proposé des interprétations de ses écrits, plus accessibles mais pas forcément concordantes. «Certaines de ces interprétations ont fini par s'imposer. L'agriculture biodynamique d'aujourd'hui est le résultat de cette sélection», indique le biologiste et anthropologue.

La première catégorie de consignes est de nature astrologique. Certaines actions ne peuvent être menées que lorsque la Lune est ascendante, d'autres lorsqu'elle est descendante. Selon la constellation zodiacale dans laquelle passe la Lune, les jours portent des noms différents, comme «jours feuilles» ou «jours racines». Les soins apportés aux vignes dans ces jours précis doivent respecter ce calendrier, qui est en bonne partie le fruit du travail de l'Allemande Maria Thun, l'une des interprètes des conférences de Steiner. Infirmière de formation, elle a fait au début des années 1960 des essais avec des plants de radis, interprétant elle-même, à l'œil, la qualité des légumes produits selon le jour du semis. Il y a aussi des choses qui doivent ou ne doivent pas être accomplies à certaines heures du jour, par exemple au lever du soleil. Et certaines fêtes religieuses chrétiennes ont aussi une influence.

L'autre catégorie d'instructions consiste en des prescriptions de différentes «préparations» qu'il faut pulvériser sur le sol ou sur les plantes à quelques reprises durant la croissance. Au nombre de neuf, numérotées de 500 à 508, elles ont chacune une fonction précise pour favoriser le sol ou la croissance végétale. La plus connue, la préparation 500, est aussi appelée «bouse de corne». En gros, il faut de la bouse, provenant idéalement d'une vache gestante, qu'on insère dans une corne de vache. La corne est placée sous terre et y séjourne tout un hiver. Après ce temps, une petite quantité de la bouse

est incorporée au compost qui est utilisé pour engraisser le sol au pied des vignes.

Pourquoi une corne de vache? Selon la cosmologie de Steiner, les appendices cornés de la vache seraient des capteurs d'«énergie cosmique» qui lui permettraient de recueillir l'énergie durant toute sa vie et de la stocker. Une fois l'animal mort, la corne garderait des traces de cette énergie et pourrait la transmettre au fumier, qui se verrait «dynamisé». On retrouve ici un concept et une terminologie communs à l'homéopathie.

La préparation 501, elle, demande de placer une poudre fine de silice dans une corne de vache (aussi et pour les mêmes raisons) et de l'y laisser tout un été. Elle permet à son tour de «vitaliser» de l'eau, par un brassage consciencieux dans un certain sens pendant un certain temps, sans faire d'éclaboussures. Puis, sans tarder, il faut pulvériser cette eau sur les feuillages des plantes, idéalement au lever du jour. «Nous mettons 6 g de silice dans 150 L d'eau, explique Ève Rainville. Nous pulvérisons ensuite cette eau sur trois hectares de vignes.» Des doses que certains qualifient d'homéopathiques.

Selon ses adeptes, cette méthode servirait à fournir un «surplus de soleil» aux plantes afin de permettre un pic de photosynthèse à des moments importants, comme lors de la production de fruits. Le mécanisme d'action, si action il y a, est inconnu, mais cela n'empêche pas Ève Rainville d'utiliser cette préparation d'une à trois fois par été. «J'ai vu de mes yeux un effet lors d'une pulvérisation, raconte-t-elle. Nous avons commis l'erreur de pulvériser de la préparation 501 sur nos vignes tout de suite après les avoir effeuillées. L'eau de silice s'est donc déposée directement sur les raisins. Exposés au soleil, les raisins ont bruni en 15 minutes, comme s'ils avaient été brûlés. J'ignore comment, mais l'eau dynamisée à la silice semble faire l'effet d'une loupe, elle concentre la lumière solaire et la transmet. C'est bon pour la photosynthèse, mais ça brûle les fruits. Nous avons appris la leçon ce jour-là.»

## TESTS SCIENTIFIQUES

Au-delà de ces observations anecdotiques, des scientifiques se sont réellement penchés sur la biodynamie pour savoir

si elle est significativement différente de l'agriculture biologique. Depuis ses débuts, l'agriculture biodynamique prétend lutter contre la «dégénérescence» des plantes et la diminution de la qualité des aliments. Même si ces assertions peuvent être vagues, il y a matière à analyses et à comparaisons. Et comme la pratique est presque centenaire, on a eu le temps de faire des études et même des méta-analyses, c'est-à-dire de compiler des données de plusieurs études pour obtenir des synthèses encore plus solides.

Du côté de la santé microbiologique des sols, une méta-analyse française publiée en 2020 et basée sur une centaine d'études a révélé que l'agriculture biologique permet d'obtenir des sols de trois à quatre fois plus sains que l'agriculture traditionnelle en termes de biomasse, de respiration et d'activité microbiologique. La viticulture biodynamique, elle, offre les mêmes performances que l'agriculture biologique, mais sans plus.

Une revue systématique, allemande celle-là, parue en 2019 a réuni les résultats de 24 études et montre que la viticulture biologique et la viticulture biodynamique se ressemblent sur les plans des propriétés du sol et de la biodiversité (supérieures à l'agriculture classique), de la croissance des vignes et du rendement (inférieurs au mode traditionnel de culture) et de la fréquence des maladies (plus courantes qu'en agriculture classique).

À Strasbourg, Jean Masson s'est lui aussi intéressé aux performances des plants de vigne. «Les producteurs traditionnels soulignent souvent la mauvaise santé apparente des plants de vigne chez les producteurs biodynamiques. Les plants sont plus petits, les feuilles sont plus jaunes... Nos analyses publiées en 2018 ont montré que les feuilles sont moins vertes non pas parce qu'elles manquent de chlorophylle, mais parce qu'elles contiennent des pigments secondaires en plus grande quantité, comme des anthocyanes. Nous avons aussi relevé des taux plus élevés de métabolites secondaires antioxydants et antifongiques. Cela confère aux plants biodynamiques une meilleure résistance aux pathogènes et aux extrêmes de chaleur comparativement aux plants classiques.»



Pulvérisation dans les vignes de la préparation biodynamique 501 au lever du soleil au Domaine Bergeville

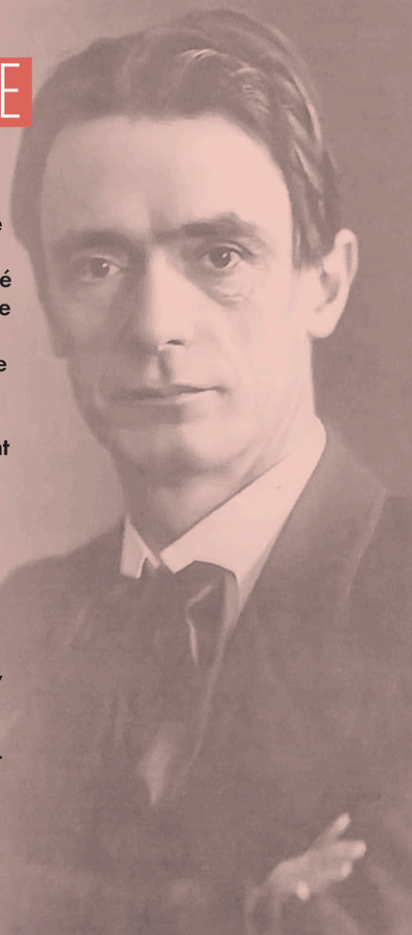


Des cornes de vache remplies de bouse qui séjournent sous terre tout un hiver pour donner la préparation 500.

## ANTHROPOSOPHIE

Avant de devenir le père de l'agriculture biodynamique, Rudolf Steiner était reconnu pour avoir créé l'anthroposophie, une philosophie conservatrice qui rejette la modernité et qui se démarque par une croyance en des mondes supérieurs au nôtre où transitent des énergies. Incapable d'accéder à ces mondes, la science des humains est considérée comme futile. L'intuition, à l'opposé, provient directement des dieux, ce qui l'élève au rang de vérité.

La doctrine anthroposophique a donné naissance à différentes déclinaisons : la pédagogie Waldorf-Steiner, contestée par les milieux éducatifs et surveillée en France pour possible dérive sectaire, la médecine anthroposophique, notamment antivaccin, et bien sûr l'agriculture biodynamique, qui prétend par ses pratiques établir des liens avec les mondes « au-dessus » pour en tirer les énergies (cosmique, spirituelle, psychique, tellurique, éthérique) et en faire bénéficier les plantes.



« Notre souci est de produire le meilleur vin possible avec le moins d'intrants possible dans les vignes, en perturbant le moins possible les sols et la biodiversité locale. »

—Ève Rainville, du Domaine Bergeville

Ce qui est attendu, car les vignes laissées à elles-mêmes sans pesticides sont plus souvent sujettes aux maladies et doivent développer un arsenal de défense plus imposant.

Voilà pour les vignes et les sols, qui semblent s'en tirer plutôt bien sans pesticides. Mais qu'en est-il du vin ? Le mode d'agriculture influence-t-il sa qualité, son goût ? Il faut savoir que, en plus de la culture des vignes, l'étape suivante, la fabrication du vin, peut être biodynamique elle aussi. Les méthodes sont toutefois sujettes à débat, mais reposent notamment sur l'utilisation exclusive des levures sauvages naturellement présentes sur les raisins au moment des vendanges.

Des articles ont annoncé que les vins biologiques et biodynamiques étaient en moyenne « meilleurs » que les autres sur la base des scores sur 100 que leur donnent les grands spécialistes du vin dans leurs guides. Pour les vins californiens, les pointages accordés augmentent d'en moyenne 4,1 points lorsque le vin est certifié ; pour les vins français, l'augmentation est de 6,2 pour les vins biologiques et de 11,8 pour les vins biodynamiques, toujours par rapport au vin traditionnel.

« Il faut faire attention avec de telles études, met en garde Karine Pedneault. Elles ne sont pas le fruit d'analyses de laboratoire, mais de dégustations par des experts. Aussi réputés soient-ils, cela demeure hautement subjectif. » Experte en métabolomique des plantes, la chercheuse de l'Université du Québec en Outaouais est spécialisée en analyse du profil aromatique des vins. « Ces études sont réalisées par des économistes et ce qu'elles nous apprennent, c'est que les certifications bios ont une incidence sur la perception des consommateurs et des sommeliers. Mais pour être fiable, une étude comparative de la qualité des vins se devrait d'inclure des analyses biochimiques pour comparer les molécules présentes et des dégustations à l'aveugle faites selon un protocole rigoureux. »

De telles études existent. Par exemple, une équipe italienne a publié en 2020 un article comparant la qualité de vins san-

giovese produits de façon classique avec ceux produits en biodynamie. « Même si les analyses biochimiques ont révélé des différences de concentration pour plusieurs composés aromatiques principalement dues aux souches de levures, détaille Karine Pedneault, et que les dégustations à l'aveugle par une quinzaine de sommeliers experts ont permis de détecter des différences subtiles, la qualité des deux vins a été jugée égale. »

Bref, la viticulture biodynamique est aussi efficace que la viticulture biologique pour produire des raisins avec un effet diminué sur l'environnement, voire des vins au goût riche, mais elle ne lui est pas supérieure... et demande même plus de travail ! Pour ses détracteurs, elle n'est que de l'homéopathie appliquée aux cultures, arrosée d'astrologie. Pour ses défenseurs, il s'agit plutôt d'un niveau supérieur de soins apportés au vignoble, d'une relation étroite avec celui-ci, dont on perçoit les besoins par intuition.

Mais cela n'a pas suffi à convaincre l'Italie qui, après 10 ans de travail, a adopté en février dernier des lois pour régir l'agriculture biologique sur son territoire... en excluant la biodynamie de cette définition. La sénatrice Elena Cattaneo, ancienne chercheuse, a déclaré : « Il y a eu une intervention claire et sans équivoque pour éliminer d'une loi la reconnaissance de pratiques ésotériques et non scientifiques. La Chambre a évité d'apposer le sceau de l'État sur l'équation entre croyances et évidences, réalité et magie, astrologie et astronomie. »

À Hatley, au Domaine Bergeville, les deux mains dans le raisin, on ne se préoccupe guère de ces discussions légales et politiques. « Notre souci est de produire le meilleur vin possible avec le moins d'intrants possible dans les vignes, en perturbant le moins possible les sols et la biodiversité locale. Et pour nous, ça passe par la biodynamie », insiste Ève Rainville. Même si la science démontre que des pratiques « seulement bios » apportent des résultats semblables, ce petit plus ne peut probablement pas faire de tort. ●

Du bioplastique  
durable

Forgé par des  
ingénieurs

*Forgé par McGill*



*Plastique biodégradable : du potentiel  
pour le Québec et les Maritimes*

En partenariat avec Parcs Canada, une équipe de l'Université McGill dirigée par Audrey Moores transformera des carapaces de crustacés en plastique biodégradable. Sur la Côte-Nord du Québec uniquement, quelque 2 000 tonnes de coquilles de crabe sont produites chaque année. Cette initiative pourrait donner naissance à une véritable industrie de chimie verte dans les villages de pêcheurs.



**McGill**



## LE CONSOMMATEUR, CET ÊTRE COMPLEXE

À TITRE DE SPÉCIALISTE DU COMPORTEMENT DU CONSOMMATEUR ET DE LA GESTION DE MARQUE, AMÉLIE GUÈVREMONT A UN ACCÈS PRIVILÉGIÉ À NOS CONTRADICTIONS LES PLUS PROFONDES.



A

mélie Guèvremont pratique une forme d'anthropologie des temps modernes : la «netnographie», contraction des mots *network* et *ethnographie*. La professeure du Département de marketing de l'École des sciences de la gestion (ESG) de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) s'immerge dans une communauté numérique de consommateurs attachés à une marque, les cosmétiques Lush par exemple. Pendant quelque temps – parfois une année –, elle analyse leurs interactions sur des médias sociaux comme Instagram, allant même jusqu'à participer aux échanges.

« Ces communautés sont constituées de gens pour qui la marque en question fait partie intégrante de leur quotidien

et rejoint leurs valeurs. Au travers des commentaires des internautes, on réalise que la ligne est mince entre le plaisir et des phénomènes plus sombres, telles la dépendance et la surconsommation », explique celle qui a remporté le Prix de la relève professorale en recherche l'automne dernier. Cette distinction remise annuellement à des professeurs de l'ESG UQAM vise à soutenir un scientifique en début de carrière dont le programme de recherche est prometteur.

### MATIÈRE FISSILE

La consommation, à bien des égards, constitue une fenêtre grande ouverte sur la psyché humaine. Par ses comportements, le consommateur dévoile ainsi ses motivations réelles et ses contradictions apparentes. « Le cadre théorique de mes travaux se base en grande partie sur la psychologie, en lien avec l'identité et les processus perceptuels. Nos réflexions vis-à-vis de nos choix de consommation sont complexes, nuancées, voire paradoxales par moments, et c'est ce qui m'intéresse le plus », affirme Amélie Guèvremont.

La chercheuse a consacré sa thèse de doctorat à l'authenticité des marques. Au fil de ses recherches, elle a sans cesse constaté que certaines marques accompagnent de façon pertinente les consommateurs en ciblant notamment leurs aspirations et pré-

# Les questions de Rémi Quirion

SCIENTIFIQUE EN CHEF DU QUÉBEC \*

occupations les plus fondamentales. Amélie Guèvremont cite l'exemple de marques alimentaires telle Trois fois par jour, qui a pour but de transformer pour le mieux la relation entre les gens et la nourriture au moyen de contenus déclinés sur les réseaux sociaux, dans des livres de recettes et même à la télévision.

« Dans ces cas-là, on parle d'influence positive : l'authenticité aide le consommateur à prendre de meilleures décisions dans sa cuisine, ce qui peut se traduire entre autres par la réduction du gaspillage alimentaire », souligne-t-elle. Le contraire est aussi vrai. Certaines marques se contentent de répondre aux besoins utilitaires des consommateurs sans créer un lien réel avec lui. « La pertinence est ancrée dans le contexte. La pandémie de COVID-19 nous en a fourni la preuve », analyse celle qui considère la transparence, la bienveillance et la proximité comme les trois grands piliers de l'authenticité.

## ESPRIT CRITIQUE

La crise sanitaire a propulsé cette idée de proximité, par le biais de l'achat local, à de nouveaux sommets. Amélie Guèvremont se promet justement de creuser cet intérêt renouvelé pour les marques québécoises dans les prochaines années. Les résultats de ses recherches contribueront, espère-t-elle, à nous faire prendre conscience de notre identité de consommateur. Cette dernière est après tout indissociable de celle de citoyen dans notre système capitaliste, comme l'a écrit la journaliste canadienne Naomi Klein dans *No Logo : la tyrannie des marques* il y a plus de 20 ans.

« La consommation est l'un des multiples rôles qu'on tient au quotidien, fait valoir Amélie Guèvremont. C'est pourquoi il est nécessaire de développer un esprit critique face à cette réalité : on ne peut s'en soustraire. »

À une époque où les marques n'hésitent plus à prendre position quant aux enjeux sociaux, politiques et environnementaux de l'heure, cela est d'autant plus important. « L'invasion de l'Ukraine par la Russie et des mouvements comme Black Lives Matter sont des sujets polarisants. Pourtant, certaines marques comme Ben & Jerry's prennent désormais le risque d'afficher leurs couleurs. »

Loquace, la chercheuse passe de l'abstrait au concret avec une facilité déconcertante. C'est ce qui a donné le goût à Valentine Hainneville, étudiante de doctorat en administration, spécialisation marketing, à l'ESG UQAM, de s'initier au monde de la recherche. « Amélie est une véritable mentore. C'est un privilège de l'avoir comme superviseuse de thèse et de collaborer avec elle à divers projets », dit celle qui s'intéresse au *femvertising*, soit la publicité articulée autour de messages féministes. « Elle sait rallier les étudiants à sa cause et est d'ailleurs parmi leurs chouchous. » ●

Par Maxime Bilodeau

## Vos travaux permettront-ils un jour de faire le portrait-robot du consommateur québécois ?

Ce qui m'intéresse particulièrement, c'est de comprendre le consommateur – et notamment le consommateur québécois – dans toute sa complexité et à travers ses nombreux paradoxes. Je souhaite cerner les motivations profondes qui peuvent guider nos choix et les multiples influences qui façonnent nos décisions. Les contradictions sont particulièrement intéressantes pour tout ce qui touche à la consommation responsable – on est tous et toutes en faveur de choix plus écologiques, mais dans les faits, pourquoi prend-on souvent des décisions non conformes à cette aspiration ?

## Poursuivrez-vous votre analyse des comportements de consommation adoptés durant la pandémie de COVID-19 ? Si oui, quelles leçons croyez-vous que nous pourrions en tirer ?

Oui, nos recherches se poursuivent. J'ai des travaux en cours dont les résultats permettront, je l'espère, de saisir les leviers comportementaux et les axes communicationnels qui favoriseront des choix de consommation plus locaux – une tendance forte et prometteuse observée pendant la pandémie. Globalement, cela permettra de maximiser l'attrait des produits d'ici avec les conséquences positives que l'on connaît. C'est à suivre !

## Qu'est-ce qui est le plus fascinant, selon vous, chez les consommateurs qui adhèrent aux communautés numériques attachées à une marque ? Ont-ils des traits de caractère particuliers ?

L'attachement émotionnel que les gens expriment au sein de certaines communautés et à l'égard de certaines marques est particulièrement fascinant. J'ai par ailleurs souvent remarqué une grande solidarité dans ces communautés ; les gens s'écoutent, se conseillent et s'encouragent. À l'intérieur des communautés que j'ai observées dans le domaine alimentaire, ce qui m'a frappée, c'est à quel point elles peuvent influencer positivement les comportements à l'extérieur du cercle. Le changement comportemental positif peut donc venir en partie de ces groupes, ce qui est non négligeable !

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

Québec   
Fonds de recherche – Nature et technologies  
Fonds de recherche – Santé  
Fonds de recherche – Société et culture

 [scientifique-en-chef.gouv.qc.ca](http://scientifique-en-chef.gouv.qc.ca)  
 [facebook.com/SciChefQC](https://facebook.com/SciChefQC)  
 @scichefqc



VOIR



## Tempête artistique

Quelle jolie boîte à surprises que le Festival TransAmériques (FTA). Encore cette année, ce festival international de danse et de théâtre dévoile à Montréal des propositions audacieuses sur des sujets brûlants d'actualité.

Parmi celles-ci, il y a *Holoscenes*, une performance aquatique spectaculaire présentée il y a quelques années au World Science Festival, à New York. Des danseurs effectuent des gestes tout simples du quotidien, comme lire le journal, dormir, vendre des fruits, dans un aquarium géant quand soudain le bassin se remplit de 12 t d'eau. Chacun doit alors adapter ses actions au chaos engendré par la montée des eaux. « Ultiment, cela devient une collision entre les corps humains et l'eau », explique l'artiste multidisciplinaire américain Lars Jan, concepteur de cette réflexion sur la crise climatique et sur la myopie ambiante devant la tempête environnementale qui nous touche déjà.

*Holoscenes*, d'une durée de cinq heures, pourra être vue gratuitement à l'esplanade Tranquille du Quartier des spectacles entre le 25 et le 29 mai dès 18 h. Le 28 mai, le FTA tiendra d'ailleurs la Journée de l'eau et proposera une série d'activités spéciales autour de notre relation à l'eau comme ressource, comme espace de vie et comme écosystème.

Grande première nord-américaine, l'installation performative *Altamira 2042*, de la metteuse en scène et chercheuse Gabriela Carneiro Da Cunha, est également à inscrire à l'agenda. L'étincelle pour cette création brésilienne est venue de l'imposant barrage Belo Monte construit au cœur de l'Amazonie et de ses conséquences sur la faune et la flore – le barrage bloque notamment le cours du fleuve Xingu. *Altamira 2042* transmet et amplifie les voix humaines (celles de la population indigène, des écologistes, des anthropologues) et non humaines (l'écho du fleuve, de la pluie) par des vidéos, des haut-parleurs et des effets lumineux.

Définie comme une « expérience technochamanique », elle offre une expérience surréelle révélant l'échec de l'être humain à protéger la nature. *Altamira 2042* sera présentée du 26 au 29 mai à l'Espace bleu de l'édifice Wilder.

Festival TransAmériques, du 25 mai au 9 juin à Montréal, [fta.ca](http://fta.ca)



## REGARDER Plaisir et confettis de bran de scie

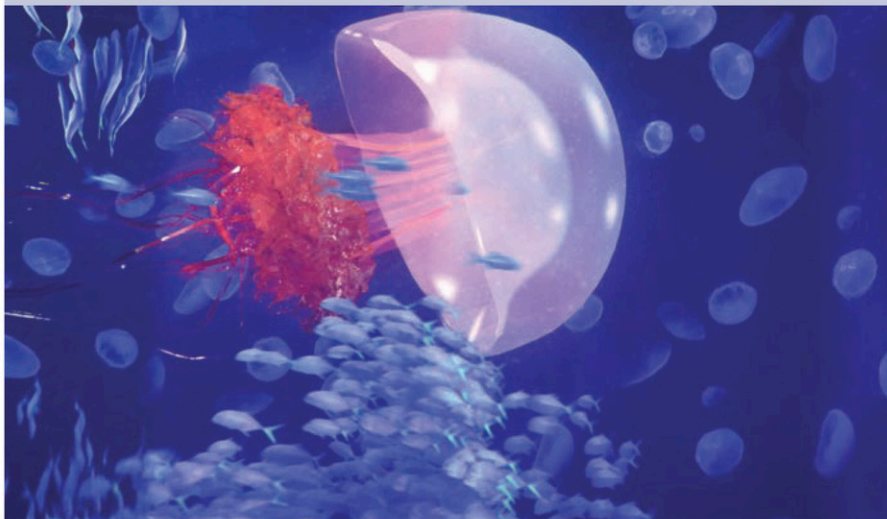
Mettez cinq hommes à tout faire dans une grange avec de nombreux outils, laissez des enfants jouer les contremaîtres et leur dicter les idées les plus folles à réaliser et vous obtenez *Les artisans du fun (Making Fun)*, une série télé joyeusement déjantée. Le quintette met au service des petits patrons ses talents en ingénierie, en ébénisterie et en design et donne ainsi vie aux constructions les plus inutiles (une catapulte géante à excréments de chat), amusantes (un tyrannosaure cracheur de tacos) ou surprenantes possibles (une guitare-bateau – géante, évidemment!). *Les artisans du fun*, qui visent à donner envie de troquer la console de jeu contre une perceuse et du bois de charpente, sauront à coup sûr plaire aux jeunes grâce au ton pince-sans-rire régnant sur le chantier et aux facéties de Pat Lap (Patrick Lapierre), le clownesque tourneur de bois originaire de Shawinigan.

**Les artisans du fun (Making Fun)**, sur Netflix, épisodes de 43 minutes chacun

## Mille lieues sous les mers

Nouvelle attraction de l'Aquarium du Québec, l'expérience ImMERsion offre une saucette, bien au sec, dans les abysses et en met plein la vue dans une salle circulaire grâce à des projections animées d'une centaine d'espèces, campées dans leur environnement naturel. Ce face-à-face de 10 minutes avec des ours, des bélugas, des méduses et autres animaux marins est réalisé par Graphics eMotion. L'accès est inclus dans le billet journalier.

ImMERsion à l'Aquarium du Québec



## Perdues et retrouvées

Pour chaque Hedy Lamarr, des dizaines d'autres femmes scientifiques demeurent tapies dans l'ombre. Le balado *Lost Women of Science* s'est donné comme mission de les inonder de lumière dans l'espoir que la prochaine génération de femmes de science marche sur leurs traces. La première saison revient sur l'héritage de Dorothy Andersen, pathologiste qui a été la première à reconnaître la fibrose kystique en tant que maladie à la fin des années 1930. La passionnante enquête journalistique de l'équipe, auprès des médecins et chercheurs l'ayant côtoyée, en révèle autant sur son travail que sur la femme qu'elle était.

**Lost Women of Science**, épisodes de 26 à 40 minutes à télécharger sur votre plateforme de balados préférée, [lostwomenofscience.org](http://lostwomenofscience.org)

## Manège à méninges

Jolie conquête de la matière grise, le livre *Face à face avec son cerveau* est une immersion grisante dans notre boîte crânienne. Dans ce format unique en son genre, le neuropsychologue français Stanislas Dehaene rend hommage à l'imagerie par résonance magnétique en réunissant les plus importantes découvertes des dernières années liées à notre coco – et honore du même coup toutes les grosses têtes s'étant acharnées à comprendre cet organe qui nous est si cher. De l'effet des gènes sur la bosse des maths à l'origine des plissements cérébraux en passant par les secrets du filet périneuronal, l'auteur a le chic de vulgariser les études les plus poussées pour aider les esprits moyens que nous sommes à s'exclamer « Eurêka ! » Et les images, du kaléidoscope de neurones aux microglies, sont toutes splendides.

**Face à face avec son cerveau**, par Stanislas Dehaene, Éditions Odile Jacob, 214 p.



## À vos marques ! Prêts ? Marchez !

En matière d'activité physique simple et praticable à prix doux, la marche est assez imbattable. Ses bienfaits valent quant à eux largement plus que l'effort qu'elle requiert. À un point tel qu'en lisant *Le superpouvoir de la marche*, du neuroscientifique Shane O'Mara, on se demande pourquoi elle est si sous-estimée ! Sa capacité à ralentir le vieillissement, à doper la créativité et la bonne humeur, à sceller les nouveaux apprentissages contribue au bien-être individuel, mais ses avantages rayonnent bien au-delà de notre petite personne. Elle permet de tisser des liens, de souder les communautés, de modifier les lois, de changer le monde, rien de moins ! Appuyant chacun des atouts de la marche sur la science, ce livre est une précieuse prescription dont les effets sont concrets et, pour la plupart, immédiats.

**Le superpouvoir de la marche**, par Shane O'Mara, Éditions Château d'encre, 248 p.

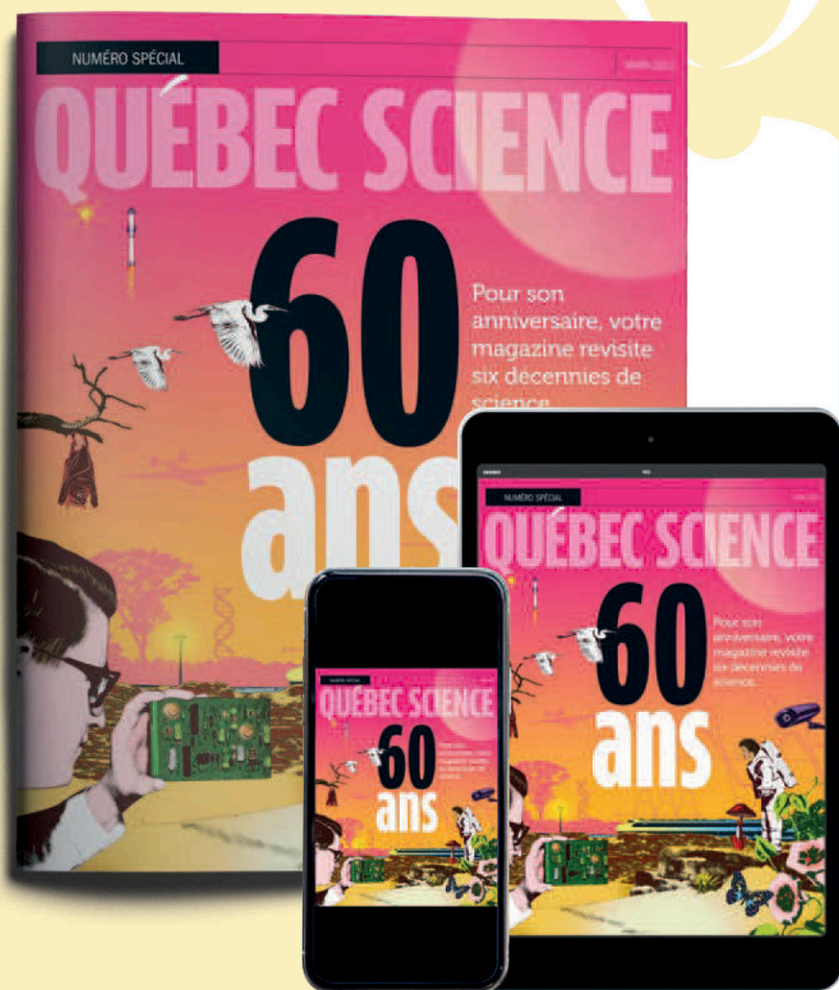
## Fausses cartes

Les géographes n'ont pas toujours le compas dans l'œil – ni toujours les meilleures intentions. Cartes qui exagèrent les frontières réelles des pays, plans où ont volontairement été glissées des bourdes topographiques en vue de piéger les concurrents qui se contentent de copier ceux qui sont existants, d'autres où l'on a effacé tout un pan d'une ville en raison de conflits géopolitiques, *Les erreurs dans les cartes* répertorient les plus impressionnants spécimens de cartes déboussolées. De quoi se perdre agréablement dans l'histoire.

**Les erreurs dans les cartes**, par Benjamin Furst, sur une idée originale de Jean Poderos, Éditions courtes et longues, 144 p.

# Québec Science rayonne depuis 60 ans!

Abonnez-vous maintenant et  
économisez jusqu'à **51 %\***



ABONNEMENT  
**41 \$**  
1 AN  
+ taxes

**68 \$** +taxes 2 ANS

**94 \$** +taxes 3 ANS

*Aussi disponible  
en version numérique.*

**Abonnez-vous!**

[quebecscience.qc.ca](http://quebecscience.qc.ca)

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

**QUÉBEC SCIENCE**  
L'heure est à la science



# La géopolitique dicte-t-elle notre avenir climatique ?



Après deux ans d'une pandémie épuisante, voilà que – au moment d'écrire ces lignes – la guerre en Ukraine déclenchée par Vladimir Poutine vient nous accabler. Tout cela au milieu d'une série de rapports tout aussi accablants présentés, au cours de la dernière année, par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat... Un cocktail qui

fait planer de nouvelles incertitudes quant à l'avenir de l'humanité.

Plusieurs experts estiment que ces crises sont intimement liées et représentent différentes facettes d'une même problématique : celle de notre soif d'énergies fossiles et de notre consommation effrénée.

Rappelons que Moscou est le premier fournisseur d'hydrocarbures de l'Union européenne (45 % du gaz importé par l'Europe venait de Russie en 2021). En réduisant les importations d'hydrocarbures pour couper les vivres à Vladimir Poutine, les Européens scient en quelque sorte la branche énergétique sur laquelle ils sont assis... Ce qui fait dire à certains analystes que nous sommes à la croisée des chemins. D'un côté, il s'agirait de l'électrochoc nécessaire pour accélérer la transition énergétique, en s'affranchissant plus vite que prévu des énergies fossiles, ce que l'Union européenne, et principalement l'Allemagne, envisage. De l'autre, il y a le risque d'opter, à court terme, pour des investissements massifs dans les infrastructures et projets d'exploitation d'autres sources d'hydrocarbures pour pallier la pénurie en urgence. Ce qui nous empêtrerait encore davantage dans la spirale climatique.

Bien que je voie pour ma part l'indéniable occasion de nous libérer un peu plus des énergies fossiles, je ne peux m'empêcher de m'interroger sur la pérennité et la variabilité de nos actions climatiques au regard de l'état du monde. Notre avenir climatique est-il à la merci des aléas géopolitiques ?

Pour éclairer ma lanterne, je me suis tourné en partie vers les travaux de Simon Dalby, chercheur en géographie et études environnementales à l'Université Wilfrid-Laurier, qui se penche depuis longtemps sur ces questions complexes, notamment en matière de sécurité climatique (soit le fait de considérer la crise climatique comme une menace pour la paix et la sécurité internationales).

S'il est généralement admis que les changements environnementaux sont susceptibles d'aggraver des conflits émergents et de fragiliser certaines composantes sociales, Dalby nous invite à considérer le problème sous l'angle anthropocène. Pour lui, la

question n'est plus tant de savoir quelles répercussions auront les changements climatiques sur la géopolitique, mais plutôt quelles sont les répercussions de la géopolitique sur l'enjeu climatique. Une inversion du lien de causalité, en somme.

Qui plus est, un rapport publié en 2016 par le Stockholm International Peace Research Institute souligne qu'il est impératif de gérer les rivalités géopolitiques actuelles de la manière la plus adéquate, pacifique et coopérative qui soit, sans quoi les cadres politiques qui ont contribué aux changements climatiques pourraient perdurer et perpétuer un cercle vicieux.

Ainsi, nous ne pouvons faire l'économie de prendre en compte les réalités géopolitiques dans nos efforts climatiques. Et comme nous le rappelle l'historienne et journaliste américaine Anne Applebaum, non seulement nous ne sommes pas à l'abri de conflits internationaux, mais nous faisons face à une montée de régimes politiques autoritaires. Or, qui dit régime autoritaire, dit souvent manque de considération pour les enjeux environnementaux, tel que je le soulignais dans une chronique passée.

Deux ans après le début de la pandémie, personne ne souhaitait qu'un climat d'insécurité s'instaure et que des vies humaines additionnelles soient sacrifiées. D'un point de vue environnemental, il nous était même permis d'espérer que la pandémie se transforme en occasion d'effectuer une véritable transition climatique, juste et inclusive. Malgré la tourmente, c'est en quelque sorte ce même espoir qui est entretenu devant un conflit ukrainien alimenté par les énergies fossiles.

Reprenant le dicton de Winston Churchill, plusieurs disent ainsi qu'il ne faut jamais gaspiller une bonne crise. Hélas, nous ne pouvons continuellement gérer nos actions climatiques à coups de crises. Vient alors l'idée entretenue par des politiciens et des experts d'un « plan Marshall pour le climat », mais il serait peut-être judicieux de se rappeler que, si le plan original a permis de relancer l'économie européenne à la suite de la Seconde Guerre mondiale, il aura également eu comme effet collatéral d'accélérer notre entrée dans l'Anthropocène, en plus de façonner des contours géopolitiques dont les échos résonnent encore aujourd'hui.

Et comme les empreintes géopolitiques se mesurent souvent en décennies, nous voilà donc confrontés à un véritable problème épineux. S'il y a donc une leçon à tirer des crises passées et présentes, c'est qu'il faut adapter nos mécanismes de gouvernance collective et de coopération dans un monde en profonde transformation politique et environnementale. L'Anthropocène nous lance tout un défi! ●

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

Le scorbut n'est pas une maladie très chouette à combattre et je ne la recommande pas vraiment. Néanmoins, son traitement est extrêmement simple, puisqu'il s'agit tout simplement de combler un manque de vitamine C.

Le remède en était d'ailleurs connu depuis longtemps, avant même que l'on découvre l'existence de cette vitamine.

Le moine bouddhiste Faxian (337-422) mentionne que, lors de ses voyages en mer, du gingembre était cultivé à bord des bateaux.

Qui veut du Canada Dry fait maison?

Mais en l'an 400, les Européens, qui ne font pas encore de longs voyages en mer (un bon moyen d'être atteint du scorbut), n'en savent rien.

Il ne se passe pas grand-chose en Europe en l'an 400. On pourrait aller explorer le monde? Naaan...

En 1535, à Stadacona, les hommes de Jacques Cartier souffrent de scorbut. C'est Domagaya, fils du chef iroquois Donnacona, qui leur donne une tisane d'« annedda » (possiblement du cèdre blanc, riche en vitamine C).

L'anecdote est oubliée et les marins européens sont régulièrement atteints de scorbut pendant cette ère d'exploration.

J'aimais mieux quand il ne se passait rien, finalement.

C'est James Lind, un Britannique, qui découvre, grâce à l'un des premiers essais cliniques, que les agrumes sont un bon remède contre la maladie.

En 1799, la Marine royale britannique est obligée de servir quotidiennement du jus de citron à ses marins en mer. Les cas de scorbut sont désormais rares.

Mais en 1860, saisisant une occasion de s'approvisionner en citrons dans leurs propres colonies, les Britanniques adoptent plutôt les limes des Antilles, n'y voyant pas de différence.

Or, ce jus de lime, qui ne contient que la moitié de la vitamine C d'un jus de citron et qui défraîchit dans les tonneaux avec le temps, se révèle inefficace contre la maladie. Et plutôt que de se questionner, on préfère penser qu'après tout les agrumes n'ont jamais été efficaces.

Ainsi, de la fin du 19<sup>e</sup> au début du 20<sup>e</sup> siècle, les longs voyages en mer, ou les explorations du pôle Nord, demeurent périlleux.

C'est Albert Szent-Györgyi qui, au tournant des années 1930, redécouvre les propriétés antiscorbut de la vitamine C. Ainsi se termine ce long zigzag de l'histoire.

On aurait pu m'écouter depuis le début, aussi!

Boûps

SATURNOME 22



PRÉSENTE



FESTIVAL  
GO VÉLO MTL

EN COLLABORATION AVEC



# GO

# VÉLO

# MTL



DIM 29 MAI  
DÉFI MÉTROPOLITAIN



VEN 3 JUIN  
TOUR LA NUIT



DIM 5 JUIN  
TOUR DE L'ÎLE DE MTL



INSCRIVEZ-VOUS  
[velo.qc.ca](http://velo.qc.ca)

UN ÉVÉNEMENT DE  
 Vélo Québec



PLONGEZ AU CŒUR DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX



INSTALLATIONS ARTISTIQUES ET EXPOSITIONS

BIOSPHERE

ACHETEZ VOS BILLETS EN LIGNE



JEAN-DRAPEAU

[espacepurlavie.ca](http://espacepurlavie.ca)



Environnement et  
Changement climatique Canada

Environment and  
Climate Change Canada

Québec

Montréal



espace  
pour la  
vie montréal