

JUILLET-AOÛT 2021

Voyage numérique dans
la Florence d'autrefois

'Oumuamua : d'où vient
ce visiteur interstellaire ?

QUÉBEC SCIENCE

Précieux oiseaux

Les scientifiques
rivalisent d'ingéniosité
pour les comprendre,
les suivre, les entendre.



EN ACTION

POUR LA FAUNE EN DANGER

Grâce à la générosité de nos donateurs et aux contributions des chasseurs, des pêcheurs et des piégeurs, la Fondation de la faune soutient des projets de protection et de restauration d'habitats des espèces menacées et vulnérables du Québec.



Alain Richard / Québec couleur nature

› **Aidez la faune en danger!**

Faites un don :

www.fondationdelafaune.qc.ca



Fondation
de la faune
du Québec

SOMMAIRE



DOSSIER SPÉCIAL Pleins feux sur les oiseaux!

20 La vie chante

Les oiseaux flûtent, gringottent, gazouillent, trompettent, sifflent, turlutent et bien plus! Des scientifiques décortiquent ces mélodies.

27 La bague à la patte

De précieuses connaissances sur les oiseaux ont été acquises grâce à plus d'un siècle de baguage au Canada. Et ce n'est pas fini.

30 Le bonheur revient-il dans le pré?

Les populations d'oiseaux champêtres battent dramatiquement de l'aile. Leur protection passe-t-elle par un meilleur aménagement des champs?

34 Maîtres du ciel

Capables de prouesses aériennes et athlétiques, les oiseaux fascinent et inspirent les humains – et les chercheurs en particulier – depuis toujours.

REPORTAGES

36 Voyage dans le temps à Florence

Des historiens travaillent à une reproduction numérique inédite de la cité de Florence à la Renaissance dans le but de mieux l'étudier. Tout cela du Canada!

41 Premier contact avec un visiteur intersidéral

En provenance d'un autre système solaire, 'Oumuamua est un objet énigmatique qui a enflammé la communauté scientifique. Que sait-on de lui au juste?



SUR LE VIF

6 LE CABINET DES CURIOSITÉS

Mêlant art et science, la reconstitution des visages de personnes mortes il y a des siècles anime de nombreux archéologues.

8 BRUYANT SAINT-LAURENT

Un atlas interactif en ligne cartographie le bruit qu'engendre le trafic maritime dans le fleuve.

10 UNE MISSION POUR ÉVITER L'ARMAGEDDON

Dans quelques mois, la NASA lancera une bombe sur un astéroïde pour le détourner.

11 CAMP D'ÉTÉ : UN DÉFI POUR LES ENFANTS AUTISTES

Comment leur assurer une meilleure intégration? Une étude de cas montre la voie.

14 LE CERVEAU SCULPTÉ PAR LA VIE

Le neuropsychiatre Boris Cyrulnik explique comment notre environnement nous façonne et il nous incite à réfléchir à notre relation avec la nature.

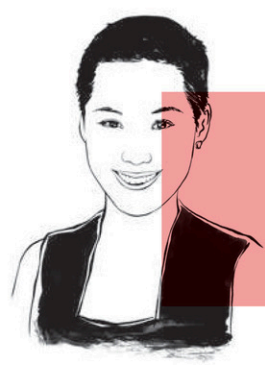


PHOTO DE LA COUVERTURE: ÉRIC DESCHAMPS

4 **Éditorial** Par Marie Lambert-Chan | 5 **Babillard** | 9 **Carnet de santé** Par la D^{re} Alexandra S. Arbour

11 **Technopop** Par Chloé Freslon | 12 **Polémique** Par Jean-François Cliche | 46 **Culture** Par Émilie Folie-Boivin

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



MARIE LAMBERT-CHAN  @MLambertChan

Éditorial

Larguer les parachutes

Il est terminé le temps où des scientifiques étrangers s'approprièrent de façon égoïste les données des régions à faible revenu.

On dit de ces chercheurs qu'ils sont parachutés ou parasitaires. On les surnomme aussi « moustiques » ou « hélicoptères ». Peu importe l'épithète utilisé, on leur reproche la même chose : de pratiquer une science aux relents colonialistes.

Ce sont des scientifiques originaires de nations riches qui posent leurs valises dans des pays ou des régions à faible revenu, recueillent les données et les savoirs dont ils ont besoin, puis repartent chez eux. Ils ne font pas appel à la communauté ou aux chercheurs locaux, ou s'ils le font, ils ne leur accordent aucun crédit. Et surtout, ils ne leur font pas profiter des fruits de leurs travaux. Agissent-ils à dessein? Pas forcément. Plusieurs ne font que reproduire des méthodes de recherche qui ont cours depuis trop longtemps.

Ces accusations ne relèvent pas du domaine des perceptions. Elles sont documentées et quantifiées dans plusieurs disciplines. Prenons l'étude des récifs coralliens, très abondants sur les côtes des Philippines et de l'Indonésie. De nombreuses recherches y ont été menées au cours des dernières décennies. Cependant, 40 % des articles tirés de ces travaux et publiés entre 1969 et 2020 ne comportaient aucun auteur indonésien ou philippin. En revanche, en Australie, contrée développée bien connue pour sa Grande Barrière de corail, seulement 20 % des études n'incluaient pas de chercheurs locaux. L'iniquité est saisissante.

Alors que la perte de biodiversité est un enjeu préoccupant à l'échelle internationale, 75 % des articles parus dans les journaux les plus prestigieux en écologie et en conservation depuis 1945 sont le fait d'auteurs vivant au Nord. Que disent les chercheurs du Sud sur la dégradation de

leurs habitats? Difficile de le savoir tant leurs voix sont invisibilisées.

Le continent africain a contribué à 2,3 % de la littérature dans le domaine des géosciences au cours des 40 dernières années, un taux comparable à celui des tout petits Pays-Bas. Et parmi les articles traitant d'enjeux et de phénomènes propres à l'Afrique, 70 % étaient exclusivement écrits par des chercheurs étrangers. Les scientifiques africains sont ainsi marginalisés sur leurs propres terres.

Au Canada et au Québec, la science « hélicoptère » est dénoncée depuis longtemps par les communautés des Premières Nations, des Inuits et des Métis. Sollicitées à l'excès par les chercheurs, qui réclamaient des visites, des entrevues et parfois des échantillons biologiques, puis ignorées une fois la recherche de terrain terminée, plusieurs en sont venues à ne plus vouloir servir de laboratoire vivant.

En plus d'être moralement indéfendable, la science parasitaire s'est révélée... très peu pratique en situation de pandémie. Loin du terrain, les scientifiques qui faisaient cavalier seul ont vu leurs travaux stoppés net. Au contraire, leurs collègues qui cultivaient des liens étroits avec les scientifiques locaux ont pu poursuivre leur collecte de données. Non seulement ces travaux n'en seront que plus solides, mais les chercheurs sur place, et parfois même les communautés engagées dans la recherche, en ressortiront mieux outillés et plus autonomes. Cela étant dit, il est regrettable qu'une crise sanitaire mondiale ait été nécessaire pour provoquer cette prise de conscience...

Des voix s'élèvent pour mettre un terme à ces pratiques. Par exemple, la revue *The Lancet Global Health* a clairement signalé qu'elle ne tolérera plus les articles signés

par des auteurs qui agissent comme des parasites. Dans les dernières années, des universités et des organismes subventionnaires, entre autres au Canada, ont revu leurs principes éthiques afin que la recherche entreprise dans une autre culture que la sienne s'effectue dans un contexte de respect, de confiance, d'équilibre des pouvoirs et de réciprocité.

Dans ce dossier, personne ne navigue à vue. Les solutions sont connues. Il faut entre autres bâtir des ponts avec des scientifiques du pays hôte avant d'y mettre les pieds et les considérer comme des égaux dans l'élaboration de l'étude; inclure de jeunes chercheurs pour soutenir la relève locale; être à l'écoute des besoins de la communauté d'accueil afin de pleinement l'aider au lieu de s'en servir à des fins scientifiques; favoriser une plus grande diversité dans toute la chaîne de production scientifique, que ce soit dans les équipes de recherche, les comités éthiques, les sociétés savantes ou les comités éditoriaux de journaux.

Mais encore faut-il mettre ces solutions en place et, surtout, ne pas en faire un exercice de façade, par exemple en affichant de manière symbolique les noms de quelques chercheurs du pays d'accueil dans l'en-tête d'un article. Il ne faudrait pas non plus que ces derniers prennent en charge la totalité des travaux pendant que leurs collègues étrangers supervisent les opérations de loin. Cela relèverait (encore) de l'exploitation.

Voilà un vaste chantier qui exigera des efforts soutenus et une grande sensibilité de la part des chercheurs occidentaux. Au fil du temps, ils ont beaucoup pris; c'est le moment de redonner, au centuple. Pour enfin passer d'une science parasitaire à une science nourricière. ●

JUILLET-AOÛT 2021
VOLUME 60, NUMÉRO 1

Rédactrice en chef
Marie Lambert-Chan

Journalistes

Marine Corniou, Mélissa Guillemette

**Journaliste et responsable
des médias sociaux**

Annie Labrecque

Collaborateurs

Maxime Bilodeau, Jean-François Cliche,
Émilie Folie-Boivin, Chloé Freslon,
Elias Levy, Charles Prémont, Fanny
Rohrbacher, Hugo Ruher, Alexandra
S. Arbour, Saturnome, Jean-Patrick
Toussaint

Correctrice-révisure Sophie Cazanave

Directrice artistique Natacha Vincent

Photographes/illustrateurs/graphiste

Françoise Abbate, Éric Deschamps, Jean-
François Hamelin, Nicole Aline Legault, Vigg

Éditeur Jean-François Rheault

Comptabilité Mimi Bensaïd

Chargée de projets, communications

marketing Maryvonne Charpentier

Conseillère, relations de presse

et marketing Stéphanie Couillard

Vice-présidente marketing et service

à la clientèle Josée Monette

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 : 24 juin 2021 (571^e numéro)

Abonnement Canada, 1 an : 36 \$ + taxes

États-Unis, 1 an : 84 \$

Outre-mer, 1 an : 124 \$

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 2021 - 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.



Babillard

NOTRE COUVERTURE



Pour illustrer notre dossier estival, quoi de mieux qu'un oiseau capté sur le vif dans son habitat naturel? Éric Deschamps, photographe du monde sauvage, s'en fait une spécialité. En symbiose avec la nature, il nous offre des clichés inédits et d'une belle simplicité où les animaux deviennent pratiquement des œuvres d'art.

Nous avons hésité longuement entre un magnifique héron vert sur fond jaune et un macareux moine qui nous regarde dans les yeux. La bouille sympathique de celui qu'on appelle aussi «perroquet de mer» l'a finalement emporté. Mais le héron n'est pas en reste : il fait l'ouverture de notre dossier, avec son air fier et son fin plumage.

Chaque cliché a son histoire. Après avoir photographié trois macareux, Éric Deschamps a reculé son appareil pour examiner les images sur l'écran de son boîtier. Au même moment, à sa droite, il a aperçu du coin de l'œil un macareux qui l'observait de proche. Impossible de ne pas saisir l'occasion! Tout doucement, il a tourné son objectif pour croquer de face le regard du petit curieux.

— **Natacha Vincent**, directrice artistique

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

Les scientifiques collectionnent les observations étonnantes à propos des oiseaux. À l'automne 2020, un nouveau record de vol longue distance a été battu par une barge rousse, qui a parcouru plus de 12 000 km en 11 jours entre l'Alaska et la Nouvelle-Zélande sans interruption!

— **Marine Corniou**, journaliste

Le « chœur de l'aube », cette symphonie matinale des oiseaux décrite en page 21, intrigue les scientifiques. Une étude ontarienne parue en 2014 dans le *Journal of Ornithology* a montré que divers éléments influencent l'heure du début des vocalisations chez six espèces communes au Canada. Les chercheurs ont constaté que les oiseaux chantent plus tôt quand la lune est pleine ou dans son dernier quartier, ainsi que lorsque les températures montent pendant le crépuscule nautique. À l'inverse, les oiseaux retardent leurs chants quand le temps est nuageux ou pluvieux. Dans tous les cas, ils sont plutôt matinaux!

— **Mélissa Guillemette**, journaliste

À LIRE SUR NOTRE SITE WEB

« Métamorphose » : comment penser l'après-COVID-19

La pandémie a mis en lumière de nombreux enjeux et défis dans nos sociétés, allant de notre préparation aux crises sanitaires à la violence conjugale en passant par l'accès aux services de santé mentale, les inégalités raciales et la menace d'une pénurie de médicaments. Pour combattre la morosité ambiante et nous donner un nouvel élan, nous vous proposons la série « Métamorphose », une suite d'articles qui seront publiés tout au long de l'année 2021 et qui présenteront des projets issus des universités québécoises. En effet, des chercheurs d'ici planifient et construisent déjà l'après-COVID-19. Et ils ont beaucoup de choses à nous apprendre.

Rendez-vous au
[www.quebecscience.
qc.ca/metamorphose](http://www.quebecscience.qc.ca/metamorphose)

RECTIFICATIF

Dans le reportage « Les cartes, témoins du monde » (numéro avril-mai 2021), il était indiqué que Gerardus Mercator a créé, en 1395, une carte où l'on découvre le pôle Nord et ses environs. Ce document date plutôt de 1595. Nos excuses.

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 :
changementqs@velo.qc.ca

Écrivez-nous

courrier@quebecscience.qc.ca

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

Suivez-nous

www.quebecscience.qc.ca



Conseil de recherches en
sciences humaines du Canada

Social Sciences and Humanities
Research Council of Canada



REGARDER NOS ANCÊTRES DANS LES YEUX

Mêlant art et science, la reconstitution des visages de personnes mortes il y a des siècles anime de nombreux archéologues.

Par Marine Corniou

L'archéologue et sculpteur suédois Oscar Nilsson donne « vie » à un homme enterré près de Stonehenge il y a 5 500 ans. La sculpture est en silicone.

Qu'ont en commun Néfertiti, Robespierre, Copernic, Richard III et Jean-Sébastien Bach? Outre le fait qu'ils ont marqué l'histoire, ils font partie des personnages célèbres dont le visage a été fidèlement reconstitué il y a peu. À partir de masques mortuaires, de portraits d'époque, de restes osseux, voire d'ADN, des scientifiques et des plasticiens ont produit des représentations de leurs faciès, offrant à ces icônes de livres d'histoire une identité en chair et en os. Ou plutôt en cire, en silicone et en images 3D.

La reconstitution faciale a la cote chez les archéologues, et pas que pour les célébrités. Récemment, une trentaine d'habitants de la vallée de l'Indus, une femme de l'âge du bronze, un homme du néolithique, une druidesse de l'âge du fer, un adolescent mort de la peste au 17^e siècle, pour n'en citer que quelques-uns, ont affiché leurs bouilles dans les médias. Elysia Greenway, elle, a donné « chair » en mars dernier à un crâne mis au jour dans un cimetière médiéval d'Édimbourg. « À l'aide d'un scanner 3D, j'ai numérisé les morceaux de crâne, puis ajouté par ordinateur les ligaments, les muscles, la peau », explique cette étudiante de l'Université de Dundee, en Écosse, une référence où se former en art médico-légal et imagerie faciale.

On y enseigne des méthodes mises au point en médecine légale pour identifier des restes humains. En effet, la reconstitution numérique s'appuie tout de même sur des indices très « palpables ». Car la forme du

crâne et celle du visage sont directement liées et s'influencent mutuellement. « Il s'agit en gros de lire le crâne, d'observer les zones où les ligaments s'attachaient, les aspérités de l'os temporal qui soutient les muscles masticateurs, l'inclinaison de l'os du nez, énumère Elysia Greenway en manipulant la copie d'un crâne âgé de deux millénaires. On utilise des équations qui nous disent par exemple à quelle profondeur placer les yeux dans les orbites. » L'âge au décès et le sexe peuvent aussi, en général, être lus dans les os crâniens.

L'essor du numérique et de l'imagerie médicale a affiné les modèles. Grâce à des personnes bien vivantes, dont ils obtiennent la forme du crâne par tomographie, les chercheurs peuvent comparer les reconstitutions avec la réalité — et corriger le tir. Selon une étude de l'Université de Dundee, la forme peut désormais être recréée avec moins de deux millimètres d'erreur pour plus de 70 % de la surface du visage. C'est suffisamment précis pour qu'un proche puisse reconnaître une victime dans un contexte judiciaire.

Évidemment, il y a toujours une part d'inconnu. « La bouche est probablement la partie qui reste la plus floue », précise Elysia Greenway. L'épaisseur et la forme des lèvres, notamment, sont impossibles à déduire à partir de l'armature osseuse.

Depuis peu, l'ADN récupéré sur certains ossements peut parfois venir en renfort. Un atout pour deviner la couleur des yeux et de la peau, bien que de nombreux gènes entrent en jeu. En 2018, des généticiens du Musée d'histoire naturelle de Londres avaient ainsi conclu que l'homme de Cheddar, un

Britannique vieux de 10 000 ans, avait la peau sombre et les yeux clairs — interprétation qui avait été critiquée par la suite. Concernant la forme du visage, les gènes sont encore plus difficiles à faire parler. Au moins 130 régions du génome seraient associées aux traits faciaux, mais elles n'expliqueraient que 10 % des variations anatomiques, selon une étude parue fin 2020 dans *Nature Genetics*.

Pour les visages du passé, les artistes médico-légaux font donc la part belle à l'interprétation lors des finitions. En revanche, pour les corps non identifiés en médecine légale, « on laisse les contours flous, sans texture, pour ne pas trop dévier de la réalité », dit Elysia Greenway.

Cette relative liberté artistique apporte son lot de controverses. Ainsi, certains historiens ont estimé que la « copie » de Néfertiti avait la peau bien trop pâle. Ou encore que la restauration du visage de Robespierre, acteur majeur de la Révolution française, renvoyait l'image subjective d'un homme froid et cruel.

Voilà pourquoi les spécialistes de l'Université de Dundee donnent une expression neutre aux visages, indique Elysia Greenway. Elle ajoute que la pratique soulève aussi des questions éthiques, en particulier dans des pays comme le Canada — où elle a étudié l'ostéologie. « Peut-on faire renaître le visage d'une personne des Premières Nations sans le consentement [des communautés concernées] ? » illustre-t-elle.

Mais donner un visage aux morts est aussi un moyen puissant de faire ressurgir leur humanité. « Au musée, c'est beaucoup plus marquant de voir un visage qu'un squelette. Cela donne l'impression qu'on a rencontré la personne », conclut la jeune femme avec émotion. ●



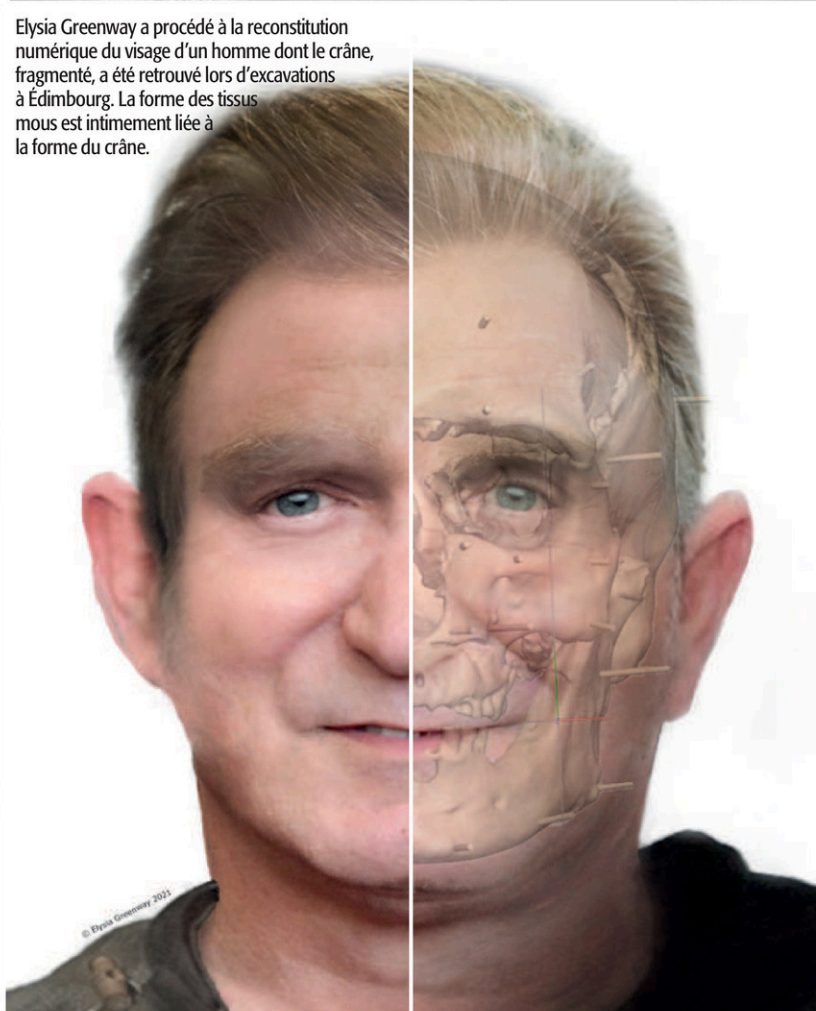
Myrtis, une fillette grecque morte à 11 ans, a vécu au 5^e siècle avant notre ère. Son crâne a été retrouvé dans une fosse commune d'Athènes. L'artiste Oscar Nilsson a reconstitué son visage en sculptant pas moins de 20 muscles faciaux en argile.

Ces visages ont été recréés numériquement à partir d'ossements d'individus de la nation shisháhlh morts il y a 4 000 ans. Les os, trouvés en Colombie-Britannique, ont été excavés à la demande de la communauté shisháhlh, dans le cadre d'un projet avec l'Université de Toronto. Les visages, reconstitués par l'artiste Philippe Froesch, ont été exposés au Musée canadien de l'histoire en 2017.

P. FROESCH/VISUALFORENSIC, 2016 SECHTEL FAMILY, MCH OTTAWA. © ADAGP PARIS/SOCAN MONTRÉAL, 2021



Cette femme druide, morte en Écosse il y a 1 500 ans à l'âge vénérable de 60 ans, a retrouvé un visage de cire en 2019 grâce à Karen Fleming, étudiante en art médico-légal à l'Université de Dundee.



Elysia Greenway a procédé à la reconstitution numérique du visage d'un homme dont le crâne, fragmenté, a été retrouvé lors d'excavations à Édimbourg. La forme des tissus mous est intimement liée à la forme du crâne.

Bruyant Saint-Laurent

Des chercheurs québécois ont conçu un atlas interactif en ligne pour cartographier le bruit qu'engendre le trafic maritime dans le fleuve.

Par Fanny Rohrbacher



Sous sa surface en apparence paisible, le fleuve Saint-Laurent est le théâtre d'un vacarme assourdissant, traversé par une voie maritime sur laquelle peuvent transiter jusqu'à 200 bateaux en même temps. « L'écosystème entier s'en trouve affecté », indique Yvan Simard, professeur et chercheur associé à l'Institut des sciences de la mer de Rimouski de l'Université du Québec à Rimouski et chercheur à l'Institut Maurice-Lamontagne. Le bruit sous-marin nuit notamment aux mammifères : il masque leurs communications, interrompt leurs activités vitales et engendre un stress important.

Pour mieux cerner le problème, il a créé un atlas interactif en ligne des paysages acoustiques océaniques du Saint-Laurent en collaboration avec l'équipe pancanadienne Meridian. « Cet outil permet de visualiser le bruit en 3D à différents mo-

ments de l'année, selon la profondeur, et à différentes fréquences acoustiques », dit le professeur et chercheur Florian Aulanier, qui a copiloté l'atlas.

Grâce à un modèle de simulation sur de puissants ordinateurs de calcul, les scientifiques ont utilisé les positions géographiques réelles des navires afin de propager virtuellement le bruit. Ils ont aussi pris en compte les conditions et la structure des masses d'eau, la nature du fond marin et le bruit naturel comme les vagues et le vent. « Tout est réuni pour obtenir une constellation de 200 navires qui émettent du bruit, et c'est accessible en quelques clics sur Internet », explique Yvan Simard. Les internautes peuvent ainsi voir les structures tridimensionnelles complexes des paysages acoustiques sous-marins à diverses fréquences sonores et constater l'empreinte du trafic maritime sur toute une année. Par exemple, à 100 m de profondeur

au nord-est de l'île d'Anticosti, loin des voies de navigation très fréquentées, le calme règne... ou presque. L'atlas montre que c'est l'unique segment du fleuve Saint-Laurent où il y a peu de risques que les bruits de navigation perturbent les communications des baleines bleues.

Actuellement, seule l'année 2013 est disponible. « Elle va nous servir d'année de référence pour les suivantes, qu'on est en train de modéliser. Le but sera de désigner les tendances : est-ce que le bruit augmente? diminue? Quelles sont les zones qui sont touchées par ces variations? » explique Florian Aulanier.

Les chercheurs espèrent sensibiliser différents publics. « L'atlas pourra aider les gens à mieux comprendre quels sont les effets potentiels de leurs activités sur l'environnement. Il répond à des besoins d'éducation du grand public, mais aussi d'adaptation de nos pratiques, notamment pour les industries qui veulent connaître leur empreinte sur les écosystèmes, pour les gestionnaires des océans et pour les scientifiques », poursuit Florian Aulanier.

REPÈRE TRANQUILLE

Pour le Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM), l'atlas tombe à point nommé. « Il nous permet de visualiser les endroits les plus bruyants et surtout les plus calmes pour établir des refuges acoustiques », signale Robert Michaud, directeur scientifique du GREMM. L'organisme réclame depuis plusieurs années la protection de telles zones. « Il y a un consensus sur le fait que le bruit est une menace, un facteur altérant la santé des animaux », ajoute-t-il. Crabes, sébastes, crevettes, rorquals bleus... Sous l'eau, difficile pour ces animaux de détecter des prédateurs, d'attraper des proies ou de suivre leur chemin à la vue. « Le son voyage avec une efficacité redoutable dans l'eau. C'est un élément



important de l'habitat. Les bélugas, par exemple, communiquent en utilisant tout un répertoire de signaux vocaux dont les fréquences chevauchent celles des sons des activités humaines», fait-il remarquer. Pour le moment, le fjord du Saguenay constitue un refuge acoustique naturel et une zone de tranquillité pour les bélugas du Saint-Laurent, qui viennent y mettre bas chaque été.

En attendant des bateaux plus silencieux, il faut collaborer avec l'industrie maritime pour trouver des façons de diminuer les nuisances acoustiques. Robert Michaud ne manque pas d'idées : « Réduire le trafic et la vitesse des navires, désynchroniser les déplacements et les périodes d'accouplement ou de mise bas des animaux, faire naviguer les navires en convoi pour concentrer les périodes de bruits et avoir des périodes de silence... » Il parle aussi du programme ÉcoAction au port de Vancouver. Des hydrophones enregistrent les sons émis par chacun des navires qui font escale. Les moins bruyants, comme ceux qui se dotent d'hélices réduisant le bruit sous-marin, peuvent obtenir une réduction allant jusqu'à 47 % des droits de port. Une telle initiative serait intéressante à mettre en œuvre ici, selon lui.

« On peut toujours montrer du doigt ceux qui font du bruit, mais le doigt peut rapidement se retourner vers nous ! Ces navires-là apportent toutes les bébelles de notre consommation : les autos, les téléphones, les marchandises, etc. Si chacun d'entre nous achetait moins, on diminuerait indirectement le trafic et le bruit dans le fleuve Saint-Laurent », conclut Robert Michaud. ●

SUR LE WEB

Pour consulter l'atlas des paysages acoustiques océaniques, rendez-vous à l'adresse suivante : soundscape-atlas.uqar.ca.

Toutes les 44 secondes

J'ai entendu parler de la chose pour la première fois dans un cours d'embryologie, en première année de médecine : au moins une grossesse sur quatre se termine par une fausse couche. « Ah bon ! Il me semble que c'est beaucoup », me suis-je dit. La deuxième fois, j'étais en stage d'obstétrique et gynécologie. Je me demandais pourquoi les femmes qui avaient un saignement vaginal au premier trimestre de leur grossesse étaient dirigées vers le service des urgences — et non à notre clinique. « Il y aurait beaucoup trop de patientes ! La plupart perdent leur bébé, on ne peut pas toutes les prendre en charge ! » m'a-t-on répondu le plus normalement du monde.

Voici donc, mesdames et messieurs, l'essentiel du contenu sur les fausses couches et le deuil périnatal qu'on m'a présenté pendant la totalité de mes études médicales. Pour une situation qui touche plus de 20 000 Québécoises et 23 millions de femmes par année dans le monde, j'estime que c'est nettement insuffisant. Imaginez : cela représente une fausse couche toutes les 44 secondes !

La revue *The Lancet* fait malheureusement le même constat dans un dossier publié en avril 2021 qui s'intitule « Miscarriage Matters » — un clin d'œil au mouvement Black Lives Matter. D'entrée de jeu, les auteurs admettent que le phénomène est mal compris par les femmes, les hommes et les professionnels de la santé. D'abord, notons qu'il est difficile à cerner. Chez certaines, la fausse couche se manifeste par des saignements et des douleurs qui ressemblent à des crampes menstruelles, alors que, chez d'autres, elle passe complètement inaperçue.

Autre problème : la définition même d'une fausse couche, qui ne fait pas consensus. Généralement, on la décrit comme un arrêt spontané de la grossesse avant la viabilité d'un fœtus, c'est-à-dire sa capacité à vivre dans un environnement extra-utérin.

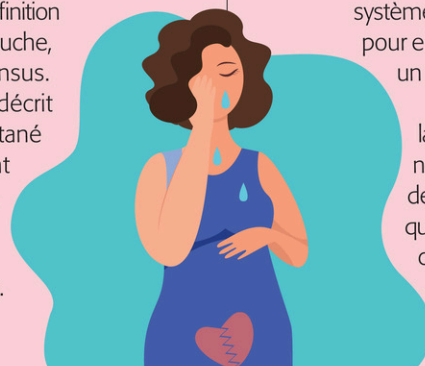
Selon l'Organisation mondiale de la santé, la limite de la viabilité varie selon l'âge ou le poids : plus de 22 semaines d'aménorrhée ou plus de 500 g. Dans certains pays, ce seuil est régi par des lois, comme en Grande-Bretagne (24 semaines). Au Québec, il est déterminé par expertise médicale. Les progrès en néonatalogie ne cessent toutefois de repousser ces limites, ce qui n'aide pas à dissiper ce flou artistique.

Les fausses croyances au sujet des fausses couches sont légion et alimentent la culpabilité des femmes depuis trop longtemps. Il est hélas commun de les attribuer à tort à l'activité physique, comme soulever des charges ou laver le plancher avec vigueur, aux relations sexuelles ou encore à la prise de contraceptifs oraux. Elles sont plutôt dues, la plupart du temps, à des anomalies chromosomiques de l'embryon. Elles dépendent aussi de l'âge des femmes — les plus jeunes et les plus âgées sont davantage à risque — de même que de l'âge des hommes ! En effet, un « futur papa » de plus de 40 ans est un facteur de risque en soi.

Devant ce manque cruel de connaissances, la plupart auront tendance à banaliser la fausse couche. « Vous n'aurez pas eu le temps de trop vous attacher » ou encore « Ce n'est que partie remise ». Ces réactions n'aident pas les parents endeuillés à traverser la tempête.

Pour toutes ces raisons, je dis aux femmes qui se dirigent vers les urgences aux premiers symptômes de la fausse couche de tenir bon. Trop souvent, elles seront laissées à elles-mêmes en attendant de voir un médecin, à faire l'aller-retour entre la salle d'attente et la salle de toilettes pour gérer leurs saignements et leur peine... Le système de santé peut faire mieux pour elles, par exemple en créant un corridor de service réservé.

Force est d'admettre que la peine n'est pas proportionnelle au nombre de semaines de gestation. Faisons en sorte qu'il en soit de même de notre compassion. ●



Une mission pour éviter l'Armageddon



La NASA lance une mission digne d'un film avec Bruce Willis : une bombe s'écrasera sur un astéroïde pour le détourner!

Par Hugo Ruher

D

un côté, un impacteur d'une demi-tonne qui « attaque » à une vitesse de 6,6 kilomètres par seconde; de l'autre, un astéroïde innocent. Voilà le duel au cœur de la nouvelle mission DART (Double Asteroid Redirection Test) de la NASA, qui s'amorcera en novembre.

Pas de panique, la Terre n'est pas menacée par cet astéroïde appelé Didymos et situé à 11 millions de kilomètres. L'idée est simplement... de voir ce qui se passera! « Il faut connaître notre ennemi, assure Andy Cheng, responsable du projet et chercheur au Johns Hopkins Applied Physics Laboratory. DART va servir à savoir comment la cible réagit et, ainsi, nous aurons cette expérience en cas d'astéroïde plus dangereux. »

L'astre est une cible de choix parce qu'on le connaît très bien; sa taille, sa densité, sa composition et sa trajectoire n'ont plus de secrets pour les scientifiques.

Les nombreuses observations faites depuis sa découverte en 1996 ont permis d'en brosser un portrait très précis, et ce travail continuera jusqu'au jour J, fin 2022, quand l'impacteur foncera sur lui après un long voyage.

Didymos est un astéroïde binaire, composé de deux corps : le principal, massif, de 800 m de diamètre, et un satellite de 160 m surnommé Didymoon (officiellement Dimorphos, mais le surnom plus familier est resté). C'est ce petit objet – quoique assez gros pour détruire une région métropolitaine – qui sera touché par l'impacteur de la NASA, une sonde munie d'un moteur ionique.

« La première version de cette mission en partenariat avec l'Agence spatiale européenne prévoyait un impacteur et un deuxième vaisseau pour calculer le changement d'orbite, raconte Andy Cheng. Mais c'était trop cher! » Dans les faits, puisqu'il s'agit d'un astéroïde binaire, les observations au sol suffiront. Comme les deux corps sont très proches, le moindre changement de trajectoire de celui qui est frappé sera très facile à mesurer; il suffira d'utiliser l'autre objet comme point de repère. Sans cette binarité, il aurait fallu des mois d'observation continue pour savoir si la trajectoire de l'astéroïde a été modifiée.

La NASA relèvera de nombreux défis avec DART. « Ce sera la première fois que nous viserons un objet aussi petit, indique Andy Cheng. DART va se guider seul jusqu'à sa destination. Il doit aussi nous fournir des images de très bonne qualité pour que nous puissions exploiter les données. »

« C'est une mission finalement assez simple, résume Robert Lamontagne, coordonnateur du Centre de recherche en astrophysique du Québec. Cela fait presque penser à un projet de petit garçon qui veut tout faire exploser! Pour autant, un impacteur a l'avantage d'être précis et de petite intensité. Ce n'est pas une bombe nucléaire; il n'est pas question de faire exploser l'astéroïde! » Même les héros du film *L'impact*, sorti en 1998, avaient compris qu'une telle stratégie façon cow-boy allait faire pleuvoir une multitude de petits astéroïdes au lieu d'un seul très gros, ce qui ne serait pas forcément mieux pour la Terre!

Une question se pose : le risque d'impact par un astéroïde étant quasi inexistant, tout cela est-il bien nécessaire? Pour Robert Lamontagne, oui : « Certes, une catastrophe risque très peu de se produire. Mais le jour où une telle collision surviendra, ce sera un véritable désastre! Il vaut donc mieux prévoir ce jour, même s'il n'arrive jamais. » ●

Camp d'été : un défi pour les enfants autistes

Par Fanny Rohrbacher

Pour Bob, neuf ans, comme pour 17 000 autres jeunes Québécois autistes, interagir avec les enfants dans un camp d'été et s'intégrer au groupe est un défi de taille. C'est pourquoi une équipe de l'Université de Sherbrooke s'est penchée sur l'expérience vécue par Bob pour déterminer s'il vaut mieux révéler ou taire le diagnostic d'autisme aux moniteurs et aux participants.

Les parents hésitent parfois à aborder le sujet de crainte que leur enfant soit exclu ou stigmatisé. « Ils ont peur qu'on leur ferme les portes du camp, qu'on ne veuille pas de leur enfant », indique Mélanie Couture, professeure à la Faculté de médecine et des sciences de la santé de l'Université de Sherbrooke. Il est vrai que les camps sont des endroits très stimulants et par le fait même complexes à apprivoiser pour les enfants autistes, car leurs sensibilités sensorielles sont exacerbées. « Le bruit, certains sons, la lumière et la proximité sont des stimulations qu'ils ont beaucoup de difficulté à gérer. Cette difficulté peut souvent dégénérer en crise où l'enfant se désorganise : il pleure, crie, se met en boule, frappe. »

Pour y voir plus clair, la scientifique et des collègues ont analysé les comportements de Bob et de ses camarades pendant deux camps d'été, chacun d'une semaine : un camp de cuisine où les animateurs et les enfants ignoraient le diagnostic d'autisme et un camp de

sport où tout le monde était au courant de la situation. Dans ce deuxième camp, les chercheurs ont véritablement outillé les enfants. « Dire "Bob est autiste" n'aurait pas été suffisant. On leur a expliqué ce que veut dire être autiste et comment agir avec Bob », raconte Mélanie Couture en ajoutant du même souffle que les jeunes sont un public de choix pour cette discussion. « C'est le bon moment pour faire de la sensibilisation, les enfants sont des éponges ! »

Au premier camp, Bob a vécu de l'isolement. Il jouait principalement seul et les autres enfants interagissaient peu avec lui. Le tableau était bien différent au camp suivant. « Chez les enfants, les questionnaires et les moniteurs, la connaissance du diagnostic a complètement changé les perceptions », affirme M^{me} Couture. Ils ont fait plus d'efforts pour intégrer le garçon, ils ont entamé des conversations avec lui et ils ont accueilli ses initiatives plus fréquemment et plus positivement.

Cette étude de cas fait partie des premiers résultats d'un plus vaste projet de recherche : une analyse de groupe touchant 16 enfants autistes est en cours au Québec et en Alberta. Les résultats prometteurs pour le cas de Bob ouvrent une nouvelle fenêtre. En plus des parents, « des intervenants et des éducateurs du milieu de la santé pourraient contribuer à cette démarche d'intégration », conclut la chercheuse. ●



Le danger des fausses recettes

« Voici 22 trucs de cuisine qui vont changer votre vie ! » « 35 astuces pour faire cuire les œufs. » Omniprésentes sur Facebook et YouTube, des vidéos virales promettent des résultats incroyables à partir d'étapes d'une simplicité suspecte et d'ingrédients faciles à trouver. Très attirantes avec leurs couleurs vives et leur musique rythmée, elles font moins de deux minutes (même sans une grande capacité d'attention, on peut les visionner !).

Mais avez-vous déjà essayé une de ces recettes ? Un journaliste de la BBC l'a fait et toutes se sont terminées en catastrophe ! Ces fraudes culinaires sont légion sur le Web. Blossom, So Yummy et 5-Minute Crafts, qui donnent dans le genre, ont ensemble près de 100 millions de personnes qui les suivent sur YouTube. Martha Stewart peut aller se rhabiller avec ses 678 000 abonnés !

Ces vidéos cartonnent en raison de leur contenu sensationnaliste — ce qu'on appelle des pièges à clics. Elles sont également une source de distraction recherchée par les internautes en manque de contenu positif depuis le début de la pandémie. Pour cela, un flan à quatre ingrédients cuit au four à micro-ondes dans un carton de lait, c'est gagnant !

Ces recettes posent néanmoins plusieurs problèmes. Évidemment, elles minent le moral des aspirants cuistots qui peuvent se croire incapables de suivre des étapes simples, alors qu'on parle régulièrement de la nécessité pour tous de maîtriser les bases de la cuisine pour favoriser la santé. Ensuite, ces recettes vouées à l'échec finiront inévitablement à la poubelle : du vrai gaspillage. Enfin, certains contenus sont dangereux, comme l'explique Ann Reardon, une chercheuse spécialisée en alimentation qui déboulonne les fausses recettes sur sa chaîne YouTube. En 2019, une vidéo de 5-Minute Crafts suggérait de tremper des fraises dans de l'eau de Javel dans le but de les blanchir... La description sous la vidéo dit bien de ne pas manger ces fruits décolorés ; mais qui la lit vraiment ? Des enfants pourraient très bien tomber sur cette vidéo et décider de reproduire cette « recette ».

Il est évident que les producteurs de ces contenus misent sur la crédulité de certains internautes, enfants ou adultes. Devant leur manque d'éthique, comment sensibiliser les gens à l'importance d'être sceptiques vis-à-vis de ce qu'ils lisent, voient et entendent ? J'aimerais les convaincre que l'esprit critique a bien meilleur goût que toutes les recettes bidon de ce monde ! ●



JEAN-FRANÇOIS CLICHE [@clicjf](#)

Polémique

Comment blâmer les médias en trois étapes faciles

Étape n° 1 : observer que des gens prennent de grandes libertés vis-à-vis des consignes sanitaires. Étape n° 2 : constater que beaucoup d'entre eux s'informent auprès de médias très campés à droite. Étape n° 3 : mettre les comportements délinquants sur le dos de ces médias.

Une des « activités » les plus populaires en ces temps de pandémie de COVID-19 est sans contredit de blâmer certains médias pour des agissements et opinions avec lesquels on n'est pas d'accord. Ce passe-temps est d'ailleurs tout aussi présent chez les « COVID-sceptiques », qui accusent à répétition les médias traditionnels d'exagérer la gravité de la situation et ridiculisent les « COVID-anxieux » pour s'être laissé manipuler. Mais voilà, il se pourrait bien que tout ce beau monde ait tort : les médias n'ont (probablement) pas ce genre d'influence.

Il existe bien une association absolument indéniable entre la consommation de médias comme Fox, particulièrement populaire auprès des électeurs à tendance républicaine aux États-Unis, et le non-respect des règles sanitaires. Une étude parue au printemps 2020 a comparé plusieurs États américains et mis en lumière que, pour chaque tranche de 10 % du marché télévisuel occupé par Fox, le respect du confinement baissait de 1,3 %. Est-ce toutefois un lien de causalité ?

Les partisans démocrates, eux, ont une forte tendance à voir la COVID-19 beaucoup plus « grosse » qu'elle l'est réellement, d'après un sondage mené en décembre 2020 par la Brookings Institution. Même après des mois de pandémie, 41 % d'entre eux croyaient que le SRAS-CoV-2 envoie plus de la moitié des gens qu'il infecte à l'hôpital (!), alors que le taux d'hospitalisation se situe plutôt entre 1 et 5 %.

Est-ce à dire que tous ces gens ont été manipulés par les méchants grands médias ? Certains chercheurs, disons-le, estiment que les médias peuvent exercer ce genre d'influence et qu'il y a un lien de cause à effet dans l'association entre le contenu d'un média et l'opinion de son public. Mais une étude récente (entre autres travaux) est venue jeter un gros pavé dans cette mare.

Parue en avril dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences*, elle se distingue par son cadre solide et « naturel ». Contrairement à beaucoup d'autres études sur cette question, ses auteurs n'ont pas enfermé des participants dans une salle pour leur faire lire un texte à l'idéologie marquée et ensuite mesurer l'effet de

cette lecture sur leur opinion – alors que ce n'est jamais comme ça que l'on s'informe. Ils ont plutôt demandé au tiers de leurs quelque 1 050 participants d'adopter le site de Fox comme page d'accueil de leur fureteur Web, à un autre tiers de prendre celui du *HuffPost* (considéré comme un média de gauche dans l'étude) et au dernier tiers de ne rien changer (c'était le groupe témoin). Puis, les chercheurs ont effectué plusieurs suivis répartis sur un an.

Leur méthodologie a bien fonctionné, dans le sens où la consultation de ces sites a nettement augmenté – par trois à quatre pages vues de plus par jour chez ceux qui les avaient comme page d'accueil, et

cela s'est maintenu pendant des semaines. Mais ce fut pratiquement le seul effet mesuré. Même après des mois à consulter davantage le site de Fox, les participants n'étaient pas devenus plus conservateurs. L'étude a constaté la même absence d'effet relativement au *HuffPost*, ce qui « est cohérent avec d'autres recherches [concluant à] un effet minime des médias », disent ses auteurs. Le sens de la causalité serait inverse : les médias ne façonnent pas l'opinion de leurs publics, ce sont plutôt ces publics qui choisissent leurs médias en fonction de leurs préférences idéologiques.

Remarquez que c'est une bien piètre excuse pour les médias qui flirtent avec la propagande comme Fox, Rebel News et certaines radios de la région de Québec. Certes,

s'ils disent ce que veut entendre une partie de la population, ils ne se trouvent pas à manipuler activement l'opinion publique. Mais si leur stratégie implique de maintenir le public dans l'erreur pour entretenir leurs cotes d'écoute, cela n'est guère plus glorieux. Ces médias ne font pas partie de la solution. C'est juste qu'ils ne font pas partie du problème aussi clairement qu'on le dit.

À cet égard d'ailleurs, l'étude de la Brookings Institution a peut-être mis le doigt sur le véritable problème : la numératie. Plus encore que l'appartenance politique, c'était la compréhension des statistiques de base qui déterminait si la perception de la COVID-19 était juste – ou du moins pas trop fautive. Ainsi, chez les gens ayant une numératie élevée, seulement 9 % des républicains et 17 % des démocrates croyaient que plus de la moitié des gens qui sont infectés par le SRAS-CoV-2 finissent à l'hôpital. Mais chez ceux qui avaient une numératie faible, c'était 36 et 49 %. La vraie bataille contre les fausses nouvelles, c'est peut-être là qu'il faut la mener... ●



L'ISMER-UQAR, au cœur de la formation et de la recherche sur les enjeux maritimes



Photo : Marie Guilpin

Une équipe de l'Institut des sciences de la mer de Rimouski de l'Université du Québec à Rimouski (ISMER-UQAR) et de Pêches et Océans Canada a développé un atlas des paysages acoustiques océanographiques de l'estuaire et du Golfe du Saint-Laurent. Une innovation qui permet de constater le bruit généré par le trafic maritime tout au long de l'année et son impact sur les différentes espèces marines.

La qualité des travaux du titulaire de la chaire de recherche du ministère des Pêches et des Océans Canada en acoustique marine appliquée à la recherche sur l'écosystème et les mammifères marins et professeur associé à l'ISMER-UQAR Yvan Simard et de son équipe témoigne de l'excellence de la recherche à l'Université du Québec à Rimouski.

Université à dimension humaine, l'UQAR est riche de la grande diversité de ses expertises de calibre international et se classe année après année parmi les meilleures universités canadiennes en recherche.

UQAR ISMER

Université du Québec à Rimouski
Institut des sciences de la mer de Rimouski

**LA GRANDE UNIVERSITÉ
DE PETITE TAILLE**

Le cerveau, sculpté par la vie

Le réputé neuropsychiatre Boris Cyrulnik montre comment notre environnement nous façonne et il nous incite à réfléchir à notre relation avec la nature. Par Elias Levy





«La

pandémie de COVID-19 devrait nous faire prendre conscience des grands ravages que l'homme cause lorsqu'il détruit la nature», lance sur un ton grave le célèbre neuropsychiatre et éthologue Boris Cyrulnik.

Dans un essai brillant, *Des âmes et des saisons : psycho-écologie*, le principal théoricien du concept de résilience conjugue avec maestria les différents savoirs – l'éthologie, les neurosciences, l'histoire, la paléanthropologie... – qui ont façonné sa démarche scientifique. Il souligne la manière dont notre environnement tout entier nous modèle, dès la conception, et nous exhorte éloquentement à agir à notre tour sur celui-ci en réinventant notre relation avec la nature. Un vibrant plaidoyer pour la survie de l'espèce humaine.

Québec Science : Est-ce la période nébuleuse que l'humanité traverse qui vous a motivé à partager avec vos lecteurs vos connaissances sur la psychoécologie ?

Boris Cyrulnik : L'origine des travaux scientifiques est souvent autobiographique. Les scientifiques ne l'avouent pas toujours, mais le choix de l'objet de science est souvent déterminé par des événements qui ont profondément marqué leur vie. C'est pour cela que j'évoque parfois

dans mes livres mon enfance durant la Seconde Guerre mondiale. Celle-ci m'a rendu sensible à un problème, celui du langage totalitaire, en l'occurrence la rhétorique du nazisme. Ma famille a péri dans les camps d'extermination nazis. J'ai été arrêté à six ans et demi par des sbires d'Hitler. Dans les années d'après-guerre, j'entendais dire que si Hitler avait agi aussi cruellement, c'est parce qu'il avait la syphilis, la maladie de Parkinson... Pour le gamin que j'étais, cette affirmation paraissait déjà stupide. Je me disais alors qu'on ne pouvait pas expliquer la folie nazie par une seule cause. Nous sommes constamment pénétrés par le milieu qui nous entoure. Biologiquement, notre corps est pénétré par l'altitude, le froid, la chaleur, la famine ou une pléthore d'aliments... Notre esprit est imbibé des récits relatés par notre famille, notre culture... Ma formation épistémologique a commencé dès l'âge de 10 ans ! J'ai gardé cet esprit en moi, notamment pendant mes études de médecine et de psychologie. Cela fait à peu près 40 ans que je travaille sur le concept de psychoécologie.

QS Qu'est-ce que la psychoécologie ?

BC C'est un façonnement lent, constant, qui débute avant la naissance, dans l'uté-

rus, et qui s'achève à notre mort. Nous, Occidentaux, sommes la seule civilisation à faire naître un bébé le jour de sa venue au monde. Les Asiatiques fêtent le premier anniversaire d'un bébé le jour de sa naissance parce qu'il a déjà eu 9 ou 10 mois d'interactions dans sa niche sensorielle, le ventre de sa mère. Il y a trois « niches écologiques ». La première, qui forme notre cerveau, c'est l'utérus et les émotions maternelles. La deuxième, qui forme notre affectivité, ce sont les bras de la mère, mais aussi ceux du père ou du deuxième parent qui interviennent bien plus tôt que ce qu'on croyait. La troisième, ce sont les êtres humains de notre entourage, l'artifice du verbe avec les émotions et les récits qu'on nous raconte dès notre plus jeune âge.

QS Vous comparez le cerveau humain à une sculpture. Pourquoi ?

BC Je propose la métaphore d'un cerveau sculpté par ses milieux : l'utérus, les bras de la mère et la parole. Le milieu marque son empreinte sur une terre glaise, un socle qui est différent si l'on est dans l'utérus, si l'on est un enfant préverbal ou si l'on est un enfant qui a déjà accès à la parole. C'est une transaction entre ce qu'on est au cours de son développement et ce qui se meut autour de soi quand on vieillit.

QS Vous démontrez à quel point les mots, le langage et les récits influencent les fonctions cérébrales.

BC Durant mes études de médecine, on nous expliquait que le cerveau était dans sa boîte crânienne coupé du milieu alentour. Mon œil! De manière anticipatoire, le cerveau décèle dans son milieu des éléments sensoriels avec lesquels il compose une représentation qu'on appelle la «réalité». Celle-ci est une construction constante de notre cerveau. Ensuite, les mots organisent le monde à travers des récits qui façonnent nos représentations de la réalité depuis l'enfance. Quand les récits créent un monde de représentations non contextuelles, impossibles à percevoir, ils déclenchent d'intenses émotions. La neuro-imagerie l'a bien confirmé. Un mot chargé d'intensité, par exemple une insulte, peut modifier la structure cérébrale. On perçoit ce phénomène chez les enfants maltraités, qui finissent par avoir des dysfonctions cérébrales.

QS Vu l'influence considérable de l'environnement sur notre cerveau, quel regard portez-vous sur la pandémie contre laquelle l'humanité lutte depuis plus d'un an?

BC La pandémie que nous traversons nous a fait prendre conscience que l'être humain n'est pas au-dessus de la nature et n'est pas supérieur aux animaux. La COVID-19 a révélé notre comportement hideux vis-à-vis de la biodiversité. Détruire celle-ci, comme l'humain le fait impunément, accroît les risques d'épidémie. Les épidémies sont récurrentes depuis le néolithique et elles ont toujours les mêmes causes : l'hyperconsommation, l'hypercirculation. Autrefois, les virus étaient transportés par des chameaux ou des bateaux. Aujourd'hui, ils circulent par les avions. L'humanité n'a tiré aucune leçon des hécatombes du passé.

QS Ainsi, la domination écrasante de l'humain sur la nature n'est plus un gage de survie pour lui, mais au contraire la voie de sa perte.

BC Pendant des siècles, la domination a été une adaptation pour survivre, mais à présent elle ne produit que du malheur et de grandes catastrophes écologiques. Chaque fois que l'espèce humaine a failli disparaître, elle a survécu grâce à la violence des hommes. La domination virile a été une valeur adaptative qui nous a permis de survivre, mais au prix d'un malheur constant : les femmes ont été écrasées, les enfants ont été battus, les plus faibles ont été exterminés... Cette violence a engendré la société, les États, les frontières, l'imposition de la religion et de ses croyances, l'annihilation de ceux qui refusaient de se soumettre à l'ordre établi... De nos jours, paradoxalement, alors que l'Occident baigne dans un contexte social de paix, d'avancées technologiques et de droits de la personne, la violence n'est que destruction.

QS Comment sortir de ce rapport de domination et mieux préparer l'avenir?

BC Le mot le plus approprié pour définir ce qui nous arrive est certainement *catastrophe*. Étymologiquement, il puise sa signification dans le grec ancien : *bouleversement* et *tournant*. Donc, tout n'est peut-être pas perdu! Après une catastrophe, le traumatisme subi nous pousse à explorer de nouvelles voies. C'est ça, la résilience : construire quelque chose de nouveau tout en gardant une blessure. La destinée de l'humanité est entre nos mains.

Dans le monde post-COVID-19, trois avenues se dessinent devant nous. Si nous renouons avec l'hyperconsommation et les hyperdéplacements, nous retournerons à la case départ. Si l'on recommence à partir en voyage à l'autre bout du monde, à multiplier les élevages d'animaux aux fins de consommation et à accentuer la déforestation en Amazonie brésilienne, dans deux ou trois ans nous serons confrontés à un nouveau virus.

La deuxième possibilité m'inquiète aussi beaucoup. Dans une période de

chaos écologique, par exemple un tremblement de terre ou un autre désastre naturel, ou de chaos social, comme une guerre ou une révolution, on voit souvent apparaître un «sauveur» qui fera croire à un peuple aigri et dépité qu'il a la solution pour mettre fin aux graves problèmes économiques et sociaux qui l'affligent. Cet escroc parviendra à se faire élire démocratiquement. On assiste impavide, aux quatre coins du monde, au déferlement d'une vague populiste. Un nouvel ordre politique émerge, il pourrait favoriser l'instauration de nouvelles dictatures.

La troisième voie, celle qui, je l'espère, se concrétisera, est la renaissance, c'est-à-dire le fait de repenser notre monde et notre mode de vie.

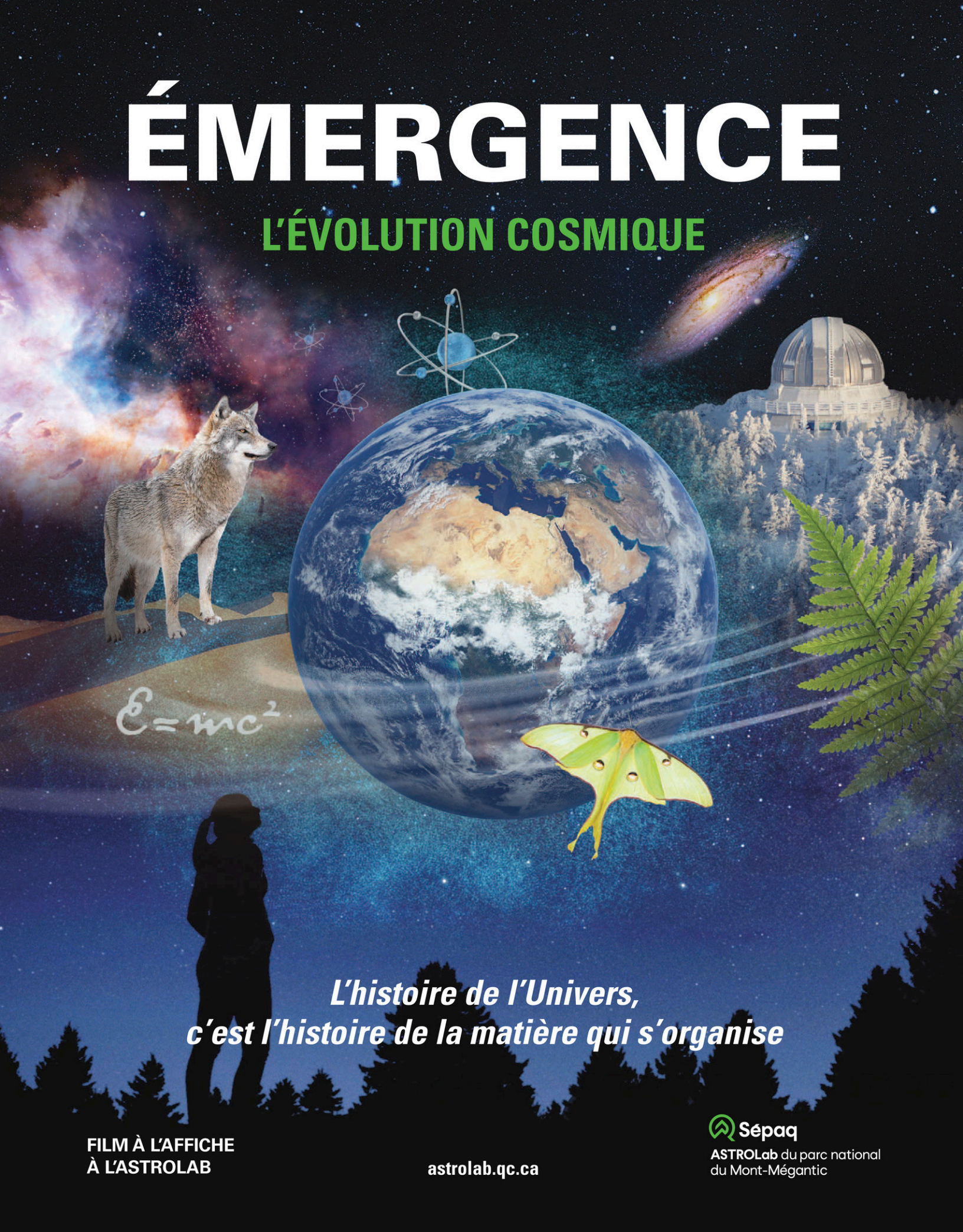
QS Repenser notre monde, c'est aussi se préparer à affronter les catastrophes futures?

BC Absolument. Il faut préparer les facteurs de protection pour mieux affronter le prochain fléau. En 1755, après le tremblement de terre dévastateur qui a ravagé Lisbonne, les gouvernants de cette cité portugaise ont tablé sur un nouvel urbanisme – la construction de rues droites et larges – afin de mieux résister au séisme ou à la catastrophe naturelle à venir. En 2013, la Fondation Rockefeller a lancé l'ambitieux programme Les 100 cités de la résilience. Paris et Montréal sont partenaires de ce projet. Son objectif : que les grandes villes se préparent pour être en mesure de mieux encaisser les effets délétères du dérèglement climatique, des pollutions de l'air et de l'eau, de la raréfaction des ressources, du terrorisme...

Ces facteurs de protection, de plus en plus nécessaires, sont une autre preuve manifeste que l'humain ne pourra jamais dominer la nature, mais devra redoubler d'ingéniosité pour contrer les dérives de cette dernière qu'il a souvent provoqué par ses actes irresponsables. ●

ÉMERGENCE

L'ÉVOLUTION COSMIQUE



$$E=mc^2$$

*L'histoire de l'Univers,
c'est l'histoire de la matière qui s'organise*

FILM À L'AFFICHE
À L'ASTROLAB

astrolab.qc.ca

 Sépaq

ASTROLab du parc national
du Mont-Mégantic

**LEURS GAZOUILLIS NOUS
RAVISSENT. LEUR INTELLIGENCE
NOUS ENCHANTE. LEURS
MIGRATIONS NOUS INTRIGUENT.
PLEINS FEUX SUR LES OISEAUX !**

LA VIE CHANTE

20

BAGUE À LA PATTE

27

LE BONHEUR REVIENT-IL DANS LE PRÉS ?

30

MAÎTRES DU CIEL

34



La vie chante

À ÉCOUTER

Le « chœur de l'aube » enregistré au cimetière Mont-Royal en mai peut être entendu sur notre site Web :

www.quebecscience.qc.ca/sciences/chant-oiseaux

Un merle d'Amérique en pleine vocalisation

Les oiseaux flûtent,
gringottent, gazouillent,
trompettent, sifflent,
turlutent et bien plus! Des
scientifiques décortiquent
ces mélodies.

PAR MÉLISSA GUILLEMETTE



Un silence de mort règne avant l'aube au cimetière Mont-Royal. Outre la rumeur de Montréal qui entoure l'oasis urbaine en ce matin de mai, on n'entend pratiquement que le vent qui agite les branches des arbres parfois centenaires. Vers 4 h 20, un bruant à gorge blanche lance deux ou trois notes, sans terminer sa chanson: il semble réaliser qu'il est trop tôt.

Puis, lorsqu'un trait bleu clair se dessine sur la montagne, un merle d'Amérique, une espèce capable d'émettre une vingtaine de sons, pousse la note. Les bruants à gorge blanche se joignent aussitôt à la partie, avec la vigueur d'un candidat de *Star Académie* soumis au ballottage. D'autres chants et cris s'ajoutent ensuite, peu à peu, comme si chaque espèce se réveillait à son tour pour former une chorale. Le cimetière grouille de vie!

C'est ce qu'on appelle le « chœur de l'aube ». Personne ne connaît vraiment la raison d'être de cette symphonie dissonante qui vous tire peut-être du sommeil de mauvais poil. Il semble à tout le moins que les oiseaux aux grands yeux ou aux capacités visuelles accrues s'y mettent plus tôt, tout comme les oiseaux qui cherchent la nourriture dans les arbres plutôt qu'au



Un duo d'inséparables dans la vie comme au travail : Sarah Woolley et Jon Sakata, professeurs à l'Université McGill. À droite : des diamants mandarins mâles qui participent à leurs expériences.



sol. Le spectacle est à son plus fort au printemps, quand les espèces migratrices arrivent au cimetière. Ce terrain accueille jusqu'à 145 espèces au total – soit le tiers des 462 espèces présentes au Québec! –, ce qui en fait un lieu d'intérêt pour les ornithologues amateurs. La base de données eBird est constamment abreuvée d'observations effectuées à cet endroit.

Il suffit de porter une réelle attention au chant des oiseaux pour être émerveillé, à 5 h du matin comme à 17 h. Voilà déjà des siècles que des naturalistes et des scientifiques s'y intéressent. Qu'ont-ils appris et que cherchent-ils encore?

Pour nous répondre, qui de mieux qu'un « drôle d'oiseau »? C'est ainsi que se décrit Antoine Ouellette, biologiste, musicologue et compositeur de musique classique. Il a notamment créé la pièce *Joie des grives*, une œuvre pour orchestre symphonique inspirée des vocalisations de 11 espèces du Québec. Il est aussi l'auteur de l'essai *Le chant des oiseaux : comment la musique des oiseaux devient musique humaine*, paru en 2008 et réédité en 2020. L'essence de son message : cessons de présumer que la musique des oiseaux vaut moins

que la nôtre! Car les animaux à plumes ne chantent pas que pour défendre leur territoire et pour courtiser les femelles. Ils jasant aussi en vol, en cherchant de la nourriture (siffler en travaillant?) et pour affirmer leur identité. Cela ne ressemble-t-il pas aux fonctions de la musique humaine? Antoine Ouellette avance même l'idée que le chant de l'aurore puisse être un acte de pur plaisir. « Certains ornithologues disent que les oiseaux y dépensent un trop-plein d'énergie. Je ne suis pas certain... J'imagine que le fait d'être doté d'une syrinx, qui peut produire des sons de toutes sortes, doit donner le goût de s'amuser un peu! »

La syrinx est l'organe qui permet aux oiseaux de chanter. Elle se situe à la jonction de la trachée et des bronches. « C'est une sorte de petite boîte en cartilage avec des membranes élastiques qui vibrent au passage de l'air. La syrinx est contrôlée par des paires de muscles : selon les espèces, il y aura plus ou moins de paires. Les bons chanteurs en ont sept, huit ou neuf », explique-t-il.

Autre mythe que le musicologue brise au passage : celui qui veut que seuls les passériformes (qu'on appelle com-

munément passereaux) chantent, un ordre qui regroupe la moitié des espèces d'oiseaux de la planète. « Le guépier d'Europe [ordre des Coraciiformes], un cousin du martin-pêcheur, est magnifique à entendre. Et depuis quelques années, il y a des recherches sur les colibris [ordre des Apodiformes]; on avait jusqu'alors l'impression qu'ils chantaient peu ou pas. À l'inverse, les vocalisations de certains passereaux sont moins élaborées. D'ailleurs, le critère pour déterminer ce qui est un chant et ce qui est un cri est la beauté et la musicalité du premier. Mais l'oiseau a d'autres préoccupations que de plaire à nos oreilles! Je trouve ça réducteur. » Tous les oiseaux ont une signature vocale qui mérite d'être entendue, juge-t-il.

APPRENDRE D'UN MENTOR

Quatre cabanes à oiseaux décoratives, dont une en forme de jolie roulotte, sont disposées sur une étagère de la pièce de télétravail du professeur de biologie Jon Sakata. Les logis véritablement habités se trouvent plutôt dans son laboratoire de l'Université McGill, qui héberge une colonie de diamants mandarins, originaires

d'Australie. «Ce sont les oiseaux chanteurs les plus étudiés parce qu'ils vivent bien en laboratoire, parce qu'ils chantent beaucoup – environ 500 fois par jour! – et parce que leurs airs sont simples. Si l'on remplace chaque son par une lettre, le diamant mandarin chante toujours ABCDE, ABCDE, ABCDE», dit-il. On y trouve également des pinsons société, une variété domestiquée du capucin domino qui n'existe pas dans la nature. Leurs mélodies plus compliquées en font un modèle complémentaire. «Ces oiseaux chantent de multiples syllabes, dont l'ordre varie de chanson en chanson. Ils peuvent commencer par ABC, puis continuer avec ADE et ABF», indique le chercheur, qui s'intéresse à la neurobiologie derrière cette différence entre les deux types d'oiseaux.

Mais surtout, Jon Sakata fait avec eux toutes sortes d'expériences sur la transmission des chansons d'une génération à l'autre. Ce ne sont pas tous les oiseaux qui apprennent leurs vocalisations; le roucoulement du pigeon, par exemple, est inné. «Mais pour les oiseaux chanteurs étudiés jusqu'à présent, il y a presque toujours une composante sociale. Cela rend la nature encore plus intéressante, selon moi. Les chants d'oiseaux ne sont pas que de beaux sons, ce sont de beaux sons qu'ils ont appris à produire!»

Les oisillons commencent par écouter: leur système auditif est à l'œuvre. Si cette écoute passive suffit à certaines espèces pour acquérir les chansons, dont des moineaux, plusieurs autres doivent voir leur tuteur en prestation pour bien apprendre. Dans ce cas, «si l'on place un tuteur et un jeune côte à côte, mais séparés par un petit mur, le jeune ne pourra apprendre la chanson même s'il interagit vocalement avec l'adulte», assure le chercheur. Après cette phase d'apprentissage sensoriel

vient la production. Les petits essaient de reproduire les sons grâce aux muscles de leur syrinx. En s'écoutant, ils réalisent leurs erreurs, corrigent le tir et finissent par s'améliorer – c'est une vraie boucle de rétroaction –, tout comme les enfants qui font des *bbbbvvvv*, des *mmmmmmmm* et des *bababa* pour finalement dire «papa» ou «maman» ou «ballon». Les parallèles avec notre espèce sont tels qu'il est possible de croiser le professeur Sakata dans une conférence portant sur le langage humain.

Son équipe a même montré que les diamants mandarins adultes modifient la structure de leurs vocalisations quand ils interagissent avec les apprenants, ce que les humains font aussi en répétant les mots ou en ralentissant leur débit quand ils s'adressent à un bambin. Cet apprentissage par interaction est très efficace: une seule journée de tutorat entraîne une amélioration considérable, d'après les expériences menées à l'Université McGill. Les chants se cristallisent une fois les oiseaux arrivés à la maturité sexuelle.

LES DIALECTES

Tout comme le francophone aura un accent différent à Dakar, à Paris et à Québec, le chant des oiseaux d'une même espèce diffère d'un territoire à l'autre. Si les dialectes peuvent évoluer au sein d'une population, les oiseaux demeurent généralement fidèles aux normes de leur région. «Personne ne s'attendrait à ce qu'un Québécois revienne de voyage avec l'accent parisien!» illustre Ken Otter, professeur à l'Université du nord de la Colombie-Britannique.

C'est pourtant ce qui s'est passé au Canada avec le bruant à gorge blanche, dont le chant était inchangé depuis au moins les années 1960. Vous le connaissez peut-être: il semble demander «Où es-tu Frédéric, Frédéric, Frédéric?»

NOTES DE TERRAIN

La recherche scientifique sur le chant des oiseaux a véritablement pris son envol dans les années 1950 grâce au magnétophone et au spectrographe acoustique, un appareil qui permet de transformer les ondes sonores en un spectre sonore. Avant cela, plusieurs ont tenté de décrire les sons au moyen de la notation musicale ou encore à l'aide de mots tels que *tic-tic-tic-tic-a-tee'ze* (bruant pryer) et *drink your tea* (tohi à flancs roux).

ALORS ON DANSE ?

Certaines espèces d'oiseaux font des danses nuptiales complexes. Mais les scientifiques ne les croyaient pas capables de bouger sur le rythme de la musique humaine, jusqu'à ce qu'un cacatoès domestique nommé Snowball prouve le contraire. La vidéo de l'exploit, réalisée en 2007 sur un air des Backstreet Boys, est devenue virale. Il faut savoir que le rythme du chant des oiseaux ne repose pas sur le temps mathématique utilisé dans nos partitions. Il est plutôt «fractal», fait de répétitions et de ramifications souples, explique Antoine Ouellette dans *Le chant des oyseaux*. C'est donc après avoir découvert les talents du cacatoès sur YouTube qu'une équipe a mené une expérience avec Snowball en manipulant le tempo de la mélodie, ce qui a permis de confirmer, en 2009, qu'il a bien le rythme dans le sang. L'hypothèse veut que seules les espèces capables d'apprendre un langage (comme les perroquets) seraient aptes à danser en suivant le rythme humain. Ce serait grâce aux fortes connexions entre les systèmes auditif et moteur qui permettent de reproduire un son entendu en utilisant des muscles de la syrinx. Dans ce cas-ci, ces connexions permettraient d'ajuster les mouvements du corps à un son en continu. La dernière étude consacrée à Snowball a été publiée en 2019 dans *Current Biology*. Le fait est qu'après ses premiers exploits Snowball a connu une période d'exploration: il semblait inventer de nouveaux mouvements, ratant le tempo au départ puis le retrouvant. Les chercheurs ont donc filmé l'oiseau alors qu'il écoutait *Another One Bites the Dust* et *Girls Just Want to Have Fun*. Une neuroscientifique qui avait un bagage en danse a ensuite décortiqué ses chorégraphies pour dénombrer 14 mouvements distincts.

Snowball n'est pas le seul à avoir du *groove*: on peut désormais trouver sur Internet des vidéos de danse de neuf espèces de perroquets!

CHANTER DANS LE TRAFIC

En ville, le bruit ambiant fait compétition aux oiseaux. Ces derniers ont adopté toutes sortes de tactiques pour mener leur vie malgré tout. Par exemple, «les oiseaux urbains apprennent à choisir les chansons de leur répertoire les plus aigües pour qu'elles s'élèvent au-dessus du bruit de fond et qu'ainsi ils transmettent mieux leurs signaux», explique le professeur Ken Otter, de l'Université du nord de la Colombie-Britannique. Certaines espèces vont même changer les notes de leurs vocalisations pour leur faire atteindre de plus hautes fréquences. Cela peut avoir des conséquences sur leur succès à se reproduire.

Son équipe s'intéresse aux mésanges de Gambel, dont les mâles ont l'habitude de répondre aux chants des autres mâles pour défendre leur territoire. Dans les habitats en pleine nature mais très bruyants (comme une forêt traversée par une autoroute), le mâle peine à se faire entendre ; il perd un temps fou à se déplacer pour percevoir les autres mâles et leur répondre, tandis que sa dulcinée restée au nid perd le contact auditif. «Elle risque de croire qu'il est paresseux et ne fait pas bien les choses», poursuit Ken Otter. Quant aux individus qui demeurent au cœur de la ville, ils semblent avoir trouvé la solution : ignorer le voisinage. Ils demeurent près du nid pour pousser la chansonnette!

C'est une autre histoire quand survient un grand confinement. Avec la baisse du bruit environnant, les comportements des mésanges de Gambel urbaines semblent être revenus à la normale, indique M. Otter. Ces travaux sont encore en cours, mais rappellent ceux d'une équipe américaine qui a comparé les chants du bruant à couronne blanche à San Francisco pendant les mois d'avril et mai 2020 avec les chants de 2015 et 2016. Dans le silence pandémique, les oiseaux osaient revenir à des fréquences plus basses. Ils ont aussi grandement réduit l'amplitude de leur voix et, malgré tout, leurs vocalisations portaient deux fois plus loin.



Bruant à gorge blanche
«Où es-tu Frédéric?» semble-t-il demander en chantant.



Oiseau-lyre
Deux espèces du genre *Menura* sont connues pour leur capacité à imiter les autres oiseaux.

Cela fait 20 ans que le professeur Otter a remarqué que, dans le nord de la Colombie-Britannique, ces oiseaux ont coupé une syllabe dans chaque répétition de trois notes; ils cherchent désormais un «Frédé»! Son équipe a analysé 1 785 enregistrements de cette espèce à travers l'Amérique du Nord entre 2000 et 2019 pour réaliser que la mode a graduellement gagné l'Alberta, les Prairies, l'Ontario, puis, tout récemment, l'ouest du Québec. En munissant quelques individus de géolocalisateurs, l'équipe a découvert que les aires d'hivernage de différentes populations se superposaient. C'est ainsi que la finale en «Frédé» a pu se transmettre, des résultats décrits dans *Current Biology* l'été dernier. Une hypothèse veut qu'un chant innovateur séduise peut-être davantage les dames, d'où l'adoption rapide par les mâles de la finale étonnante.

D'ailleurs, l'histoire n'est pas finie! Une nouvelle version se propage depuis deux ans. La première syllabe de chaque «Frédé» contient une pulsation supplémentaire qu'on pourrait tenter de résumer en «Frédéé». «Cette version se répand si vite qu'elle risque bien de remplacer la précédente! Je pense que c'est probablement parce qu'elle ramène les bruants à gorge blanche plus proches de la finale originale à trois notes», avance Ken Otter.

Car les oiseaux ne s'éloignent jamais complètement d'un «modèle» enraciné en eux, sorte de thème principal. «C'est ce qui fait que, même si un petit entend toutes sortes de chants de différentes espèces, il va préférer mémoriser les chansons associées à son espèce», mentionne le chercheur. Sauf peut-être l'oiseau-lyre

et d'autres imitateurs, qui se plaisent à reproduire tous les bruits de la forêt, s'appropriant, entre autres, la signature d'autres oiseaux, voire des bruits mécaniques. Là encore, c'est parfois pour conquérir une femelle : l'oiseau-lyre mâle imite ainsi un ensemble d'oiseaux affolés par un prédateur pour garder une femelle «captive» pendant l'accouplement ou l'empêcher de fuir avant l'acte, selon une hypothèse au cœur de travaux diffusés dans *Current Biology* en février 2021.

Sarah Woolley, professeure de biologie à l'Université McGill, se penche justement sur les préférences des femelles; après tout, la reproduction dépend beaucoup de leur jugement des chants des prétendants. Car outre les ajustements en fonction du bruit ambiant, les mâles peuvent gazouiller différemment selon leur auditoire. Chez les diamants mandarins et les pinsons société, «quand les chansons sont destinées aux femelles, elles sont plus nettes, plus rapides et plus stéréotypées. Ce sont les mêmes syllabes, les mêmes séquences; c'est simplement la meilleure version de ce que les mâles savent produire, dit-elle. Quand ils chantent seuls, il y a plus de variabilité, c'est un peu plus brouillon. On s'est demandé si les femelles percevaient cette différence».

Eh bien oui! Même si on leur présente des extraits d'une demi-seconde seulement, les diamants mandarins femelles arrivent à déterminer avec justesse si un mâle chante la pomme ou pas, a montré la chercheuse dans un article paru récemment dans *PLOS Computational Biology*. Pour essayer de comprendre ce que perçoivent les femelles, son équipe a d'ailleurs bâti



Cardinal rouge
Chez cette espèce,
le mâle et la femelle chantent.



Paruline flamboyante
Cette espèce produit des
notes très aigües.

un algorithme qui cherche à distinguer les chants de cour des autres.

Ce talent des femelles pour reconnaître la voix de l'amour n'est pas inné. L'équipe de Sarah Woolley a privé des oisillons femelles du chant des mâles pendant leur développement. À la maturité sexuelle, « elles avaient des préférences, mais pas les mêmes qu'un individu élevé de façon ordinaire. Il semble donc qu'entendre les chansons quand elles sont jeunes prépare leur système auditif à répondre "normalement" quand elles sont adultes ». Sarah Woolley et Jon Sakata étudient deux espèces dont les femelles ne chantent pas. Il n'y a pas si longtemps, la communauté scientifique croyait qu'il en était de même pour la plupart des oiseaux. Rien n'est plus faux, a démontré une étude publiée en 2014 et menée par une équipe internationale. De fait, 64 % des femelles sont de grandes interprètes, ont confirmé des travaux basés sur 1 023 espèces en 2019. On estime même que les ancêtres des oiseaux modernes devaient tous donner dans la chanson. Cependant, les banques de données contiennent presque exclusivement des extraits de vocalisations produites par des mâles (moins de 0,03 % de chants de femelles); c'est pour cela que des chercheurs du Cornell Lab of Ornithology et de l'Université de Leyde ont mis en place le Female Bird Song Project, où tout un chacun peut inscrire ses observations. Pour le moment, il y en a très peu du Canada, outre un cardinal rouge femelle à Ottawa et une paruline flamboyante à Toronto. À quand la pa-

rité? Dans tous les cas, chez certaines espèces, l'égalité est établie : tels des Marie-Ève Janvier et Jean-François Breau de la canopée, des mâles et des femelles performant en duo, surtout dans les régions tropicales.

Tous ces chants sont précieux. Ils font d'ailleurs du bien à l'humain (voir l'encadré ci-contre). Voilà qui devrait nous motiver à protéger la nature et les oiseaux. Déjà, les vocalisations du méliphage régent, une espèce endémique de l'Australie, sont menacées. Il reste si peu d'individus que leurs airs se perdent; plusieurs oiseaux font entendre des versions étranges et 12 % chantent littéralement n'importe quoi, ce qui nuit à leur reproduction, apprenait-on dans un article paru début 2021 dans les *Proceedings of the Royal Society B*.

« Dans l'édition de 2008 de mon livre, je donnais déjà des statistiques par rapport au déclin des populations, raconte Antoine Ouellette. Quand j'ai fait mes recherches pour la deuxième édition, ce qui m'a frappé, c'est que la situation s'est nettement détériorée en 12 ans. Ça m'a bouleversé. » Son ouvrage cite des données de l'Union internationale pour la conservation de la nature qui affirment que 14 % des espèces d'oiseaux sont en danger à l'échelle de la planète. Pour ce qui est de l'Amérique du Nord, un article publié dans *Science* par une équipe canado-américaine a révélé que la région a perdu trois milliards d'oiseaux entre 1970 et 2017 ou 29 % de l'abondance initiale.

Le refrain de l'aube n'est pas que joli; il est aussi une sirène d'alerte. ●

LE SENTIER HEUREUX

Le chant des oiseaux fait du bien aux humains : deux études récentes le montrent. Pour la première, publiée dans les *Proceedings of the Royal Society B*, des chercheurs ont caché des haut-parleurs le long des 500 derniers mètres de deux sentiers de randonnée du Colorado pour ajouter plus de gazouillis. L'expérience a duré tout l'été : pendant une semaine, les haut-parleurs étaient en fonction; la suivante, ils ne l'étaient pas et ainsi de suite. Les chercheurs ont alors évalué l'état de bien-être des randonneurs à la sortie des parcours. Les marcheurs qui avaient entendu plus d'oiseaux décrivaient un état de contentement supérieur aux autres.

Une équipe s'est quant à elle penchée sur le degré de satisfaction que tiraient 26 000 Européens de leur vie. Elle a couplé ces informations à d'autres portant sur la diversité des espèces d'oiseaux, de mammifères et d'arbres répertoriés dans la région de chaque participant. L'équipe a découvert une association particulière entre la pluralité des oiseaux et le sentiment que la vie est agréable. Une hausse de 10 % de la diversité aviaire aurait même plus d'effet sur cette satisfaction qu'une augmentation de salaire de 10 %, selon les résultats parus dans *Ecological Economics* en mars 2021. Merci les cocos!

Augmentez votre **réalité**



ABONNEMENT

SEULEMENT

36 \$
1 AN

58 \$ 2 ANS • 81 \$ 3 ANS

Jusqu'à 51 % de rabais
sur le prix en kiosque.
Taxes en sus.

Abonnez-vous!

quebecscience.qc.ca/abonnement

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

QUÉBEC SCIENCE
L'heure est à la science

De précieuses connaissances scientifiques sur les oiseaux, leurs déplacements et leurs habitats ont été acquises grâce à plus d'un siècle de baguage au Canada. Et ce n'est pas fini. **PAR MAXIME BILODEAU**



LA BAGUE À LA PATTE

Le baguage des oiseaux est à l'ornithologue ce qu'est le télescope à l'astronome, le code source au programmeur et le guide alimentaire à la nutritionniste : un outil de base pour effectuer son travail. « C'est ce qui nous permet de confirmer que tel goéland à bec cerclé visite le même McDonald's depuis des lustres ou qu'une bernache du Canada, appelons-la H2R3, s'arrête chaque année dans les environs de Repentigny lors de sa migration printanière. Sans ça, il serait impossible de reconnaître des individus et ainsi de les suivre à la trace », indique Jean-François Giroux, professeur au Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal. Le chercheur sait de quoi il parle, lui qui a consacré sa carrière à l'étude de plusieurs espèces migratrices de l'est du Canada. La proverbiale vie secrète des oiseaux, il la connaît !

Apposer une bague en aluminium, parfois en acier inoxydable, dotée d'un numéro unique à la patte d'un oiseau est une technique simple, mais pas banale. C'est le naturaliste James Henry Fleming qui, au Canada, a bagué pour la première

fois un merle d'Amérique dans l'espoir de découvrir ses quartiers d'hivernage. Depuis ce 24 septembre 1905, le geste a été répété des dizaines de millions de fois au Canada et aux États-Unis dans le cadre du Programme nord-américain de baguage des oiseaux, administré par les deux pays.

Le Québec compte plusieurs stations de baguage disséminées sur son territoire, surtout le long du fleuve Saint-Laurent, dont le littoral est un important corridor migratoire. Elles sont gérées par les trois observatoires d'oiseaux de la province, ceux de Tadoussac, de McGill et de Rimouski.

L'automne et le printemps sont les saisons les plus animées; on profite des mouvements migratoires pour attraper les oiseaux et leur passer la bague à la patte. Un travail qui n'est pas de tout repos. Parlez-en à Pascal Côté, directeur de l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (OOT), dont les filets japonais ont été pris d'assaut un peu plus tôt qu'à l'habitude cette année, printemps hâtif oblige. « C'est au mois de mai que l'achalandage et la diversité sont à leur comble, précise-t-il. À la Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente, il est possible d'observer plus de 100 espèces d'oiseaux en une seule journée. »

La petite équipe de la station de baguage, située tout près du centre d'in-

terprétation, est alors fort occupée. Ses membres, aussi bien des biologistes et techniciens de la faune employés de l'OOT que des bénévoles passionnés, sont sur le pied de guerre dès trois heures du matin de manière à ouvrir les filets une demi-heure avant le lever du soleil. Chaque oiseau qui vient s'y empêtrer est recueilli par les chercheurs, qui lui glissent une bague métallique, à moins bien sûr qu'il n'en possède déjà une. Le cas échéant, la série de chiffres unique est prise en note, ce qui est en soi un signal permettant de reconstituer les déplacements. Parfois, d'autres types de marqueurs sont ajoutés, comme des colliers pour les oies et les cygnes, des marqueurs alaires (des étiquettes fixées aux ailes des vautours, des aigles et des hérons), voire des transmetteurs GPS dans le cadre de projets scientifiques précis.

Ne s'improvise pas bagueur qui veut. Au Canada, il faut posséder un permis scientifique pour la capture et le baguage des oiseaux. Les candidats débutent comme assistants de bagueurs certifiés, qui s'assurent de les former adéquatement. Gestion de données, identification des oiseaux, détermination de leur âge et de leur sexe : les compétences à acquérir sont nombreuses avant de pouvoir présenter une demande en bonne et due forme auprès du Bureau canadien de baguage des oiseaux. De fait, cela prend souvent des années d'expérience sur



À l'été 2020, dans la réserve du parc national de l'Archipel-de-Mingan, des bagueurs ont posé des GPS sur les pattes de macareux moines pour mieux comprendre comment ils se nourrissent. À la page précédente, sur l'île d'Ellesmere, en 2007, des bagueurs relâchent un groupe de grandes oies des neiges après les avoir baguées. Certaines d'entre elles ont été aussi munies de colliers alphanumériques permettant leur repérage à distance.

le terrain. « Il faut une délicatesse d'orfèvre pour ne pas blesser les oiseaux. Certaines espèces, comme la mésange à tête noire, sont tout particulièrement fragiles; c'est véritablement le diable des filets », illustre Pascal Côté, qui fait partie des quelque 1 000 bagueurs certifiés au pays.

L'opération est d'autant plus délicate qu'elle se doit d'être rapide. Et pour cause : pendant qu'il se débat, l'oiseau est une proie facile pour les prédateurs qui rôdent dans le coin... « Personnellement, je ne connais aucun ornithologue qui se plaît à voir périr des oiseaux. Cela irait à l'encontre de sa mission de conservation et d'avancement de la science, relativise Mikaël Jaffré, directeur de l'Observatoire d'oiseaux de Rimouski (OOR). Oui, le baguage peut causer du stress, provoquer des blessures et entraîner de la mortalité chez les oiseaux. Mais ce n'est rien en comparaison des baies vitrées et des chats, qui en tuent jusqu'à trois à quatre fois plus sur une base annuelle. » Le taux de mortalité moyen dans les filets est de l'ordre de 0,0011 %, rapportait en 2018 une étude du British Trust for Ornithology, une organisation britannique consacrée à l'étude des oiseaux.


SCIENCE PARTICIPATIVE

Tous les intervenants consultés par *Québec Science* pour ce reportage insistent sur l'importance de la collaboration du grand public pour suivre la trace des oiseaux grâce aux bagues. Si 1,2 million d'oiseaux sont bagués chaque année en Amérique du Nord, seules 10 % des bagues des oiseaux considérés comme du gibier sont récupérées par des chasseurs. Dans le cas des passereaux, ce taux est inférieur à 10 %, selon le Bureau canadien de baguage des oiseaux, qui invite d'ailleurs le public à signaler la présence d'un oiseau bagué ou la découverte d'une bague sur une carcasse. « L'avènement d'Internet nous a aidés à faire connaître ces initiatives. Il n'a jamais été aussi facile de signaler la présence d'un oiseau bagué; c'est vraiment un bel exemple de science participative », se réjouit Jean-François Giroux.

Ce petit geste permet ensuite de reconstituer les déplacements. C'est par le baguage qu'on sait qu'une tourterelle triste peut vivre plus de 30 ans, soit de 5 à 10 ans de plus qu'un goéland à bec cerclé. C'est aussi cet outil de recherche qui permet d'affirmer que les changements climatiques bouleversent les comportements migratoires de nombreuses espèces. « Chez les migrateurs de courte distance, on assiste carrément à une forme de sédentarisation. Chez les migrateurs de longue distance, c'est le contraire : ils sont réglés comme des horloges, ce qui joue paradoxalement contre eux », explique Mikaël Jaffré. Incapables de tirer parti des variations soudaines dans leurs environnements changeants, ils paient le prix fort. C'est le cas des hirondelles, dont les six espèces présentes au Québec sont en déclin depuis cinq décennies.

La fondation récente de l'OOR, en 2016, promet de nombreuses observations et découvertes aussi. Avant cela, « le Québec n'avait pas de réseau de surveillance d'oiseaux marins et de proie. En 2016, à la suite de discussions avec d'autres ornithologues, j'ai donc décidé de mettre sur pied ce qui était alors un projet de recherche de l'Université du Québec à Rimouski pour combler ce manque », raconte Mikaël Jaffré.

Désormais autonome, l'organisme opère trois stations de baguage : dans le secteur rimouskois du Rocher-Blanc, à Coin-du-Banc, en Gaspésie, et plus récemment au parc national de Forillon. « Cette dernière nous a permis de faire de belles découvertes. Nous avons par exemple assisté à une migration massive de passereaux l'automne dernier; plusieurs espèces semblent traverser le Saint-Laurent en provenance de l'île d'Anticosti ou de Terre-Neuve, une voie migratoire dont on ignorait pour ainsi dire l'existence », expose Mikaël Jaffré. Une hypothèse qui sera confirmée grâce aux oiseaux alors bagués par l'OOR, bien sûr. ●



L'UQAR, au cœur de la formation et de la recherche sur la biodiversité

Durant son baccalauréat en biologie à l'UQAR, Thomas Beyer a suivi plusieurs cours d'initiation à la recherche en collaboration avec l'Observatoire d'oiseaux de Rimouski.
Crédit photo : Mikaël Jaffré.

D'abord un projet de recherche à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), l'Observatoire d'Oiseaux de Rimouski est un organisme d'étude des oiseaux qui favorise la formation et la sensibilisation en ornithologie.

Depuis sa création en 2016, il est devenu une référence sur le suivi des migrations d'oiseaux dans l'Est-du-Québec, témoignant de l'excellence de la recherche de terrain sur la biodiversité à l'UQAR.

Université à dimension humaine, l'UQAR est riche de la grande diversité de ses expertises de calibre international et se classe année après année parmi les meilleures universités canadiennes en recherche.

LE BONHEUR REVIENT-IL DANS LE PRÉ ?

Les populations d'oiseaux champêtres battent dramatiquement de l'aile. Leur protection passe-t-elle par un meilleur aménagement des champs ?

PAR ANNIE LABRECQUE

PHOTOS :
JEAN-FRANÇOIS HAMELIN



L'agriculteur installe sur sa terre des nichoirs qu'il construit lui-même avec l'aide de son frère pendant l'hiver.



« Tu es un pollueur. »

Paul Caplette, producteur de céréales à Saint-Robert, en Montérégie, n'oubliera jamais ces mots que ses enfants lui ont adressés à la suite de discussions qu'ils avaient eues à l'école au début des années 2000. Cette critique l'a profondément atteint, d'autant plus qu'il tentait d'adopter de bonnes pratiques agroenvironnementales. « Les agriculteurs sont vus comme des méchants : on pollue l'eau et on tue les oiseaux », déplore-t-il.

Depuis la déclaration sans équivoque de ses enfants, Paul Caplette redouble d'ardeur pour faire partie de la solution, en particulier pour ce qui est des oiseaux. Car c'est chez les espèces champêtres qu'on note la plus forte décroissance des populations ces 20 dernières années, selon les données recueillies par le *Deuxième atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. « Elles sont en déclin majeur

parce que les pratiques agricoles ont changé depuis 40 ans, autant au Québec qu'ailleurs en Amérique du Nord », résume Benoît Jobin, spécialiste de la conservation des habitats à Environnement et Changement climatique Canada et collaborateur de l'atlas.

Au banc des accusés : l'intensification des monocultures, qui nuit à la biodiversité ; moins de variété de plantes signifie moins d'insectes et moins de nourriture pour les oiseaux. Également, la transformation des cultures pérennes en cultures annuelles, comme le maïs et le soya, a contribué au déclin. Plusieurs espèces d'oiseaux champêtres nichent sur le sol des pâturages et des champs de foin, qui sont devenus beaucoup moins nombreux. Comble de malheur : le nombre de coupes de foin a augmenté, ce qui détruit les nids au sol. « Au lieu de une ou deux coupes

de foin par année, il peut maintenant y en avoir jusqu'à quatre », indique Benoît Jobin. Malgré tout, il reste optimiste. « On voit aujourd'hui qu'on peut concilier l'agriculture et la conservation des milieux naturels. » Comment ? Eh bien, on peut d'abord observer de près les zones agricoles où les oiseaux sont à leur aise. C'est ce qu'a fait la chercheuse Barbara Frei ces dernières années dans le cadre de recherches postdoctorales à l'Université McGill. Elle s'est penchée sur les *bright spots* agricoles de la Montérégie, région d'où elle est native. Il s'agit de milieux qui performent au-delà des attentes en matière de biodiversité, c'est-à-dire qu'ils abritent plus d'espèces et d'individus que la moyenne des alentours. « Je m'intéresse avant tout aux solutions qui existent déjà dans le paysage et aux leçons à en tirer », dit celle qui est biologiste en conservation à

Environnement et Changement climatique Canada et directrice de l'Observatoire d'oiseaux de McGill.

En comparant des données collectées entre la fin des années 1980 et le début des années 2000, la chercheuse a remarqué que le tableau semble plus sombre pour les grandes étendues agricoles sur lesquelles on emploie des pesticides et de la machinerie lourde. Les zones les plus « habitées » par les oiseaux et les plus diversifiées en termes d'espèces sont quant à elles généralement multifonctionnelles : elles comprennent à la fois des forêts et des champs agricoles par exemple. Ses travaux montrent que les paysages agricoles, par l'étendue de leur superficie, possèdent un énorme potentiel pour abriter la biodiversité, encore plus que tous les parcs nationaux et les espaces verts que nous aménageons. « Si nous pratiquions l'agriculture de manière intelligente et réfléchie, pas seulement pour fournir le plus de nourriture possible, mais pour produire de façon résiliente, nous découvririons que les terres agricoles présentent aussi un fort potentiel pour servir la biodiversité », juge Barbara Frei. Les agriculteurs ne doivent donc pas être vus comme des ennemis, selon elle.

FLEURS ET NICHAIRES

Une bouffée d'air souffle sur certaines terres agricoles. Afin d'encourager les aménagements multifonctionnels, le projet ALUS Montérégie finance depuis cinq ans les producteurs qui délaissent volontairement une partie de leurs terres au profit de la biodiversité. Ils reçoivent alors de 300 à 750 \$ l'hectare par année, une somme qui varie selon les efforts réalisés en matière de pratiques agricoles durables. Cela va de l'ajout de nichoirs à l'implantation de haies brise-vents et d'arbres en passant par la création d'étangs et la mise en place de prés fleuris ou de bandes riveraines. Ces petits îlots de biodiversité deviennent avantageux à la fois pour les oiseaux et pour toutes les espèces animales et végétales qui s'y établissent.

Le tarif offert aux propriétaires des terres est toutefois dérisoire si on le compare à la valeur réelle de leur terrain. Les terres montérégiennes se négocient à un prix oscillant autour de 40 000 \$ l'hectare, selon les données de 2019 de La Financière agricole du Québec. « Quand un producteur décide de participer au projet et de concéder de un

à quatre hectares de sa terre, c'est vraiment parce qu'il est motivé », souligne Yasmina Larbi-Youcef, agronome à l'Union des producteurs agricoles (UPA) responsable du programme.

Paul Caplette fait partie de ces « motivés » du projet ALUS Montérégie. Il a construit une quarantaine de nichoirs pour les hirondelles rustiques et bicolores et les canards branchus, en plus d'aménager cette année un étang et un pré d'une surface équivalente à un terrain de football où l'on trouvera un bassin de sédimentation, des arbustes fruitiers et des fleurs. L'ajout de nichoirs remporte d'ailleurs un vif succès auprès des agriculteurs, qui échangent photos et vidéos dès l'arrivée des oiseaux champêtres au printemps. Ils observent avec ravissement le retour du merle bleu et de l'hirondelle bicolore... et la diminution du nombre d'insectes. « J'appelle ça des insecticides vivants à deux ailes! » s'exclame M. Caplette. Il se promet d'aller jusqu'à une centaine de cabanes au moins.

À 11 km de là, à Saint-Aimé, le propriétaire d'une ferme ovine et laitière Martin Berger a aussi remarqué que la gestion des insectes nuisibles est plus facile depuis qu'il prend part au projet. « C'est le *fun* d'attirer des oiseaux, mais le but dans tout ça est aussi de réduire notre dépendance à la biotechnologie », explique l'agriculteur qui a planté pommiers, poiriers, pruniers, mûriers et camérisiers sur ses bandes riveraines afin de rendre la ferme attrayante pour les insectes pollinisateurs et les oiseaux. « En 1980, le maïs Bt [résistant aux insectes nuisibles] n'existait pas parce que les oiseaux faisaient la *job*. À cette époque, on a agrandi nos terres en enlevant des arbres. Mais moins d'arbres veut dire moins d'oiseaux. La pyrale du maïs est alors apparue », analyse-t-il. Le retour à une agriculture plus proche de la nature est synonyme d'économies substantielles à certains égards, selon lui. Il indique qu'une poche de semences de maïs « normales » coûte 150 \$ tandis qu'une poche de Bt se détaille 400 \$. « Si l'on avait tous les oiseaux nécessaires, on pourrait économiser beaucoup en semences », estime-t-il.

LE GRAND PÉRIL DE LA FAUCHEUSE

Les nichoirs et les belles haies ne préviennent pas tous les maux, notamment ceux liés aux espèces qui nichent seulement au sol, comme le goglu des prés, la sturnelle des prés et le bruant des

champs. Elles font face à la dangereuse faucheuse, qui risque de détruire leur nid pendant la coupe du foin. Cette première coupe fourragère survient tôt dans la saison, dès le mois de juin. Si les oisillons survivent au passage des appareils, ils sont ensuite exposés aux prédateurs tels que les corneilles, renards ou mouffettes. La vie dans les champs est donc extrêmement difficile pour les petites bêtes à plumes.

Martin Berger raconte que le goglu, dont le cri lui fait penser à la voix du robot R2-D2 de *La guerre des étoiles*, est réapparu dans ses champs ces dernières années et qu'il a donc décidé de laisser des bandes de foin intactes au printemps. « Je me suis aperçu l'an passé, en fauchant le foin, que les jeunes goglus sortaient du champ et que les mouettes les attrapaient. J'assistais à un génocide en direct et je n'étais pas fier », se rappelle-t-il. D'autres agriculteurs, comme Paul Caplette, tentent de déterminer, avec l'aide d'un biologiste, la localisation des nids sur leurs terres pour éviter de faucher le périmètre.

Le spécialiste Benoît Jobin recommande de repousser la coupe du foin en juillet. « Cela laisse le temps aux oiseaux de se reproduire et d'élever leurs jeunes avant que la machinerie leur roule sur la tête, indique-t-il. Mais quand le foin est coupé plus tard en saison, il est de moins bonne qualité et moins rentable pour les producteurs. » Une aide financière est toutefois offerte aux agriculteurs qui désirent faucher plus tard dans le cadre d'un projet pilote lancé par ALUS Montérégie et Environnement et Changement climatique Canada. Paul Caplette tente l'expérience cet été sur une surface d'un hectare.

D'après des observations de chercheurs en France, le fauchage repoussé est effectivement gagnant. Leur étude, publiée en 2020 dans la revue *Faune sauvage*, s'est penchée sur la distribution de trois espèces d'oiseaux des champs sur une période de 11 ans. Ils ont ainsi noté que les « prairies avec fauche retardée sont de plus en plus attractives au fil du temps ».

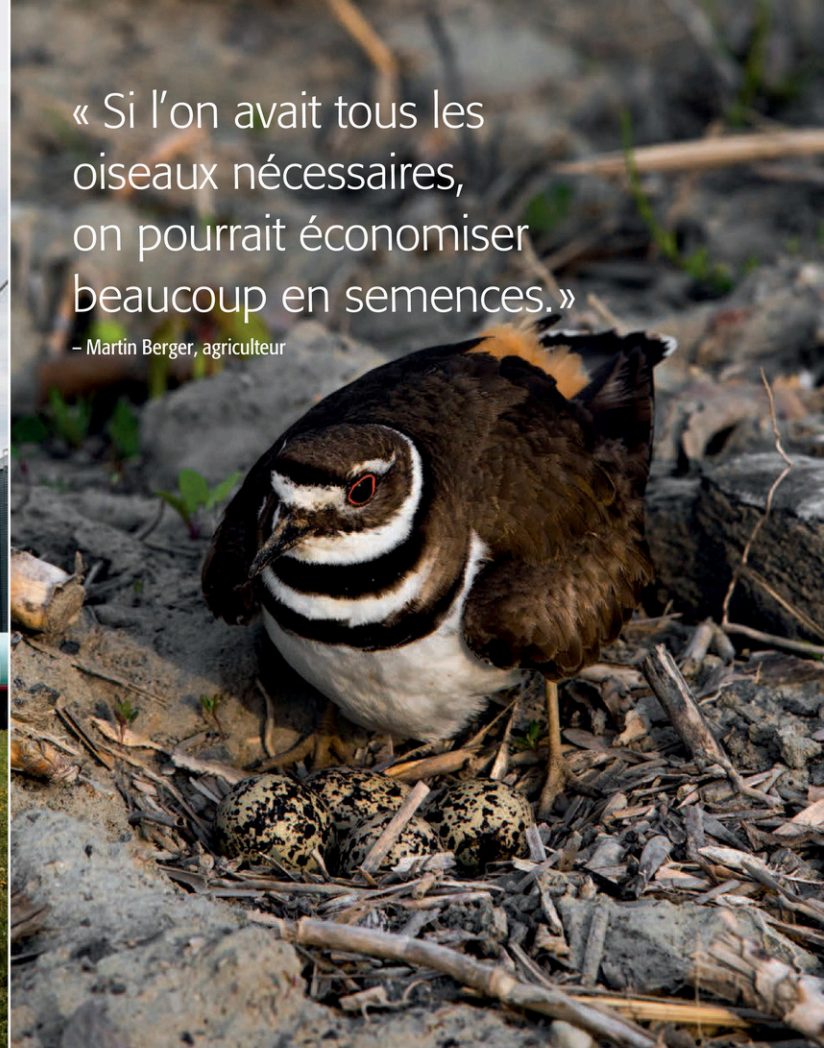
Il serait également possible d'envisager de faucher le champ du centre vers l'extérieur, permettant ainsi aux oisillons de s'abriter ailleurs, selon Normand Fleury, président du Club d'observateurs d'oiseaux de la Haute-Yamaska. « On peut aussi placer une barre d'effarouchement à l'avant de la faucheuse pour leur laisser le temps de



Paul Caplette récolte des céréales comme le blé, le pois fourrager, le soya, le maïs et le lin.

« Si l'on avait tous les oiseaux nécessaires, on pourrait économiser beaucoup en semences. »

– Martin Berger, agriculteur



s'enfuir. » De son côté, le regroupement QuébecOiseaux préconise d'« augmenter la hauteur de fauche à 120 mm particulièrement lors des deux premières coupes de foin [de la saison] afin d'accroître le taux de survie » des oiseaux.

Jusqu'à présent, 83 fermes de la Montérégie participent aux initiatives de biodiversité de l'UPA. Cela semble très peu : on recense pas moins de 6 000 fermes dans la région qui pourraient rejoindre leurs rangs. « C'est un bon début, mais on pourrait doubler ou tripler ce nombre si l'on avait l'aide du gouvernement pour la rétribution. C'est le nerf de la guerre », soutient Yasmina Larbi-Youcef, de l'UPA Montérégie.

Les agriculteurs eux-mêmes ont beaucoup à gagner à adopter des pratiques favorables aux oiseaux, croit la biologiste Barbara Frei. « Ils peuvent récolter une meilleure nourriture et améliorer leur qualité de vie s'ils sont dans un environnement sain. »

De son côté, lorsque l'agriculteur Paul Caplette se promène dans ses champs, armé de sa longue-vue, il a maintenant l'occasion d'admirer et d'entendre de nombreux oiseaux dans ses nichoirs ou dans les arbres situés sur sa bande riveraine. Il a créé un petit monde de biodiversité et s'éloigne toujours plus de l'image d'un pollueur. ●

« Il y a des oiseaux là où il y a des arbres, reconnaît Paul Caplette. On a donc commencé à en planter sur nos bandes riveraines. Ce sont des arbres qui vont me survivre. » Sur cette photo, un noisetier hybride se dresse.



MAÎTRES DU CIEL

Capables de prouesses aériennes et athlétiques, les oiseaux fascinent et inspirent les humains – et les scientifiques en particulier – depuis toujours. Et l'on rivalise d'ingéniosité pour les étudier !



Infatigables flamants roses ?

Essayez de rester en équilibre sur un pied et vous ressentirez rapidement une fatigue dans la jambe active. Les flamants roses n'ont pas ce problème : ils peuvent dormir dans cette position pendant plusieurs heures. Ils peuvent même rester debout quand ils sont... morts. C'est ce qu'ont découvert en 2017 des chercheurs en biomécanique du Georgia Institute of Technology, qui voulaient savoir si cette position improbable requérait ou non un effort musculaire. Deux cadavres de flamants récupérés au zoo d'Atlanta ont suffi à démontrer la chose : ils tenaient debout ! La stabilité de l'oiseau est due à l'alignement de ses articulations et aux os de sa patte, qui dessinent un solide T maintenant l'ensemble en équilibre. Ce qui permet de conclure, indirectement, que l'animal n'alterne pas entre pied gauche et pied droit pour se reposer, mais plutôt qu'il garde une patte hors de l'eau pour éviter de perdre trop de chaleur.



170 km

C'est la distance que peut parcourir le condor des Andes en planant pendant cinq heures environ. Cet énorme vautour – de 8 à 15 kg pour trois mètres d'envergure – ne bat en fait des ailes que durant un pour cent de son temps dans les airs. C'est ce qu'ont estimé en 2020 des chercheurs argentins grâce à des appareils « faits maison » qui ont enregistré leurs mouvements en vol. Pour les gros oiseaux, le coût énergétique du battement d'ailes est considérable, « 30 fois plus élevé que le métabolisme au repos », selon les auteurs. Dès leur plus jeune âge, les lourds condors se laissent donc porter par les courants d'air chaud pour économiser leurs forces.

ATLAS GÉNÉTIQUE

Ce sont 363 espèces d'oiseaux qui ont désormais livré leur génome à la science, dont 267 pour la première fois dans le cadre du projet international B10K (Bird 10 000 Genomes Project). Selon l'étude publiée dans *Nature* fin 2020, 92 % des familles aviaires sont ainsi représentées. De quoi mieux comprendre l'évolution des oiseaux, dont les ancêtres ont émergé il y a 150 millions d'années.





Poumons de compétition

Les oiseaux sont des sources d'inspiration sans fin pour les physiciens et mathématiciens. Que ce soit pour modéliser le mouvement de leurs ailes, pour décoder les comportements de milliers d'individus volant en groupe ou pour comprendre l'aérodynamique des vols en V, les volatiles se prêtent bien au jeu des équations. Dernière modélisation en date, au printemps dernier : le flux d'air dans leurs poumons est beaucoup plus efficace que la nôtre, car l'air inspiré ne croise pas l'air expiré dans les bronches, mais circule plutôt de façon unidirectionnelle. C'est grâce à cet apport constant d'oxygène qu'ils peuvent voler, activité hautement coûteuse sur le plan énergétique. Des chercheurs américains ont donc conçu des systèmes macrofluidiques inspirés des poumons aviaires, reproduisant les « boucles » qui permettent d'éviter le va-et-vient d'air. Ils ont ensuite modélisé le tout pour mieux comprendre la dynamique et concevoir, à terme, des pompes à fluides ou des ventilateurs pour les soins hospitaliers plus efficaces.



Téléréalité

Il aura fallu 2 176 micros, 12 caméras haute vitesse et des capteurs de pression braqués sur six colibris en captivité pour saisir d'où vient le bourdonnement si caractéristique de ces petits oiseaux. Dans une étude publiée en mars 2021, une équipe d'ingénieurs a ainsi dressé une carte acoustique en 3D permettant de décortiquer les changements de pression d'air causés par le battement des ailes, 40 fois par seconde, à l'origine du « hum ».

DORMIR D'UN ŒIL

C'est une question qui a longtemps tarudé les biologistes : comment les oiseaux font-ils pour dormir? En particulier ceux qui, comme la sterne arctique ou la frégate, parcourent des milliers de kilomètres au-dessus des océans sans se poser pendant plusieurs semaines?

La réponse est évidente : ils dorment en vol. Mais encore fallait-il le prouver! Des chercheurs de l'Institut Max-Planck d'ornithologie ont donc muni

une vingtaine de frégates du Pacifique de mini-électroencéphalographes qui allaient détecter les changements d'activité cérébrale au cours des vols pouvant durer jusqu'à 10 jours. Leurs résultats, publiés dans *Nature* en 2016, sont étonnants :

les oiseaux ne dormaient en moyenne que 42 minutes par jour, à coups de microsiestes effectuées en planant, contre 12 heures lorsqu'ils sont sur la terre ferme. Et ils ont la capacité de dormir en se passant de la moitié de leur cerveau, l'autre hémisphère restant éveillé (et l'autre œil ouvert), un phénomène connu sous le terme de « sommeil unihémisphérique », répandu chez les mammifères marins. Mais à la surprise des chercheurs, les frégates peuvent aussi planer avec les deux hémisphères au repos.

En mode pilote automatique, quoi!



LE CIEL VU DE L'ESPACE

Mettre les astronautes à contribution pour photographier les voies empruntées par les oiseaux migrateurs : voilà l'idée derrière le projet Space for Birds, de son nom officiel AMASS (pour Avian Migration Aerial Surface Space), lancé en 2016 par la Fondation Roberta Bondar — la première astronaute canadienne — et soutenu par la NASA et l'Agence spatiale canadienne. Le but : documenter les voies migratoires de sept espèces menacées. « Les images prises de la Station spatiale internationale [SSI] et par satellite sont utilisées aux fins d'éducation du public pour illustrer l'ampleur des aires de migration aviaire, plutôt que pour des analyses quantitatives », détaille Shajini Jeganmohan, coordonnatrice de ce programme « scientifique et artistique » à la Fondation. David Saint-Jacques a grandement contribué à enrichir la collection en 2019, de la SSI. « Voir l'ampleur des migrations de l'espace, imaginer les oiseaux voler sur ces distances incroyables, c'est très inspirant », a-t-il témoigné.



VOYAGE

DANS LE TEMPS À

FLORENCE

Des historiens travaillent à une reproduction numérique inédite de la cité de Florence à la Renaissance dans le but de mieux l'étudier. Tout cela du Canada! **PAR MAXIME BILODEAU**



avant d'être l'auteur du *Prince*, traité de philosophie politique analysé et loué par des générations de penseurs, Nicolas Machiavel a été... un père. Au cours de sa vie mouvementée, entre 1469 et 1527, l'illustre Florentin a eu sept enfants portant tous son nom. Leurs traces, malheureusement, se sont perdues dans les dédales de l'histoire.

Enfin, pas tout à fait. En 1561, sur la via del Campaccio, aujourd'hui située à l'angle des rues Santa Reparata et Ventisette Aprile, un petit immeuble appartenait à un certain Bernardo Machiavelli. Ce dernier n'habitait pas sur place, au cœur du quartier San Lorenzo. Il louait plutôt l'endroit à deux ménages composés de deux personnes chacun, dont un dénommé Francesco di Baccio d'Agnolo, charpentier de son métier. Prix de ce loyer : six *scudi* d'or, la monnaie qui avait cours alors. Bien que la filiation de ce Bernardo avec Nicolas soit sujette à discussion, une chose est certaine : il y avait encore trace des Machiavel à Florence au milieu du 16^e siècle.

Comment sait-on tout cela ? Grâce à DECIMA, acronyme de *digitally encoded census information & mapping archive*. Ce projet de sciences humaines numériques consiste en un plan remarquablement détaillé de la cité des arts sur lequel sont superposées, puis géolocalisées de multiples couches de données de toutes sortes. Celles-ci sont issues des archives fastueuses de la ville,

connues et reconnues par les chercheurs qui s'intéressent à la Renaissance italienne. L'équipe canadienne derrière l'outil en question y travaille depuis plus de 10 ans.

« Nous en sommes à notre quatrième subvention du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada. Je travaille sur DECIMA depuis le début de mon doctorat, au début des années 2010; ce projet est au centre de ma carrière de chercheur », raconte Colin Rose, professeur au Département d'histoire de l'Université Brock, en Ontario. Avec son directeur de thèse et désormais collègue Nicholas Terpstra, de l'Université de Toronto, ce spécialiste de l'histoire sociale contribue ainsi à faire revivre le berceau de la Renaissance, là où la modernité à l'occidentale est née en l'espace de trois siècles éblouissants. Surtout, leurs travaux permettent d'en apprendre davantage sur le quotidien de ses habitants, exceptionnels ou non. « Florence a beau avoir été beaucoup étudiée par le passé, on continue d'en apprendre à son sujet », dit-il.

UN TRAVAIL DE MOINE

Le point de départ de DECIMA est une carte de la capitale de la Toscane : celle fameuse de Stefano Buonsignori, dessinée à la main en 1584. Ce moine bénédictin et cartographe a représenté la ville à partir d'un promontoire. L'œuvre offre une vue aérienne très réaliste de la cité-État, comme si l'artiste avait eu accès à Google Maps plus de 500 ans avant son invention. On y reconnaît la forme carrée caractéristique (du latin *castrum*) des cités romaines au centre de la ville, les bastions aménagés au 16^e siècle, symboles de l'absolutisme de l'État, de même que l'Arno, le fleuve d'argent enjambé par le célèbre Ponte Vecchio. Les pôles administratif du Palazzo Vecchio, culturel de San Lorenzo et religieux du Duomo sont bien visibles.

« Cette carte est l'une des premières représentations réalistes d'une ville à vol d'oiseau depuis l'Antiquité. C'est le canevas sur lequel nous avons transposé les données récoltées dans le cadre de trois recensements réalisés à Florence en 1551, 1561 et 1632 », explique Colin Rose. Ces inventaires, conservés aux Archives d'État de Florence ainsi qu'à la Bibliothèque nationale centrale de Florence, étaient rarissimes à l'époque. On les doit aux gouvernements florentins des 16^e et 17^e siècles, qui ont été parmi les premiers à croire en la nécessité d'amasser des informations diverses et nombreuses sur la population pour mieux l'administrer.

« Dans l'histoire de Florence, ces 81 années correspondent au moment de transition entre la fin de la période républicaine et la reprise de la dynastie des Médicis », précise l'historien.

Si la richesse de ces trois jeux de données est incommensurable, celui de 1561 retient tout particulièrement l'attention. Commandé par Cosme I^{er} de Médicis, futur grand-duc de Toscane, recensement doit permettre de dresser la liste des biens et avoirs des habitants de la ville. Le but : mieux percevoir une taxe d'une valeur de 10 % de la propriété, la *decima*. Outre la situation géographique de chaque ménage de la cité, il est entre autres question du sexe des occupants, de leur métier et du nombre d'enfants par famille. Par comparaison, le recensement de 1551 s'apparente à un simple décompte de la population. Celui de 1632 a pour sa part comme objectif d'évaluer l'ampleur des ravages causés par l'épidémie de peste bubonique qui venait de frapper l'Italie, fauchant environ le quart de la population.

N'allez toutefois pas croire que numériser ces données s'est fait en un claquement de doigts. « L'équipe derrière ce projet a dépouillé des kilomètres d'archives pour les traduire en langage moderne », affirme Denis Ribouillault, professeur au Département d'histoire de l'art et d'études cinématographiques de l'Université de Montréal, qui n'a pas pris part à ces travaux. Un vrai casse-tête : les maisonnettes du recensement de 1561 sont par exemple localisées par rapport à des points arbitraires, à l'aide de termes comme « à proximité de » et « contigües à ». « C'est un travail colossal qui nécessite une armée d'étudiants diplômés », commente M. Ribouillault.

Pour relever ce défi, les chercheurs derrière DECIMA ont fait un léger compromis, sacrifiant un peu de précision au passage. « Nous avons commencé par situer les coins de rue d'antan avant de positionner les ménages par rapport à ces importants points de repère. Cela signifie donc que certains logements sont grossièrement localisés sur la carte de Buonsignori », admet Colin Rose. À cette étape, il ne restait plus qu'à intégrer les données à une plateforme virtuelle grâce à ArcGIS, une suite de logiciels d'information géographique qui ne requiert pas de compétences particulières en programmation, « même si posséder quelques notions de Python ne nuit pas », glisse au passage M. Rose.

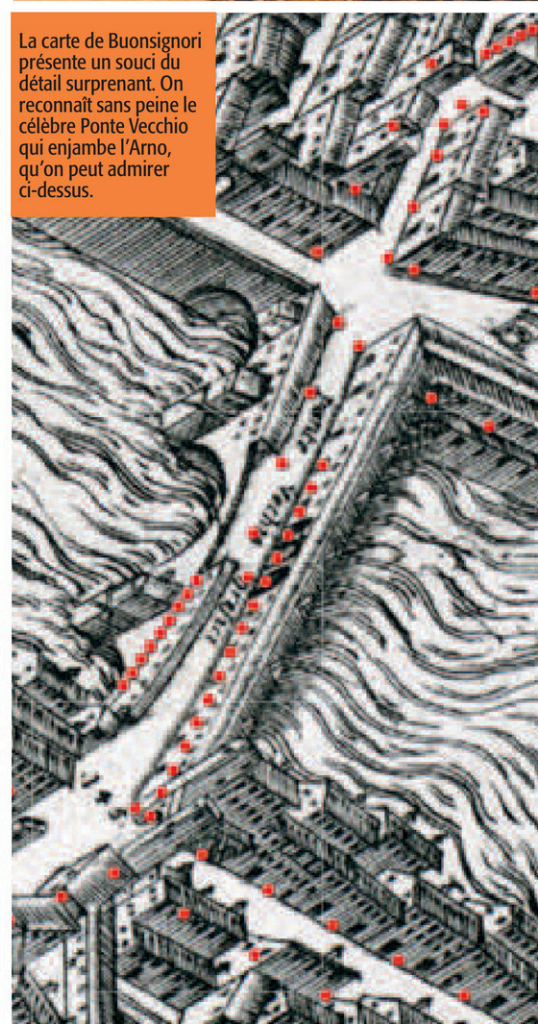




Le point de départ de DECIMA est la fameuse carte de Stefano Buonsignori, qui a représenté Florence à partir d'un promontoire. Les points rouges correspondent à la position des ménages tels qu'ils ont été recensés en 1561.



Les précieux recensements utilisés par les chercheurs sont conservés aux Archives d'État de Florence ainsi qu'à la Bibliothèque nationale centrale de Florence, qu'on voit ici.



La carte de Buonsignori présente un souci du détail surprenant. On reconnaît sans peine le célèbre Ponte Vecchio qui enjambe l'Arno, qu'on peut admirer ci-dessus.



DECIMA se base entre autres sur les données du recensement de 1561 commandé par Cosme I^{er} de Médicis, ici peint par l'artiste florentin Agnolo di Cosimo Tori, dit Bronzino.

TRÉSORS CACHÉS

De telles recherches au croisement de l'informatique et des sciences humaines et sociales ne sont pas complètement nouvelles. Dès les années 1960, des chercheurs américains ont entrepris de numériser le premier *catasto* florentin, un registre foncier établi entre 1427 et 1430 – une équipe de l'Université de Chicago est d'ailleurs en train de géolocaliser cet ensemble documentaire exceptionnel dans le cadre d'un projet intitulé *Florentia Illustrata*. Plus près de nous, à l'Université d'Ottawa, un groupe épluche les registres paroissiaux de Rome afin de retracer les parcours migratoires d'Espagnols et de Portugais venus s'installer dans la Ville éternelle au début du 17^e siècle. Mais DECIMA a une ampleur inégalée. « Ça fait partie des plus grosses initiatives du genre en histoire de la Renaissance à l'échelle internationale », confirme Denis Ribouillault.

Son succès se mesure à la quantité d'hypothèses de recherche formulées au fil des années autant par les chercheurs directement concernés que par de lointains collaborateurs. Le « simple » fait d'organiser spatialement des données permet d'aborder l'histoire sous un angle nouveau. « On voit des phénomènes historiques qui passaient auparavant sous le radar, faute de vision globale. Cela permet de développer des questions inédites sur la mobilité, la densité et l'espace social », fait valoir cet expert de l'histoire de l'art de la Renaissance et du baroque en Europe. Sans parler bien sûr de l'économie en temps et en énergie. Plus besoin de passer au peigne fin des documents poussiéreux ; ils sont désormais accessibles en quelques clics.

Un bon exemple des retombées de DECIMA est *Hidden Florence*, une application qui emprunte aux ressorts de la réalité virtuelle pour guider ses utilisateurs au travers de cinq visites historiques de la cité du Lys. Chaque circuit s'articule autour d'un personnage différent qui incarne une trajectoire de vie de l'époque. On y suit aussi bien Cosme l'Ancien, banquier, homme d'État et fondateur de la dynastie des Médicis, que Marietta, une orpheline devenue tisserande de soie et dont le récit, fictif, permet de mieux comprendre la place des femmes dans la société italienne d'alors. Lancée en 2014, l'application utilisait déjà la carte de Buonsignori. C'est d'ailleurs à la faveur de ce document historique que le créateur de *Hidden Florence*, Fabrizio Nevola, profes-

seur au Département d'histoire de l'art et de culture visuelle de l'Université d'Exeter, au Royaume-Uni, a fait la connaissance de l'équipe de Colin Rose en 2018. Depuis, les lieux visités par *Hidden Florence* sont basés sur des données issues de DECIMA. « Grâce à ce projet, on sait que certains quartiers de Florence étaient essentiellement habités par des gens de telle classe sociale occupant tel métier », illustre le professeur Nevola. Ainsi, l'un des circuits suit la trace d'Ercole, un *birro* (policier) du 16^e siècle, pour explorer les coins sombres de la ville, là où les criminels étaient emprisonnés, interrogés et exécutés, souvent à l'abri des regards.

De quoi s'inspirer en vue d'une visite à Florence, s'y remémorer un passage... ou encore voyager virtuellement en temps de pandémie. « L'application est d'abord conçue pour être utilisée sur place. Il est néanmoins possible d'y recourir dans le confort de son salon, comme le font d'ailleurs plus de la moitié de nos utilisateurs », mentionne-t-il.

Si vous avez un jour la chance d'utiliser l'application à Florence même, vous vous rendrez compte que plusieurs de ses arrêts sont situés à des coins de rue. Mine de rien, ce détail a été matière à réflexion pour Fabrizio Nevola. « Ils en disent long sur une ville et sur ceux qui l'habitent. Ce sont les lieux où l'on trouve des panneaux d'indication, des commerces propices aux rencontres comme des tavernes ou des bâtiments et signes religieux, comme les croix de chemin », énumère-t-il. De fait, le chercheur a consacré un chapitre entier à cette seule question dans son plus récent ouvrage, *Street Life in Renaissance Italy*, paru en 2020.

Grâce à DECIMA, Florence n'a pas fini de livrer ses secrets. Dans les années à venir, on pourrait ainsi en apprendre davantage sur le paysage du crime de la ville à l'époque de la Renaissance. « Nous allons plonger dans trois années d'archives judiciaires du 16^e siècle, puis les intégrer à DECIMA dans l'espoir de faire ressortir des tendances, informe Colin Rose. Les crimes à caractère sexuel pourraient par exemple se concentrer dans certains quartiers, alors que ceux de nature violente ou contre la propriété pourraient être plus fréquents dans tel autre. » On parle tout de même de 2 000 à 3 000 crimes perpétrés durant cette courte période. Autant de pans occultés de l'histoire appelés à revivre sous une nouvelle forme. ●



Vue d'artiste
de 'Oumuamua

PREMIER CONTACT

AVEC UN VISITEUR INTERSIDÉRAL

C'est le premier objet en provenance d'un autre système solaire à être détecté. 'Oumuamua, de son petit nom, est une énigme qui a enflammé la communauté scientifique. Que sait-on de lui au juste ?

PAR CHARLES PRÉMONT

Loin, très loin du système solaire, une petite planète aux allures de Pluton entre en collision avec un astéroïde. L'impact, violent, éjecte dans l'espace des milliers de débris. Certains ont tout juste ce qu'il faut de force pour échapper à l'attraction de leur étoile.

Des millions d'années plus tard, dans le vide intersidéral, un de ces fragments, un iceberg d'azote à la forme aplatie, tourne toujours sur lui-même. Ce faisant, il s'est rapproché du Soleil et est inexorablement attiré vers lui. Le bloc de glace accélère, il fond de plus en plus rapidement, exhalant de grandes quantités de gaz. Il franchit maintenant les distances à toute vitesse, perd des dizaines de kilogrammes de matière alors qu'il fonce vers notre étoile. Il la frôle dangereusement avant d'être de nouveau catapulté vers l'infini du cosmos.

Ce récit est au cœur d'une récente théorie sur un objet d'un autre monde observé dans notre système solaire en 2017 : 1I/2017 U1 'Oumuamua. Ce premier visiteur interstellaire détecté a laissé les scientifiques perplexes, en plus d'enflammer les esprits imaginatifs... et les médias!

L'objet s'éloignait déjà de la Terre et du Soleil quand l'astronome canadien Robert Weryk l'a repéré grâce au télescope Pan-STARRS1 à Hawaï. Le calcul de sa trajectoire a révélé qu'il est issu de l'environnement d'une autre étoile. D'où son nom, 'Oumuamua, un terme hawaïen qu'on peut traduire par « éclaireur » ou « messenger ».

UN MYSTÈRE TENACE

Compte tenu de sa toute petite taille – 400 m de long –, même les télescopes les plus puissants ont rapidement perdu sa trace. « C'est la tragédie de cet objet, dit Nathalie Ouellette, astrophysicienne et coordonnatrice de l'Institut de recherche sur les exoplanètes de l'Université de Montréal. On ne peut plus l'observer et je pense que c'est entre autres pour cette raison que certains avancent des théories un peu farfelues à son sujet. »

Dès le départ, 'Oumuamua apparaît comme inclassable. Les télescopes ne distinguent qu'un petit point lumineux,

dont la brillance diminue d'un facteur de 10 toutes les 7,3 heures. Cela permet aux astrophysiciens de deviner que l'objet tourne sur lui-même et possède une forme étrange et allongée, comme un cigare ou, plus probablement, un disque. Sa trajectoire laisse supposer qu'il s'agit d'une comète, mais les scientifiques ne décèlent pas de queue, cette traînée de poussières et de gaz caractéristique. On penche alors du côté d'un astéroïde, mais son aspect ne correspond en rien à ce que l'on connaît. Une première théorie est avancée : un objet aurait pu être disloqué par le puissant champ gravitationnel d'une étoile massive inconnue, ce qui aurait créé des fragments semblables à 'Oumuamua. « Sauf qu'on s'attendrait à ce qu'ils tombent ensuite vers l'étoile, souligne Nathalie Ouellette. Et il y a aussi le problème de l'accélération... »

Car 'Oumuamua présente plusieurs anomalies. En effet, après son passage près du Soleil, il a accéléré bien plus que ce que l'effet catapulte de la gravité de l'astre permet d'expliquer. Contrairement à une comète, qui bénéficie d'une poussée liée à la volatilisation de sa queue, rappelons que 'Oumuamua n'affichait aucune traînée pouvant justifier une telle accélération.

L'énigme a poussé un éminent scientifique de l'Université Harvard, Abraham « Avi » Loeb, à dire que 'Oumuamua ne devait pas avoir une origine naturelle, mais qu'il aurait plutôt été construit par une civilisation extraterrestre. Pour M. Loeb, seule une voile solaire, alimentée par la radiation de notre étoile, pouvait expliquer cette propulsion.

Il n'en fallait pas plus pour que la nouvelle fasse le tour du monde. Au grand dam de plusieurs membres de la communauté scientifique. « [Avi Loeb] dit que l'objet doit être quelque chose d'extraterrestre parce qu'aucune explication plausible ne marche, a affirmé l'astrophysicien Sean Raymond, chercheur au Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux, sur les ondes de France Culture. C'est là où je ne suis pas d'accord. » Un point de vue partagé par Nathalie Ouellette. « C'est vrai que parfois, en science, la théorie la plus improbable s'avère la bonne, mais il faut le démontrer, cela demande beaucoup de travail avant d'arriver à cette conclusion.

En général, il faut suivre le principe du rasoir d'Ockham : si vous entendez des galops, ce sont vraisemblablement des chevaux, pas des zèbres. » Bref, la façon la plus simple d'expliquer un phénomène est souvent la bonne.

Pour les tenants de la thèse selon laquelle des forces gravitationnelles auraient façonné 'Oumuamua, c'est la gazéification de traces de glace encore présentes sous sa surface, bien qu'indétectables, qui pourrait être responsable de l'accélération.

Deux scientifiques, Darryl Seligman, de l'Université de Chicago, et Gregory Laughlin, de l'Université Yale, ont formulé une autre hypothèse en mars 2020 sur les étranges propriétés de 'Oumuamua. Il s'agirait d'un iceberg d'hydrogène, l'élément le plus abondant de l'Univers, né dans un immense nuage de molécules. Ce type de nuage peut s'étirer sur des années-lumière de distance et contient assez de matière pour créer des dizaines de milliers d'étoiles. La sublimation de la glace d'hydrogène, indécélable par les moyens d'observation actuels, pourrait être à l'origine de l'étonnante accélération.

Avi Loeb et Thiem Hoang, chercheur à l'Institut coréen de science astronomique et spatiale, ont rapidement répliqué par une publication dans la revue *Astrophysical Journal Letters*. Le principal problème de cette hypothèse, selon eux, c'est que l'hydrogène ne se solidifie qu'à des températures très basses : sa vaporisation commence à -267 degrés Celsius, à peine 6 kelvins. Même la lumière d'étoiles distantes peut être suffisante pour faire fondre ce genre de glaçon. Ce qui rend improbable sa survie à un voyage intersidéral.

UNE THÉORIE DÉFINITIVE ?

Ce débat a inspiré deux astrophysiciens de l'Université de l'Arizona, Steven Desch et Alan Jackson. Aimant l'idée d'un iceberg se sublimant sans laisser de trace, mais plutôt en accord avec la critique d'Avi Loeb, les deux scientifiques ont testé l'hypothèse de Darryl Seligman et Gregory Laughlin avec neuf différents types de glace. Et l'une d'elles est sortie du lot : l'azote.

En réunissant leurs chiffres, Steven Desch et Alan Jackson se sont aperçus que l'azote pouvait presque parfaite-

ment expliquer les caractéristiques de 'Oumuamua. Sa sublimation autorisait l'accélération sans empreinte visible. La perte de masse nécessairement subie au long de son voyage et lors de son passage près du Soleil pouvait avoir sculpté sa forme particulière. Mieux encore, l'albédo de la glace d'azote, son « pouvoir réfléchissant », correspond à celui de 'Oumuamua... et aussi à celui de Pluton!

Ce qui nous ramène à notre récit initial : 'Oumuamua pourrait bien être le fragment d'une « exo-Pluton » ayant subi une collision cosmique assez violente pour qu'un de ses morceaux ait été projeté dans l'espace intersidéral. En effet, la surface de cette planète naine est composée en grande partie de glace d'azote. Même chose pour Triton, une lune de Neptune. Autrement dit, « 'Oumuamua nous donne des indices qu'il y a des exo-Pluton dans d'autres systèmes planétaires », indique Alan Jackson. Les astrophysiciens ne sont pas encore en mesure de détecter les toutes petites exoplanètes, mais si un tel iceberg est venu jusqu'à nous, c'est probablement le signe qu'elles sont assez nombreuses.

Évidemment, cette théorie a été critiquée à son tour. Pour Avi Loeb, comme l'azote se forme à partir de quantités suffisantes de carbone dans les étoiles, on aurait dû aussi percevoir cet élément au passage de 'Oumuamua. Steven Desch a riposté dans un article du *New York Times*, mentionnant que les glaces d'azote sur Pluton ne contiennent que 0,1 % de carbone et que la couleur de 'Oumuamua correspond exactement à celle des glaces ploutoniennes.

Darryl Seligman, le partisan de la glace d'hydrogène, est plutôt sceptique quant au grand nombre d'exo-Pluton devant se trouver dans l'espace pour justifier la présence de 'Oumuamua. Alan Jackson le reconnaît : « Pour que notre chiffre ait du sens, il faut en effet supposer que la plupart des systèmes solaires naissent en suivant, grosso modo, les mêmes étapes. Si l'on se trompe là-dessus, on devra retourner à nos calculs. Mais personnellement, ce nombre ne m'apparaît pas si élevé. »

Un point qui ne dérange pas Timothy Hallat, un étudiant de maîtrise en astrophysique de l'Université McGill. « Je ne crois pas que la quantité avancée par Alan



« On ne peut plus l'observer [l'Oumuamua] et je pense que c'est entre autres pour cette raison que certains avancent des théories un peu farfelues à son sujet. »

– Nathalie Ouellette, astrophysicienne et coordonnatrice de l'Institut de recherche sur les exoplanètes de l'Université de Montréal



Jackson et Steven Desch soit un problème, dit-il. Dans les faits, ils n'ont pas besoin qu'il y ait tant d'exo-Pluton pour que leur calcul fonctionne. »

À défaut de connaître sa composition, peut-on au moins savoir d'où vient 'Oumuamua? Malheureusement, cette question ne sera probablement jamais élucidée. La galaxie est trop complexe, trop encombrée de débris cosmiques pour qu'on puisse affirmer avec certitude d'où nous arrive exactement ce messenger.

Toutefois, la vitesse de 'Oumuamua lors de son entrée dans le système solaire fournit quelques indices. Elle est perçue comme faible par les astrophysiciens, ce qui laisse croire que l'objet provient d'un système relativement jeune. On pense que, généralement, les objets éjectés d'un système solaire auront une vitesse proche de ce dernier et l'on sait aujourd'hui que les étoiles jeunes sont plus lentes que les vieilles. Cette observation se greffe particulièrement bien au fait que 'Oumuamua pourrait être un iceberg : cette juvénilité augmente les chances qu'il ait pu survivre dans l'espace assez longtemps pour se rendre jusqu'à nous. À condition que son système d'origine soit assez proche du nôtre.

Partant de cela, Timothy Hallat et le professeur de l'Université Western Ontario Paul Wiegert ont remonté le temps. Leur idée était de simuler à rebours la trajectoire de 'Oumuamua et celles des étoiles de notre galaxie. Le tout a été publié dans *The Astronomical Journal* au printemps 2020.

Leur simulation les a amenés à s'intéresser aux trajectoires des groupes mouvants Carina et Columba. Un groupe mouvant, c'est un ensemble d'étoiles ayant un mouvement spatial et un âge similaires qui laissent croire à une origine commune. Il y a environ 35 millions d'années, les groupes Carina et Columba possédaient plusieurs caractéristiques permettant de croire qu'un ou l'autre pourrait être à l'origine du visiteur. « Ces étoiles sont nées au bon moment, elles ont la bonne vitesse et 'Oumuamua était dans ces environs à ce moment-là, fait remarquer Timothy Hallat. C'est la meilleure piste que nous ayons. »

D'AUTRES OBJETS VENUS D'AILLEURS

Il est probable que le mystère de 'Oumuamua ne sera jamais résolu. Mais consolons-nous : s'il est le premier objet intersidéral que nous ayons détecté, il n'est certainement pas le dernier. En

2019, un astronome amateur russe, Genadiy Borisov, a repéré 2I/Borisov, une comète provenant aussi de l'extérieur de notre système solaire. De telles observations ouvrent un immense champ de possibilités pour les chercheurs. En effet, elles permettent de récolter des indices sur d'autres systèmes planétaires sans avoir à aller les visiter, ce qui, avec les technologies actuelles, frôle l'impossible.

« Les gens ont du mal à comprendre à quel point les autres étoiles sont éloignées, souligne Nathalie Ouellette. Le fait que 'Oumuamua ait voyagé pendant des trillions de kilomètres pour entrer dans notre "bulle", c'est fascinant. J'espère qu'on en trouvera de plus en plus. »

La mise en service prochaine, à la fin de 2022, de l'observatoire Vera C. Rubin, un télescope de haute technologie en construction au Chili, pourrait permettre aux chercheurs de repérer au moins un objet intersidéral par an, voire plus. Cela devrait accélérer notre compréhension de leur constitution et de celle des systèmes planétaires d'où ils proviennent. Et augmenter nos chances de déceler les vaisseaux spatiaux de civilisations extraterrestres si elles décident de nous rendre visite! ●

L'observatoire Vera C. Rubin, au Chili





PRÉSENTE

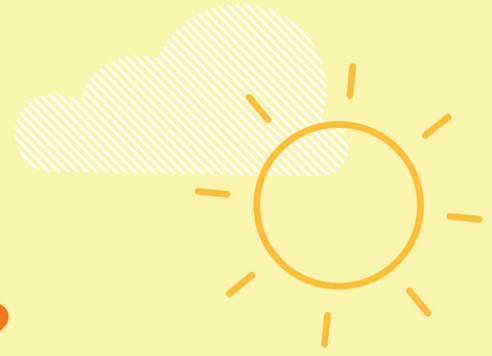


FESTIVAL
GO VÉLO MTL

EN COLLABORATION AVEC



*Prêts pour la
plus belle fête
en mouvement?*



DÉFI MÉTROPOLITAIN sam. 31 juillet

TOUR LA NUIT ven. 27 août

TOUR DE L'ÎLE DE MONTRÉAL dim. 29 août

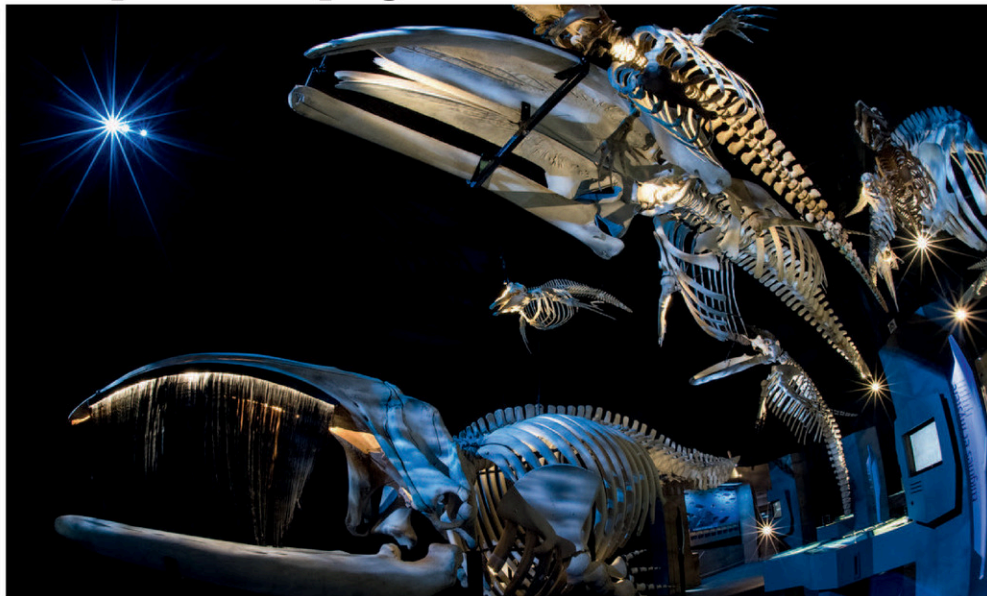
GO! INSCRIVEZ-VOUS
VELO.QC.CA





Escapade au pays des baleines

VISITER



Le Centre d'interprétation des mammifères marins (CIMM), à Tadoussac, a ce don pour créer des moments magiques. L'été dernier, l'attente pour voir l'exposition rafraîchie du musée a valu le coup. Il faut bien sûr admettre que c'est un net avantage d'être sis au pied du fjord du Saguenay. Il n'y a qu'à lever les yeux pour espérer voir passer un béluga!

Avant même de déboursier le prix du billet, nous en avons déjà pour notre argent. À l'entrée, il nous a suffi d'une simple remarque sur les coquettes maisons joutant le CIMM pour obtenir moult détails sur ces chalets ancestraux ayant appartenu aux Anglais et qui sont toujours propriété de la communauté anglophone, ainsi que sur la traite des fourrures qui a eu cours dans la ville, comme en témoigne le poste de traite Chauvin, à quelques mètres de là. Les curieux ont tout intérêt à poser leurs questions aux naturalistes sur place. Généreux, ils se font toujours un plaisir de bonifier les écriteaux d'éclairantes réponses qui nourriront le séjour dans la région.

Une fois à l'intérieur, les habitués retrouveront rapidement leurs repères; si l'exposition interactive demeure essentiellement la même, trois squelettes sont venus enrichir la collection en 2020. En plus des ossements d'un rorqual commun et d'une baleine à bosse, ceux d'une baleine noire

de l'Atlantique, nommée Piper et connue des chercheurs, se déploient dans toute leur immensité. Félix, un subfossile de béluga âgé de 10 700 ans trouvé à Saint-Félix-de-Valois, est quant à lui le « nouveau venu » de 2021. « Ce beau squelette nous rappelle que la majorité du Québec a déjà été sous l'eau et que les baleines nageaient au-dessus de Montréal », mentionne Marie-Ève Mueller, responsable des communications du Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM), qui a fondé le CIMM.

Le clou de la visite est sûrement le ballet des baleines. Dans la salle plongée dans la pénombre, les vacanciers ont droit à un moment privilégié, celui de se laisser bercer par la puissance et la douceur du chant des espèces de cétacés pendant que les squelettes sont tour à tour illuminés.

Plusieurs activités et surprises sont également au menu estival. De retour du large, les chercheurs du GREMM font tous les jours un tour dans la salle d'exposition pour partager leurs trouvailles. Et selon les conditions météorologiques, le musée propose un petit cours gratuit de chants de baleine dans le jardin de la Grève. Voilà d'autres pépites qui donnent envie de graviter près de la pointe!

Centre d'interprétation des mammifères marins,
gremm.org/cimm-horaire-et-tarifcation

VISITER

La crise écologique, source d'inspiration

Le Musée des beaux-arts de Montréal propose *Écologies : ode à notre planète*, une exposition collective réunissant près de 90 œuvres d'artistes soucieux de l'environnement (Adam Stimson, Jessica Houston, Olafur Eliasson, Edward Burtynsky, Lawrence Paul Yuxweluptun). L'art sert ici à attiser la réflexion sur la crise écologique au fil de créations sur la force destructrice des humains. L'exposition n'oublie surtout pas de susciter l'émerveillement à travers des œuvres célébrant la beauté et la résilience de la nature. La visite culmine avec *Le requiem pour un glacier*, de Paul Walde (2013), une performance musicale regroupant 50 musiciens sur un glacier de Colombie-Britannique menacé par un projet de villégiature. Cette œuvre révèle le pouvoir que nous avons, ensemble, de renverser la vapeur : la construction controversée a été annulée et un accord pour créer une aire protégée a été signé.

Écologies : ode à notre planète,
 jusqu'au 27 février 2022, au Musée des beaux-arts de Montréal, mbam.qc.ca



Kim Dorland (né en 1974), *Nature Painting II*, 2008, huile et acrylique sur contreplaqué, 182,2 × 243 × 4,8 cm. MBAM, don de Pierre et Anne Marie Trahan, collection Majudia

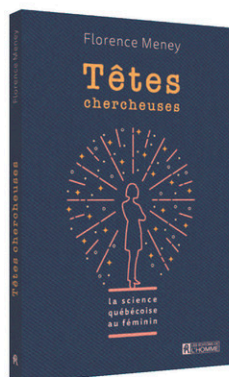


Shuvinaï Ashoona (née en 1961), *Composition (Monstre mangeant le Monde)*, 2018, crayon de couleur, crayon feutre, 38,3 x 58,8 cm. MBAM, achat, legs Mary Eccles



Robert Longo (né en 1953), *Joe Test/ Russian*, 2004, fusain, 100,4 x 125,4 cm. MBAM, achat, fonds de la Campagne du Musée 1988-1993. © Robert Longo/ SOCAN (2021)

LIRE



Des pionnières qui ouvrent la voie

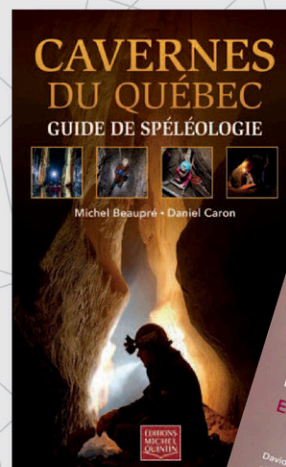
Véritable source d'inspiration, *Têtes chercheuses* offre de riches rencontres avec une vingtaine de scientifiques québécoises de renom, telles que l'astrophysicienne Victoria Kaspi, la spécialiste de la neuropsychologie de l'enfant Maryse Lassonde et la très multitâche microbiologiste-infectiologue Caroline Quach-Thanh. Ces courts portraits illustrent la voie qu'ont ouverte ces pionnières et ces femmes d'influence issues de milieux très variés. Elles se livrent généreusement sur leur éveil à la science, les défis de leurs parcours (parfois assez atypiques!) et leurs idées novatrices avec une passion résolument contagieuse.

Têtes chercheuses : la science québécoise au féminin, par Florence Meney, Éditions de l'Homme, 216 p.

Porter fièrement le rouge

N'est-ce pas une fabuleuse époque pour vivre ses premières menstruations? Non seulement les publicités de serviettes hygiéniques utilisent enfin un liquide rouge plutôt que l'infâme jus bleu pour vanter l'absorptivité de leur produit, mais par-dessus tout, les adolescentes ont enfin un livre qui les invite à être fières de ce phénomène naturel. *C'est beau, le rouge* déboulonne les mythes et brise les tabous, répond aux questions des jeunes filles avec franchise, sans prendre de gants blancs. On a là un documentaire illustré unique : découlant du projet de thèse de l'auteure, il donne l'impression de lire le journal intime d'une grande sœur bienveillante qui partage son expérience et ses conseils avec ouverture d'esprit et philosophie.

C'est beau, le rouge, par Lucia Zamolo, *La courte échelle*, 96 p.



Suivez les guides!

1. La vie souterraine vous intéresse? Il vous faut mettre la main sur *Cavernes du Québec*, un guide de spéléologie étoffé où abondent photos et illustrations, qui braque sa frontale sur les grottes, les cavernes et autres tréfonds d'intérêt de la province. Sa première partie prodigue de judicieux conseils pour ceux qui souhaitent voir de leurs propres yeux ces beautés cachées. De précieuses informations sur la géologie, la formation de ces milieux remplis de mystères ainsi que la faune y habitant complètent ce guide rempli de surprises.

Cavernes du Québec : guide de spéléologie, par Michel Beupré et Daniel Caron, Éditions Michel Quintin, 368 p.

2. Avec ses photos et illustrations détaillées des oiseaux en plein vol et ses informations riches et concises pour faciliter leur identification, le nouveau *Guide de poche : oiseaux du Québec et du Canada* est un incontournable pour tout ornithologue amateur. Il réussit à répertorier 435 espèces dans un format compact très pratique et son utilisation instinctive le rend accessible à tous.

Guide de poche : oiseaux du Québec et du Canada, par David M. Bird et Samuel Denault, Modus Vivendi, 296 p.

La meilleure vue sur l'eau...

C'EST PAR ICI



**BAS-SAINT-LAURENT
ET GASPÉSIE**



**CHARLEVOIX
ET SAGUENAY-
LAC-SAINT-JEAN**



ISLE-AUX-COUDRES

NOUVEAU

Cet été, découvrez nos plus beaux itinéraires au fil de l'eau. Profitez également d'un rabais de 25 % grâce au programme Explore Québec. Forfaits offerts en formule avec guide ou En liberté.



Vélo Québec
VOYAGES

Titulaire d'un permis du Québec

Planifiez vos vacances à vélo!

veloquebecvoyages.com

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

Photo: François Poirier



La valeur de l'or bleu

Lavez-vous les mains! Voilà plus d'un an qu'on nous répète la consigne *ad nauseam* : mais cette mesure d'hygiène est un bien faible prix à payer pour éloigner le virus, si bien que je n'ai jamais porté une grande attention à l'eau consommée pour me prévaloir de ce privilège. Privilège dont trois milliards de personnes dans le monde ne peuvent jouir, puisqu'elles ne disposent d'au-

cune installation sanitaire. Pourtant, l'accès à une source d'eau potable a été reconnu comme un droit fondamental en 2010 par l'Organisation des Nations unies (ONU).

Voilà matière à réflexion quant à l'importance de l'eau, cette ressource vitale trop souvent banalisée dans les pays riches. Les décisions politiques et les investissements économiques en tiennent rarement compte. Or, l'économie entière en dépend. Trois emplois sur quatre sur la planète sont liés d'une façon ou d'une autre à l'eau. D'où cette question récurrente : peut-on attribuer une valeur à l'eau?

Je vous le donne en mille : « Contrairement à la plupart des autres ressources naturelles, il est extrêmement difficile de déterminer la véritable valeur de l'eau. » C'est du moins ce qu'a conclu le rapport mondial de l'ONU sur la mise en valeur des ressources en eau, rédigé sous la direction du Québécois Richard Connor et publié en mars 2021.

Ce flou n'est pas une surprise. Déjà en 2017, un groupe de chercheurs publiait un article dans la revue *Science* soulignant la difficulté de mesurer la valeur de l'eau compte tenu de ses attributs physiques, politiques et économiques. D'abord, comment bien en estimer les volumes, le flux et la qualité? Comment évaluer les avantages socioculturels, environnementaux et économiques qui y sont associés? Comment gérer correctement la ressource en l'intégrant aux processus décisionnels grâce à des structures de gouvernance transparentes?

Personne ne s'étonnera qu'il y ait autant de réponses que de méthodes pour établir la valeur de l'eau. C'est d'ailleurs ce qui rend ce dossier si complexe, m'expliquait Richard Connor, signalant au passage qu'il n'existe aucune relation claire entre le prix de l'eau, son coût et sa valeur.

Dans son rapport, il a donc tâché de faire un survol des approches de valorisation de l'eau, qui varient selon les usages, les coutumes, les idéologies, les politiques, etc. L'agriculteur qui a besoin d'irriguer ses champs, le consommateur qui éclaire et chauffe sa maison grâce à l'hydroélectricité, les régions qui vivent de la pêche, le croyant

qui doit faire ses ablutions : voilà seulement quelques exemples du rôle de l'eau dans nos vies.

À l'échelle des pays, les enjeux se complexifient. En Afrique subsaharienne, la valeur de l'eau est basée sur le consentement à payer pour cette ressource. En Europe, malgré une grande coopération transfrontalière, il demeure difficile de s'entendre sur l'importance de l'eau, puisqu'elle est liée à des besoins et à des réalités économiques qui diffèrent selon les pays.

Le rapport montre donc que tout exercice de valorisation de l'eau doit répondre à la question suivante : fixer la valeur de l'eau, certes, mais pour qui?

La question est d'autant plus pertinente pour le Canada, qui possède environ 20% des réserves mondiales d'eau douce. Pourtant, le pays est loin de baigner dans des ressources inépuisables et sûres, affirme Christina Cook, experte en gouvernance des ressources en eau et chercheuse à Innovation, Sciences et Développement économique Canada. Plusieurs régions sont semi-arides et aux prises avec des défis récurrents de pénurie ou de piètre qualité de l'eau (fait criant pour plusieurs communautés des Premières Nations).

Au Québec, le rapport quinquennal 2020 sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques dévoile un tableau en demi-teintes de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent. Le milieu agricole est particulièrement montré du doigt. Ainsi, certains cours d'eau à proximité des champs présentent des concentrations de pesticides qui excèdent les seuils de protection pour la vie aquatique.

Voilà qui me ramène à la question de la gouvernance de l'eau, pierre d'assise de sa saine gestion et de sa valorisation. À l'échelle canadienne, il s'agit d'un défi de taille, puisque les ressources hydriques sont transfrontalières. Cela exige forcément une bonne coordination entre les différents acteurs et les paliers gouvernementaux... ce qui n'est pas tout à fait le cas en ce moment. C'est notamment pour remédier à cette situation qu'a été proposée la création d'une agence canadienne de l'eau. Au cours des consultations menées au printemps dernier, plusieurs questions ont été soulevées. Bien entendu, on se demande quelle approche de gouvernance devrait être favorisée, mais aussi comment soutenir une collaboration efficace entre provinces, municipalités, communautés autochtones, scientifiques et autres parties prenantes. Les réponses sont attendues avec impatience.

En effet, le temps presse : face aux défis grandissants que représentent les changements climatiques ou les crises mondiales – telle une pandémie –, il est certain qu'on ne peut plus se permettre de tenir l'eau pour acquise... même pour un simple lavage de mains! ●

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

RÉTROVISEUR

L'HISTOIRE DES SCIENCES VUE PAR SATURNOME



Même vacciné, on doit se protéger.

Continuons d'appliquer les mesures sanitaires pour nous protéger
et protéger les autres.



Respectons les règles,
tout le temps, sans exception.



[Québec.ca/coronavirus](https://quebec.ca/coronavirus)



NAISSANCE DE LA PLANÈTE TERRE



PLANÉTARIUM RIO TINTO ALCAN

RÉSERVEZ EN LIGNE



espacepourlavie.ca

Montréal 



espace
pour la
vie montréal