

DOSSIER ESPACE: TOUT SUR LES PROCHAINES MISSIONS

QUÉBEC SCIENCE

SEPTEMBRE 2018



EN ROUTE VERS LES ÉTOILES

L'astronaute
David Saint-Jacques

+
AUX RACINES
DU RACISME

• • •
LE CAP: UNE VILLE
SANS EAU

• • •
L'HUMAIN EST-IL
FAIT POUR COURIR?

SEPTEMBRE 2018

PP 065387



0 9
\$9.95

7 8313 04797 4
MESSAGERIES DYNAMIQUES 10682



« UNE MANIFESTATION
ÉLECTRISANTE HORS DU COMMUN »

AURŌRAE

PRÉSENTÉ EN
PROGRAMME DOUBLE AVEC
CONTINUUM

UNE CRÉATION DE MICHEL LEMIEUX ET VICTOR PILON

PLANÉTARIUM RIO TINTO ALCAN

À L’AFFICHE



espacepourlavie.ca

Montréal 



espace
pour la
vie montréal

SOMMAIRE



18

Que mangera David Saint-Jacques dans l'espace? Beaucoup de saumon (pâté, fumé, darne), des biscuits à l'érable et du sirop d'érable!

DOSSIER EXPLORATION SPATIALE

L'espace en fait rêver plus d'un, à commencer par l'astronaute David Saint-Jacques qui, en décembre 2018, quittera la Terre pour rejoindre la Station spatiale internationale (SSI). Dans ce dossier, nous nous intéressons aussi à la reconquête de la Lune, aux prochaines missions qui visiteront entre autres Mars et Mercure, à la recherche menée à bord de la SSI et à la privatisation de l'espace. Préparez-vous au décollage!

COUVERTURE : RODOLPHE BEAULIEU

REPORTAGES

38 Le Cap à sec

Depuis quelques mois, le spectre d'un apocalyptique « Jour zéro » plane sur Le Cap, ce jour où les réserves d'eau potable seront à sec.

42 Le corps, une machine conçue pour la course

Des adaptations physiologiques apparues il y a plus de 2 millions d'années démontrent que l'humain a évolué pour courir.

CHERCHEUR EN VEDETTE

46 L'État doit-il défendre la nature?

Stéphanie Roy consacre sa thèse de doctorat à un remodelage du rôle de l'État en matière de protection de l'environnement.



12



38



42



30

SUR LE VIF

6 IMPRIMER DES BRAS ET DES ARTÈRES

Les imprimantes 3D promettent de repousser les limites de la médecine.

8 UNE CARTE MONDIALE DE LA VÉGÉTATION MARINE

Pour la première fois, des chercheurs définissent les différents biomes marins.

10 DES TRACES DE L'EMPIRE ROMAIN AU GROENLAND

Des historiens ont fait appel à des glaciologues pour décrypter l'activité économique de la Rome antique.

11 DES PROBIOTIQUES DANS LE NEZ

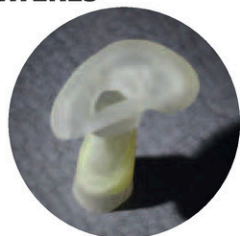
Et si on pouvait guérir la sinusite chronique avec ces « bonnes » bactéries?

14 TOUS DE LA MÊME ESPÈCE

Une exposition originale jette un regard scientifique sur le racisme et les préjugés.

35 DU LABO À LA MER

Pour mieux exploiter les produits de la mer, des entreprises et des chercheurs travaillent main dans la main.



4 **Éditorial** Par Marie Lambert-Chan | 5 **Mots croisés** | 9 **Polémique** Par Jean-François Cliche

11 **Technopop** Par Catherine Mathys | 12 **Je doute donc je suis** Par Normand Baillargeon

48 **Culture** Par Émilie Folie-Boivin | 50 **Rétroviseur** Par Saturnome



MARIE LAMBERT-CHAN [@MLambertChan](#)

Éditorial

La liste de mes envies

Je rêve d'un parti politique qui me parle de science avec ferveur et conviction.

Au cours des prochaines semaines, la campagne électorale battra son plein. Il y a fort à parier que les candidats farciront les oreilles des électeurs avec des sujets qu'ils estiment porteurs : l'économie, l'immigration, les enjeux identitaires, la santé. Nul besoin d'une boule de cristal pour prédire que ces questions, bien qu'elles soient importantes, ne feront pas le poids (médiatique) face aux coups bas et aux déclarations à saveur populiste. On noiera dans tout ce bruit des sujets primordiaux pour notre avenir, tels que l'éducation, l'environnement, le climat et – vous me voyez venir – la science. Celle-ci devrait pourtant être une priorité pour nos politiciens, puisqu'elle sous-tend toutes les facettes de notre vie quotidienne.

Voilà pourquoi je rêve d'un parti politique qui osera faire de la science la pierre angulaire de son programme. Et voici une courte liste d'engagements que j'aimerais y voir.

FINANCER ADÉQUATEMENT LA RECHERCHE FONDAMENTALE

Bien que le Québec fasse beaucoup mieux que la plupart des provinces canadiennes en matière de dépenses publiques pour la recherche et le développement, les sommes investies se sont néanmoins érodées depuis le début des années 2000, indiquent des données récentes du Conference Board of Canada. C'est une bien mauvaise nouvelle, car, pendant ce temps, des puissances scientifiques émergentes renflouent les coffres de leurs laboratoires, notamment pour accélérer la recherche fondamentale, perçue comme une source d'innovations qui se traduiront en gains économiques. C'est le cas de la Chine, de l'Inde et de la Corée du Sud. Même le président russe Vladimir Poutine a promis que la science redeviendrait une priorité pour son gouvernement. Afin de demeurer compétitif dans l'économie du savoir, investir en recherche est une nécessité absolue.

SOUTENIR LA CULTURE SCIENTIFIQUE

On ne le répétera jamais assez : une solide culture scientifique fait de nous des citoyens plus éclairés.

En effet, mieux comprendre les tenants et les aboutissants des questions de science et de technologie nous permet de prendre de meilleures décisions individuelles et collectives. Bref, notre démocratie s'en sort grandie. Mais, pour cela, encore faut-il soutenir décentement les organismes de culture scientifique dont les moyens demeurent très limités. En 2014, la journaliste Valérie Borde avait eu cette idée à la fois simple et efficace pour remédier à la situation : créer un Fonds pour la culture scientifique, financé par les Québécois (à raison de 50 ¢ en moyenne par année, selon le revenu de chacun) et par les entreprises de plus de 100 employés. On remet cette idée sur la table ?

ÉLABORER DES POLITIQUES PUBLIQUES FONDÉES SUR DES DONNÉES PROBANTES

Nombre de décisions gouvernementales sont malheureusement influencées par la partisanerie et les efforts des lobbyistes, ou encore laminées par une compréhension lacunaire des enjeux scientifiques. Or, il existe quantité de données qui permettraient aux élus de pondre des politiques publiques plus rigoureuses et, au final, de ne pas gouverner dans l'ignorance.

MAINTENIR LE POSTE DE SCIENTIFIQUE EN CHEF

Dans le monde, on ne compte qu'une dizaine de scientifiques en chef. Le Québec a la chance d'en avoir un. Leur rôle n'a rien de décoratif ; ils sont en quelque sorte les chiens de garde de l'avancement des connaissances. Mais certains décideurs, motivés par des idéologies conservatrices, ne le voient pas toujours ainsi. En 2008, le gouvernement Harper a aboli ce poste au niveau fédéral. Plus récemment, le nouveau premier ministre de l'Ontario, Doug Ford, a congédié sans plus de cérémonie la scientifique en chef de la province, sans confirmer officiellement son remplacement. Comme quoi on ne peut jamais considérer ce poste pour acquis.

Et vous, chers lecteurs, qu'en pensez-vous ? Aimerez-vous que nos politiciens accordent davantage d'importance à la science ?

Mots croisés

SEPTEMBRE 2018
VOLUME 57, NUMÉRO 2

Rédactrice en chef
Marie Lambert-Chan

Reporters

Marine Corniou, Mélissa Guillemette

Reporter web et médias sociaux

Annie Labrecque

Collaborateurs

Normand Baillargeon, Maxime Bilodeau, Jean-François Cliche, Émilie Folle-Boivin, Martine Letarte, Catherine Mathys, Carine Monat, Martin PM, Alexis Riopel, Guillaume Roy, Saturnome et Sylvie St-Jacques

Correcteur-réviseur Luc Asselin

Directeur artistique François Émond

Photographes/illustrateurs

Rodolphe Beaulieu, Louise Bilodeau, Jean-François Hamelin, Nicole-Aline Legault, Valérian Mazataud, Dushan Milić, Joel Redman, Vigg

Éditrice Suzanne Lareau

Coordonnatrice des opérations

Michèle Daoust

Comptabilité Mimi Bensaïd

Chargée de projets, communications marketing

Lynda Moras

Attachée de presse

Stéphanie Couillard

Vice-présidente marketing et service à la clientèle

Josée Monette

Publicité

Claudine Mailloux 450 929-1921
514 909-4601 cmailloux@velo.qc.ca
Chantal Verdon 418 559-2162
514 521-8356 poste 402
cverdon@velo.qc.ca

Impression Transcontinental Interweb

Distribution Messageries Dynamiques

Parution: 23 août 2018 (548^e numéro)

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
no 40065387.

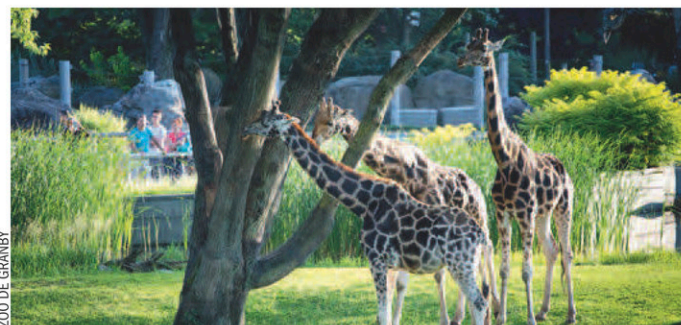
© Copyright 2018 - La Revue Québec Science. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Indexé dans **repère**

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de l'Économie, de la Science 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.



ZOO DE GRANBY

POUR OU CONTRE LES ZOOS?

«Merci beaucoup pour cet article! Je suis depuis longtemps dubitative sur la question des zoos; je pensais toutefois que leur gestion était beaucoup mieux encadrée. Séparer les bébés de leurs parents, c'est barbare.»

— Valérie Janssen

UN MYSTÈRE QUI DÉÇOIT

«En voyant l'article sur les ovnis, je me suis dit: "Enfin quelqu'un pour m'expliquer ce phénomène et – quelle aubaine – sur une toute petite demi-page." [...] Mais, en lisant cet article, j'ai eu le sentiment de perdre mon temps. [...] En tant qu'abonné, je suis déçu de ce genre d'articles de remplissage, gribouillés et bâclés.»

— Raymond Brunelle

DES INSECTES FEUILLES CAPTIVANTS

«Je lis votre magazine d'un bout à l'autre lors de chaque parution. Parfois, certains sujets m'intéressent moins que d'autres, ce qui est bien normal. Ce que j'adore, c'est lorsqu'un sujet qui m'indif-

fère devient tout à coup fascinant grâce à la plume de l'un de vos journalistes. Ce fut le cas avec l'article de Mélissa Guillemette sur les *phylliidae*. Chapeau pour avoir si bien raconté la quête des passionnés d'insectes feuilles!»

— Philémon Laporte

L'ART D'AUTHENTIFIER

«Avec les résultats obtenus par l'algorithme de M. Toews (53% Pollock, 47% Riopelle), M. Bertrand n'est guère plus avancé. En revanche, comme lectrice, j'en ai appris beaucoup sur les processus modernes – et complexes! – d'authentification des tableaux. Merci!»

— Jocelyne Durand

AU REVOIR, LUC!

Vous ne le connaissez peut-être pas, mais vous le lisez dans chaque numéro de Québec Science depuis 18 ans. Il s'agit de Luc Asselin, notre fidèle réviseur-correcteur qui peaufine patiemment tous les textes que nous publions. C'est lui qui corrige nos inexactitudes lexicales et nos fautes d'orthographe, traque nos erreurs grammaticales et nos anglicismes, élimine nos répétitions, signale nos contradictions, etc. Il le fait toujours avec élégance, humour et délicatesse. Ce numéro est toutefois son dernier puisqu'il nous quitte pour une retraite bien méritée.

Luc, merci pour ce travail inestimable. Grâce à ton œil de lynx, nos reportages sont devenus plus précis, plus cohérents, plus harmonieux. Tu nous manqueras. D'ailleurs, l'envie est grande de l'écrire en majuscules, mais nous savons pertinemment que tu corrigerais cette faute de goût illico...

NOTRE SITE WEB FAIT PEAU NEUVE

Depuis quelques semaines, vous pouvez découvrir la dernière métamorphose de notre site web. Design épuré, moteur de recherche plus efficace, navigation fluide, vitesse de chargement améliorée: tout a été pensé pour faciliter votre expérience de lecture sur vos différents écrans (ordinateur, tablette et téléphone). La zone abonnement a été revue et corrigée pour réunir en un seul endroit l'accès à nos multiples plateformes: magazine (papier et numérique), infolettre, balados et réseaux sociaux. Ce site est le fruit d'une longue réflexion entre l'agence Web PARDesign, la maison de communications Casacom et notre équipe. Il a pu voir le jour grâce à l'appui financier de Patrimoine canadien. Nous en sommes particulièrement fiers et nous espérons que vous apprécierez ce renouvellement. Évidemment, notre site demeure perfectible et nous comptons sur votre rétroaction pour nous aider dans cette tâche.

Écrivez-nous
courrier@quebecscience.qc.ca
1251, Rachel Est, Montréal
(Qc) H2J 2J9

Suivez-nous
www.quebecscience.qc.ca



Abonnez-vous
www.quebecscience.qc.ca/
abonnez-vous

514-521-8356 poste 504
1-800-567-8356 poste 504
Un changement d'adresse:
changementtqs@velo.qc.ca

IMPRIMER DES BRAS ET DES

Les imprimantes 3D gagnent du terrain dans tous les secteurs industriels, depuis l'aérospatiale jusqu'aux nanotechnologies. Et elles promettent aujourd'hui de repousser les limites de la médecine.


Par Marine Corniou

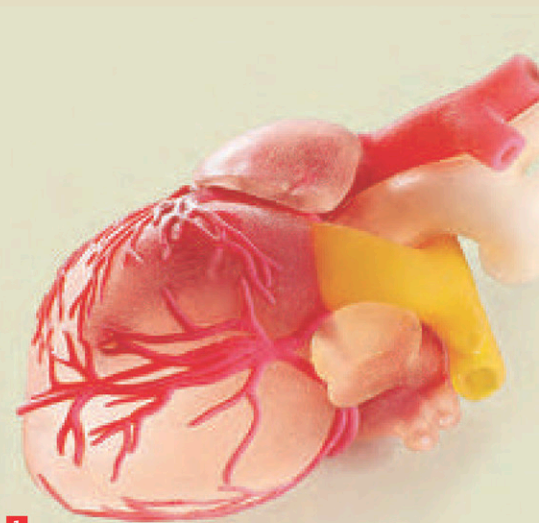
Une pièce de jeu d'échecs, une figurine de monstre ou un objet au design alambiqué; il y a quelques années, les imprimantes 3D se limitaient à produire des babioles en plastique d'une utilité relative. Mais elles sont aujourd'hui en passe de bouleverser la médecine. « C'est une révolution pour la pratique, une de celles qui n'arrivent que tous les 25 ans. Cela amène des solutions à des problèmes qui n'en avaient pas jusqu'ici », se réjouit le docteur Gaston Bernier. Ce dentiste oncologue au CHU de Québec utilisera cette technologie pour concevoir des prothèses mandibulaires en titane. « C'est une première au pays: nous espérons obtenir l'homologation de Santé Canada à l'été 2019 pour proposer ces prothèses aux patients », dit celui qui est sur le point d'inaugurer un centre intégré d'impression 3D médicale, en collaboration avec le Centre de recherche industrielle du Québec.

La fabrication « additive », qui consiste à imprimer des objets en superposant de fines couches de matière, permet de produire des pièces sur mesure, légères et sans assemblage à un coût parfois bien inférieur aux prothèses classiques. Depuis quelques années, le nombre de matériaux et composés « imprimables » ne cesse d'augmenter, élargissant le champ des possibilités: métaux, polymères biocompatibles et même médicaments, molécule par molécule. Un nombre croissant d'hôpitaux – dont plusieurs au Canada – ont déjà recours à l'impression 3D pour produire des prothèses externes de bras, entre autres. « À partir d'un scan du patient, on crée un modèle informatique qu'on imprime ensuite », explique José Luis Hoyo, technicien à l'Institut de recherche du Centre universitaire de santé McGill à Montréal.

Il travaille au Centre de médecine innovatrice (CMI) qui s'est doté il y a peu d'une imprimante à 500 000 \$, capable de combiner plusieurs textures et couleurs dans un même objet. Le but: faciliter le travail des chercheurs cliniciens en produisant des répliques d'organes. Justine Garcia, doctorante en génie mécanique à l'Université McGill, s'en sert par exemple pour créer « des aortes ayant une forme et une élasticité similaires à celles des vraies aortes, pour que les résidents en médecine puissent s'entraîner à couper ou suturer sur des modèles réalistes ». À côté d'elle, l'ingénieur biomédical Ohun Kose imprime des oreilles plus vraies que nature pour que les étudiants en chirurgie se fassent la main avant de poser des tubes transtympaniques à des enfants. « C'est moins cher que de travailler sur des cadavres », dit-il.

Le CMI a aussi déjà reçu la visite de chirurgiens expérimentés qui ne savaient pas comment retirer une tumeur hépatique mal positionnée. En manipulant une copie 3D du foie du patient concerné, l'équipe a pu se préparer à l'intervention. Une sorte de répétition générale! « La planification des procédures permet aux chirurgiens d'être plus efficaces, de gagner du temps, et de réduire les saignements », commente le docteur Gaston Bernier.

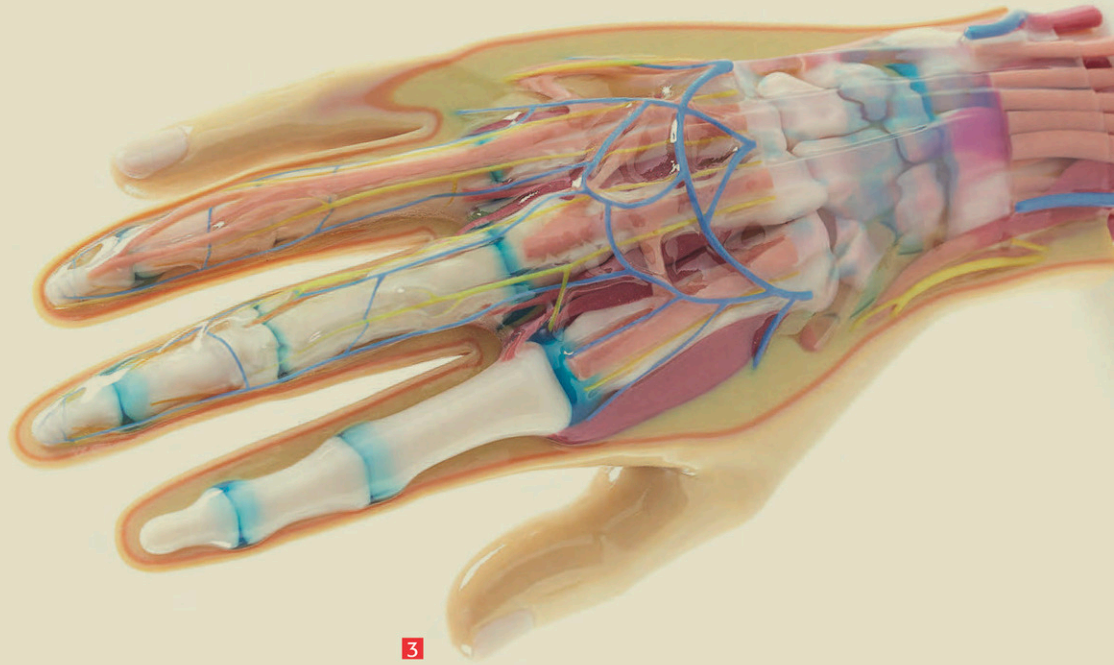
Prochaine frontière, l'impression de tissus biologiques. Des chercheurs ont réussi, en 2017, à imprimer des cellules de cartilage, de peau ou d'os. D'autres travaillent sur l'impression de structures biodégradables « saupoudrées » de cellules qui prolifèrent pour reformer un tissu continu. « D'ici 10 ans, on aura des cœurs imprimés conservés au congélateur! » parie José Luis Hoyo. Décidément, on est loin des gadgets! 



1



ARTÈRES



3



2



4

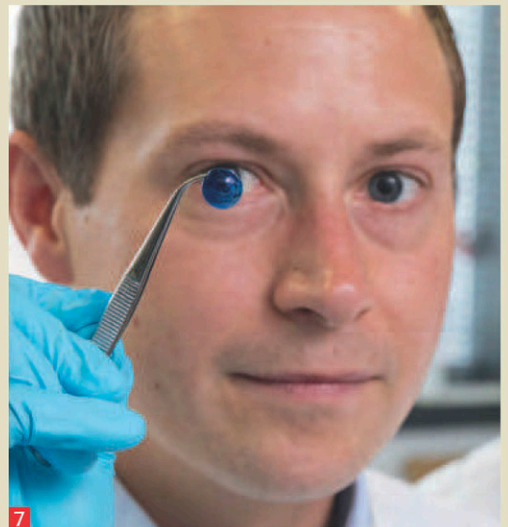
1 Imprimer une réplique d'un organe complexe en une seule fois avec des matériaux de différentes textures : c'est ce que permettent les nouvelles imprimantes 3D, qui peuvent reproduire le modèle exact du cœur d'un patient, par exemple. **2** Au CMI, des oreilles imprimées permettent aux chirurgiens de se faire la main pour poser des tubes transtympaniques. **3** En imprimant des matériaux transparents, la technologie permet aux chirurgiens de mieux visualiser l'intérieur des organes pour planifier leurs interventions. **4** L'impression de prothèses en titane implantables et légères, grâce à une structure alvéolée, offre des solutions sur mesure aux patients dans certains hôpitaux. **5** José Luis Hoyo, au CMI, s'assure que l'impression se déroule bien. L'imprimante utilise des photopolymères (qui durcissent au contact de la lumière ultraviolette), projetés sous forme de couches aussi fines que 30 micromètres. **6** Ce modèle reproduit la dureté des dents, enchâssées dans une gencive souple. **7** En mai 2018, des chercheurs de l'université de Newcastle ont imprimé une « encre » faite de cellules de cornée de donneurs, d'alginate et de collagène. Un espoir pour les patients en attente de greffe.



5



6



7

Une carte mondiale de la végétation marine

Les scientifiques ont bien défini les différents biomes terrestres : toundra, forêt tropicale, prairie, etc. Pourquoi ne pas faire de même sous l'eau ?

Par Mélissa Guillemette

« **Q**uand je parle d'une girafe, où l'imaginez-vous ? » questionnait Dinusha Rasanjalee Jayathilake, lors d'une présentation à la Conférence mondiale sur la biodiversité marine, tenue en mai 2018 à Montréal. « Dans la savane, n'est-ce pas ? C'est que les animaux sont étroitement liés à leur biome », soulignait cette étudiante au doctorat à l'université d'Auckland, en Nouvelle-Zélande.

La savane est l'un des sept principaux biomes terrestres (avec la toundra, la taïga, la forêt tempérée, la prairie tempérée, la forêt tropicale et le désert). Dans ces zones, le climat favorise une végétation particulière, ce qui permet à certains animaux d'y vivre, comme la girafe dans sa savane. Les scientifiques ont bien caractérisé ces habitats... du moins, sur les continents.

Car les biomes marins, eux, n'ont jamais été complètement cartographiés (pas plus que les biomes d'eau douce, en passant). Ils représentent pourtant plus de 70 % de la surface de la Terre !

Dinusha Rasanjalee Jayathilake a décidé d'y remédier. « Une carte globale des biomes marins est essentielle pour les efforts de conservation », explique-t-elle, citant en exemple la création d'aires marines protégées. Après tout, la carte des biomes terrestres a permis de documenter « la richesse des espèces, l'endémisme, la transformation du territoire, la déforestation », rappelle-t-elle.

Il existe bien des cartes partielles, des zones isolées documentées par des études de terrain, des données sur la température ou la salinité de l'eau, mais rien qui dresse un portrait global de la végétation marine.



Vue aérienne des mangroves poussant sur les côtes de l'île de Siargao aux Philippines.

ISTOCK

LES 5 BIOMES MARINS

Mangroves Formées de palétuviers, des arbres qui se déclinent en 73 espèces localisées dans les zones côtières tropicales et subtropicales. Des mammifères, des serpents, des oiseaux et des poissons y vivent. Les palétuviers protègent contre l'érosion des berges, mais ils ont reculé de 35 % entre 1980 et 2000.

Marais salés Les plantes qui forment ce biome sont ancrées dans les sols boueux et sont submergées par les marées. Les activités

humaines en bord de mer les affectent directement.

Herbiers Quatre familles de l'ordre des alismatales forment des prés aquatiques complexes qui arrivent à croître avec très peu de lumière. Une étude de 2008 a estimé que 29 % des herbiers ont été perdus en raison des activités humaines et des changements climatiques.

Forêts laminaires Ce biome est occupé par des algues brunes de l'ordre des laminariales et abrite des mammifères, des poissons, des étoiles

de mer et des crustacés, entre autres. Sa canopée absorbe différentes longueurs d'onde de lumière.

Coraux zooxanthellés Il s'agit ici d'une symbiose entre un animal, le corail, et des algues unicellulaires appelées « zooxanthelles ». Ensemble, ils forment des récifs dans les eaux chaudes peu profondes. Selon des estimations, 38 % des espèces de coraux zooxanthellés sont à risque d'extinction. C'est le cas de la Grande barrière de corail en Australie.

Note : La cartographie des mangroves, des marais salés et des coraux zooxanthellés a été réalisée par le Centre de surveillance de la conservation de la nature des Nations unies.

DES MANGROVES AUX HERBIERS

Afin de produire sa carte, Dinusha Rasanjalee Jayathilake a utilisé des dizaines de milliers de données obtenues, entre autres, auprès du Centre de surveillance de la conservation de la nature des Nations unies. Elle a également eu recours à des modélisations pour pallier les données manquantes.

Cinq grands biomes marins ont émergé: les mangroves et les marais salés, tous deux le long des côtes, puis les herbiers, les forêts laminaires et les coraux zooxanthellés.

« Ces biomes marins sont similaires aux biomes terrestres, indique-t-elle. Ils ont une distribution verticale et horizontale. Ils sont permanents quant à leur distribution spatiale et temporelle. En outre, ils représentent un lieu pour l'alimentation, la reproduction et la nidification de la faune qui leur est associée. » Le lamantin des herbiers est ainsi devenu la nouvelle girafe de la savane!

Les biomes de cette carte se concentrent sur les côtes, puisque les plantes qui les caractérisent ont besoin de lumière, ce qui n'est plus possible à partir de 200 m de profondeur, environ. « Mais quelqu'un d'autre pourrait poursuivre notre travail et arriver avec une définition des biomes marins, qui inclurait d'autres structures, comme les coraux profonds et les monts sous-marins, par exemple », dit Dinusha Rasanjalee Jayathilake.

Le professeur au département de biologie de l'Université Laval Philippe Archambault trouve l'exercice pertinent. Il précise que ce n'est pas par manque d'intérêt de la part de la communauté scientifique si une telle carte globale a tardé à voir le jour; c'est qu'il est ardu de la réaliser, faute de données, d'où l'intérêt de la modélisation. « On a l'impression que, parce qu'une carte des océans existe, on les connaît bien; mais, en réalité, davantage de personnes sont allées sur la Lune que dans le fond des océans! Il y a des zones immenses où on n'a jamais pris d'échantillons; on ne sait même pas ce qui s'y trouve. »

Dinusha Rasanjalee Jayathilake publiera ses travaux réalisés sous la supervision du professeur Mark John Costello au cours des prochains mois. Ensuite, il faudra bien s'attaquer à la cartographie des biomes d'eau douce! 📍

JEAN-FRANÇOIS CLICHE @clicjf

Polémique



Le vaccin anti-VPH: du consensus à la controverse

Il y aura 10 ans cet automne que le vaccin contre les virus du papillome humain (VPH) est offert dans les écoles du Québec. Dix ans au cours desquels les études se sont multipliées, confirmant et reconfirmant ce que les essais cliniques avaient trouvé avant son autorisation, soit qu'il s'agit d'une mesure de santé publique efficace et sécuritaire. Dix ans au cours desquels le taux de protection contre les VPH a reculé au Québec... Cherchez l'erreur!

L'appellation VPH regroupe environ 170 virus qui infectent des cellules des parties génitales et de la gorge. Dans la plupart des cas, les conséquences sont bénignes et les infections se règlent d'elles-mêmes. Mais en allant « jouer » dans l'ADN des cellules, les VPH dérèglent parfois. Elles se transforment alors en cellules précancéreuses puis, éventuellement, en cancer du col cervical ou de la gorge, selon le site d'infection.

Pour éviter ces complications occasionnelles, mais graves, de nombreux pays ont mis sur pied des programmes de vaccination depuis l'homologation du vaccin, en 2006. Grâce à ces campagnes, une masse de données s'est ajoutée au reste.

La dernière étude en date a été publiée en mai 2018 par Cochrane, une référence mondiale en

matière de méta-analyses. Ses chercheurs ont regroupé les données de 26 études sur le vaccin, pour un total de plus de 73 000 adolescentes et jeunes femmes qui ont été suivies entre 6 mois et 7 ans après l'injection. Conclusion: on peut affirmer avec un « haut degré de certitude » que le vaccin protège contre l'apparition de cellules précancéreuses sans provoquer d'effets secondaires graves.

Des résultats de ce type, il en arrive plusieurs par année. Et pourtant, la couverture vaccinale ne progresse pas dans le monde. Quant au Québec, alors que le ministère de la Santé et des Services sociaux visait un taux de vaccination de 90%, on n'a pu faire mieux que 81% (filles seulement) la première année du programme, en 2008, et cette proportion a reculé à 73% chez les filles et 69% chez les garçons en 2016-2017, dernière année pour laquelle des données sont disponibles.

Si l'on veut se consoler, il est toujours possible de se comparer. Au Danemark, une série de reportages sensationnalistes a fait fondre la couverture vaccinale chez les filles de 12 ans: depuis environ 90% en 2014 jusqu'à seulement 40% maintenant.

Les médias ont sans doute une bonne part de responsabilité, au Danemark comme ici. Souvent, ils accordent

une importance disproportionnée aux rares études et expertises négatives, pour en faire des manchettes bien croustillantes.

Mais il y a autre chose. Les réseaux sociaux carburent à l'émotion négative. C'est le plus souvent sous le coup de la colère ou de la peur que l'on diffuse une nouvelle, et je pense que cela a fait une différence au Québec. En 2015, trois chercheuses des universités Concordia et McGill ont publié dans *Le Devoir* une lettre ouverte ultra alarmiste demandant un « moratoire urgent » sur le vaccin anti-VPH. Elles tordaient l'état des connaissances acquises, mais leur crédibilité universitaire a favorisé la diffusion du texte qui avait tout pour faire peur.

D'après un rapport récent de l'Institut national de santé publique du Québec, cette lettre ouverte a été partagée pas moins de 24 500 fois sur Facebook, un très gros « succès » à l'échelle québécoise. Trois jours après sa publication, une quarantaine de chercheurs en médecine dénonçaient, eux aussi dans *Le Devoir*, cette « prise de position irresponsable » et rectifiaient les faits. Or leur lettre ouverte a été partagée à peine 1 700 fois sur Facebook, soit près de 15 fois moins.

Contre l'émotion, malheureusement, les données ne font pas le poids... 📊

Des traces de l'Empire romain au Groenland

Des historiens ont fait appel à des glaciologues pour décrypter l'activité économique de la Rome antique.

Par Carine Monat

On le sait depuis plus de 50 ans maintenant, les glaces de l'Arctique et de l'Antarctique gardent en mémoire les conditions atmosphériques des siècles passés. C'est ainsi qu'on y « voit » les empreintes de la révolution industrielle, de la grande dépression ou encore de l'accident de Tchernobyl. Les glaces peuvent aussi en dire long sur l'histoire des civilisations qui nous ont précédés. À la demande d'historiens, l'équipe de Joe McConnell, glaciologue au Desert Research Institute au Nevada, a mis en évidence les événements marquants de l'Empire romain, en étudiant la teneur en plomb de carottes de glace prélevées au Groenland.

Il y a 3 000 ans, des mines de plomb étaient exploitées aux quatre coins de l'Empire. Les Romains utilisaient ce métal entre autres pour fabriquer les conduites d'eau. Ces mines permettaient aussi d'extraire de l'argent pour pouvoir frapper les pièces de monnaie. En effet, à l'état naturel, ce métal précieux est le plus souvent mélangé au plomb ou au cuivre, dont il est séparé dans des fonderies. Une activité très polluante qui s'est fait sentir jusqu'au Groenland où des particules de plomb se sont échouées pour être piégées dans la glace, année après année.

Elles révèlent aujourd'hui de façon indirecte l'activité économique de la Rome antique. Ainsi, à l'apogée de l'Empire, le taux de plomb est élevé : il reflète l'expansion des mines à Carthagène, dans l'actuelle Espagne, et à Rome. À l'inverse, les diminutions observées correspondent aux périodes de conflits armés ou encore à l'épidémie de peste, qui a fait rage au II^e siècle.

L'équipe de Joe McConnell est parvenue



Photo prise par le chercheur Joe McConnell des glaciers situés non loin de Kangerlussuaq, dans l'ouest du Groenland.


à ces résultats en examinant des carottes de glace prélevées dans les années 1990 et archivées au Danemark. Pour couvrir l'Antiquité romaine, elle s'est concentrée sur la glace accumulée entre 159 m et 582 m de profondeur.

Les chercheurs ne sont pas les premiers à avoir eu l'idée, l'exercice avait déjà été mené en 1994 par une équipe française. « À l'époque, on sciait les carottes de glace en fines rondelles pour les analyser une par une », explique Catherine Ritz, glaciologue à l'Université Grenoble Alpes, qui travaille dans le laboratoire ayant réalisé cette première analyse. Les chercheurs avaient obtenu 18 mesures couvrant 2 siècles. La nouvelle étude atteint un tout autre degré de précision. « On a effectué 21 000 mesures ! Autrement dit, on a en moyenne 12 enregistrements pour chacune des années entre 1100 avant notre ère et l'an 800 de notre ère », se réjouit Joe McConnell, premier auteur de l'étude publiée dans *Proceedings of the National*

Academy of Sciences, en avril dernier.

Leur nouvelle méthode ? Au lieu de scier la carotte de glace, ils l'ont fait fondre millimètre par millimètre. Pour une longueur totale de 423 m ! L'eau récoltée était analysée au fur et à mesure, en étant dirigée vers des spectromètres de masse qui séparent les composés d'un liquide selon leur masse pour les identifier. « Une analyse en direct et en continu, ça aussi, c'est nouveau », commente Christophe Kinnard, glaciologue à l'Université du Québec à Trois-Rivières.

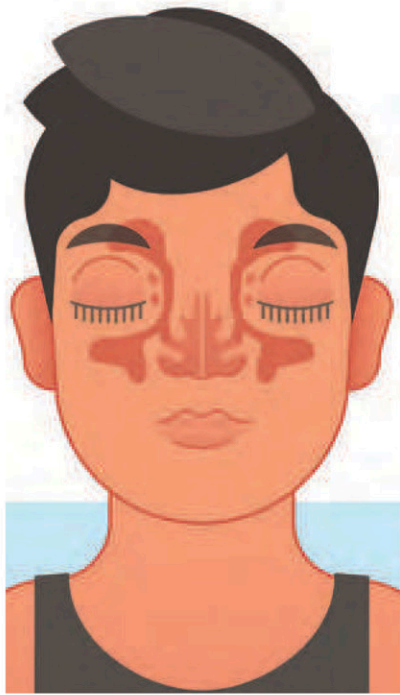
Pour s'assurer de la source « humaine » du plomb (qui peut aussi provenir d'éruptions volcaniques), les chercheurs ont analysé les isotopes, c'est-à-dire les différentes formes de l'atome, qui ont des masses variables. Ils ont aussi pu confirmer que le plomb observé venait d'Europe et non de Chine.

Et maintenant, pourquoi ne pas remonter le temps jusqu'à l'Égypte ancienne ? C'est en tout cas ce à quoi aspire Joe McConnell. 

Des probiotiques dans le nez

En cas de maux de ventre, les pharmaciens n'hésitent pas à conseiller la prise de probiotiques, ces « bonnes bactéries » qui rééquilibrent la flore intestinale. Le patient les ingère alors sous forme de capsules ou de lait fermenté. Et si, en cas de sinusite chronique, on les pulvérisait directement dans le nez ?

Santé Canada vient en effet d'approuver le ProbioRinse, mis au point par Martin Desrosiers, clinicien-chercheur au Centre hospitalier universi-




taire de Montréal. Ce produit contient des probiotiques, appelés *Lactococcus lactis* W136, qui seront administrés par voie nasale, une première médicale. « Ces probiotiques ont une action antibactérienne dans le nez », précise le docteur Desrosiers. Pas étonnant : la bactérie *Lactococcus lactis* est utilisée depuis plus de 100 ans dans l'industrie agroalimentaire pour éviter la croissance des bactéries et des champignons indésirables.

Interrogé à ce sujet, le docteur

Benoît Guay, otorhinolaryngologiste à l'Hôtel-Dieu de Québec, explique : « Les traitements intranasaux modifieraient directement le microbiome du nez et l'inflammation de la muqueuse. D'après moi, les probiotiques sont vraiment le traitement d'avenir pour la rhinosinusite chronique », affirme le médecin, qui n'a pas participé au développement de ProbioRinse.

La sinusite chronique – à ne pas confondre avec la sinusite aiguë qui dure moins longtemps – touche 5 % de la population canadienne. Elle se caractérise par des douleurs au visage, une congestion nasale et des symptômes qui persistent pendant 8 à 12 semaines, voire plus, réduisant fortement la qualité de vie des patients. Selon certaines études, leur état de santé est comparable à celui des personnes souffrant d'arthrite, d'asthme, voire de cancer.

La cause des sinusites chroniques n'est pas encore clairement établie, mais elles sont associées à une forte inflammation. Pour en venir à bout, les médecins prescrivent des corticostéroïdes et des antibiotiques, ce qui peut augmenter les résistances bactériennes. « C'est pourquoi on cherche à améliorer ou même remplacer les solutions existantes », explique le docteur Desrosiers qui travaille depuis 25 ans sur les traitements de la sinusite. Il a prouvé l'efficacité de son produit lors d'un essai clinique auprès de 24 patients atteints de sinusite chronique sévère, à raison de deux applications par jour pendant deux semaines. Pourquoi si peu de participants ? « Pour un premier essai clinique, on teste toujours sur un petit échantillon de personnes », répond-il.

Déjà vendu sur le marché américain, ProbioRinse pourrait aussi soulager les rhinites allergiques. D'autres études sont toutefois nécessaires pour le confirmer. Le rhume des foins n'a qu'à bien se tenir. 

Par Carine Monat

CATHERINE MATHYS  @Mathysc
Technopop




Le débat ne fait que commencer

L'art du débat est l'un des fondements de nos sociétés démocratiques. Depuis Aristote, on cherche à convaincre l'autre à l'aide des meilleurs arguments. C'est en se confrontant à des positions différentes de la nôtre qu'on obtient une vue d'ensemble plus éclairée de la société. Or, il semble que cette habileté ne soit pas l'apanage exclusif de l'humain, puisque la machine peut désormais débattre avec nous.

Project Debater est une technologie basée sur l'intelligence artificielle (IA) dont le but est de permettre à l'humain de prendre de meilleures décisions. Il s'agit d'une création d'IBM qui voit en elle son prochain grand jalon en matière d'IA.

Contrairement aux assistants vocaux créés pour exécuter des tâches spécifiques, ce robot débattre explore un territoire différent, celui des conversations plus longues et plus complexes, en développant des arguments impartiaux sur des sujets qui n'ont pas de réponses claires.

En juin dernier, après cinq ans de travail, Project Debater a pu faire une démonstration d'art oratoire contre deux humains. Les sujets de cette joute verbale : l'intérêt d'investir des dollars publics dans la conquête de l'espace, ainsi que l'utilité et la pertinence de la télémédecine. Des thèmes qui n'ont pas été révélés à l'avance aux débatteurs humains, pas plus qu'à la machine qui a été ainsi obligée de puiser dans un vaste corpus de centaines de millions d'articles de journaux et de magazines pour élaborer ses arguments. Et elle savait écouter aussi, pour s'adapter et donner une réponse juste – et parfois même lancer quelques blagues – quand venait le temps de répliquer. Grâce à la conversion de la parole au texte, elle pouvait identifier les concepts clés de l'adversaire et se préparer à les réfuter.

Le résultat ? Dans les deux débats, l'auditoire, composé en partie d'employés d'IBM, a voté en faveur de Project Debater pour la quantité d'information transmise et l'a même trouvé plus persuasif que l'humain dans le second débat. Au final, la machine est impressionnante, même s'il lui reste à raffiner sa rhétorique, son style et sa maîtrise de la culture humaine. Car, pour Aristote, il y a trois choses qui nous poussent à avoir confiance en l'orateur : le bon sens, la vertu et la bienveillance. L'humain a donc encore quelques longueurs d'avance sur l'IA. 



NORMAND BAILLARGEON [@nb58](#)

Je doute donc je suis



ILLUSTRATION : VIGC

A-t-on marché sur la Lune?

Avec leurs arguments « scientifiques » et leur apparente logique à toute épreuve, les adeptes des théories du complot sèment le doute. Comment y voir clair?

Juillet 1969. Neil Armstrong et « Buzz » Aldrin foulent le sol lunaire, tandis que 600 millions de téléspectateurs observent leur exploit.

La scène, historique, émeut toute la planète. Toute, à l'exception de quelques esprits critiques et mieux informés qui ont remarqué des détails troublants. Pour eux, c'est clair, la mission *Apollo 11* n'est qu'une vaste supercherie.

La NASA, engagée depuis 1961 par le président Kennedy dans une course contre l'URSS pour aller sur la Lune avant la fin des années 1960, a dû se résigner à

admettre que la tâche était impossible. En 1969, on a donc décidé, pour ne perdre ni la face ni la course, de filmer en studio le supposé alunissage.

La preuve ? Il y en a plusieurs. Prenez une photographie typique censée représenter les astronautes sur la Lune. On n'y voit pas d'étoiles ! Elles sont pourtant partout. En studio, toutefois, leur absence se comprend très bien.

Voyez ensuite le drapeau des États-Unis que les astronautes ont prétendument fixé sur le sol lunaire. Il est plissé, froissé, exactement comme un drapeau qui flotte dans le vent... sur la Lune où il n'y a pas d'air !

Quant au module d'exploration lunaire, il n'a formé aucun cratère en se posant. Normal, puisqu'il a été déposé délicatement dans un studio de cinéma. Et ce n'est pas tout : sur la Lune, il n'y a qu'une seule source de lumière, le Soleil. Les ombres devraient donc toutes être parallèles, ce qui n'est pas le cas. En cause, les multiples projecteurs du studio !

Mais voici ce qui va achever de convaincre les sceptiques, s'il en reste. Notre bonne vieille Terre, que les astronautes n'ont jamais quittée, est entourée de ceintures de radiations infranchissables

appelées ceintures de Van Allen. S'ils étaient passés au travers, les astronautes n'auraient pu y survivre.

DÉJOUER LE PIÈGE CONSPIRATIONNISTE

Voilà l'argumentaire, en apparence bien ficelé, des gens qui pensent qu'*Apollo 11* est un coup monté. Cette théorie de la conspiration est loin d'être la seule à circuler: on en trouve à propos de l'assassinat de John F. Kennedy, de l'existence des *Illuminati*, de la mort de la princesse Diana, de l'attentat terroriste du 11 septembre 2001 et sur bien d'autres sujets encore.

Sachant qu'il existe de vrais complots (des terroristes ont réellement conspiré pour planifier et exécuter l'attaque du 11 septembre), sachant aussi qu'il est parfois sain de remettre en question ce qui est tenu pour vrai, comment s'y retrouver et rester critique sans être happé par une sorte de trappe conceptuelle dont on ne sort pas?

Voici quelques éléments de réponse. Une théorie de la conspiration commence

souvent, comme je l'ai fait ici, en donnant des raisons plausibles de refuser l'histoire officielle. Elle propose ensuite une narration alternative, puis cherche des anomalies dans la version officielle, lesquelles sont données comme preuves que cette dernière est fautive.

Or c'est là un raisonnement qui n'est pas concluant. Il se peut par exemple que l'anomalie alléguée n'en soit pas une. C'est ainsi que la NASA connaissait très bien les ceintures de Van Allen. Elle en a tenu compte pour réduire au minimum l'exposition des astronautes aux radiations.


Quant au sol lunaire, recouvert d'une fine couche de poussière, il est très dur, ce qui explique que le module d'exploration lunaire ne l'a pas altéré, d'autant qu'il s'y est posé en douceur.

Bref, devant une théorie de la conspiration, il est sage de se demander si l'anomalie en est bien une (ce n'est pas nécessairement le cas) et de rechercher une explication différente de celle qu'on nous donne. Je vous invite à en chercher pour les autres « anomalies » que j'ai énumérées.

Par ailleurs, même l'existence de bizarreries qu'on ne peut expliquer – provisoirement, peut-être – ne constitue pas une preuve que la variante narrative proposée par les adeptes de complots est vraie.

Ceux-ci s'accrochent pourtant à leurs croyances. C'est ce qu'on désigne par le terme « dissonance cognitive ». Les arguments et les faits qui les dérangent sont minimisés d'emblée, car ils pourraient contredire leur argumentaire. Pis, ils ont tendance à rendre ces adeptes plus fervents encore.

Les théories conspirationnistes ont aussi le défaut d'être peu plausibles en raison de la quantité de complices qu'elles feraient intervenir. Comment imaginer, dans le cas d'*Apollo 11*, que tant de gens impliqués dans une telle supercherie ne l'aient pas dénoncée, ou que les Russes eux-mêmes ne l'aient pas fait? Les incitatifs ne manquaient pourtant pas.

Ajoutez à cela le doux plaisir, peu cher payé, de penser faire partie d'une minorité intelligente qui n'est pas dupe, contrairement à toutes ces pauvres victimes de la propagande officielle. 

L'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE À LA PORTÉE DE TOUS



Économisez
jusqu'à 51%
sur le prix en
kiosque

1 AN > 8 numéros > 36 \$
2 ANS > 16 numéros > 58 \$
3 ANS > 24 numéros > 81 \$
(plus taxes)

Aussi offert en
édition numérique
1 AN > 25 \$*
*Gratuit pour les abonnés
à l'édition imprimée

ABONNEZ-VOUS!

quebecscience.qc.ca/abonnez-vous
514 521-8356 - 1 800 567-8356 poste 504

TOUS DE LA MÊME ESPÈCE

Une exposition originale jette un regard scientifique sur le racisme et les préjugés.

Propos recueillis par Mélissa Guillemette

D'un point de vue scientifique, la notion de race ne tient pas la route. Nous appartenons tous à la même espèce, *Homo sapiens*, et nous sommes génétiquement semblables à notre voisin à 99,9%. Cependant, le racisme sévit toujours dans nos sociétés. Pourquoi ? À partir du 15 septembre, le Musée Armand-Frappier, à Laval, répondra à cette vaste question dans une exposition « aux croisements de la biologie et des sciences sociales » : *Nous et les autres, des préjugés au racisme*. Conçue initialement à l'intention du Musée de l'Homme de Paris, elle a été adaptée pour le Québec. Dans ce but, l'institution s'est entourée d'un comité scientifique, duquel font partie Rachida Azdouz, psychologue spécialisée en relations interculturelles à l'Université de Montréal, et Caroline Ménard, chercheuse en neurosciences à l'Université Laval. Nous les avons rencontrés pour recueillir leurs réflexions.

= =

Québec Science : Qu'est-ce que le racisme ?

Rachida Azdouz : Le racisme est une idéologie qui se fonde sur cette prémisse : il y aurait une hiérarchisation et une différenciation possible entre les populations sur la base de leurs caractéristiques morphologiques.

Un autre mécanisme au cœur du racisme est l'« essentialisation » qui consiste à définir un groupe selon une vision « culturalisante », c'est-à-dire que tout s'explique par l'origine ethnique. Souvent, on prend

l'exemple du musulman terroriste ou du Noir paresseux, mais c'est vrai aussi entre des cultures qui sont en apparence proches, comme la France et le Québec. « les Français aiment le conflit » ou que « les Québécois n'aiment pas la chicane ». À chaque groupe, on accole une image.

Évidemment, cette idéologie n'a pas de fondement scientifique.

QS Pourtant, la théorie des races a été soutenue pendant longtemps par des scientifiques qui ont finalement réalisé que les différences génétiques entre les groupes ethniques sont infinitésimales. Est-ce un concept difficile à renverser ?

Caroline Ménard : C'est comme pour l'autisme et les vaccins [NDLR : un article scientifique de 1998 suggérant un lien entre les deux a été rétracté, mais il recueille encore une très large adhésion au sein de la population]. Il y a toujours quelqu'un qui va s'y accrocher. Le fait que les scientifiques sortent des laboratoires pour déboulonner ces mythes est positif.

QS Encore aujourd'hui, le terme « race » est parfois utilisé dans la littérature scientifique pour décrire les participants à une étude. Pourquoi ?

CM C'est vrai que, du point de vue génétique, certaines populations présentent des mutations différentes. Mais ce n'est pas une « race » distincte pour autant. La couleur de la peau, par exemple, est simplement due aux conditions environnementales.

QS Le terme « race » demeure présent dans la Charte des droits et libertés de la personne. Est-ce un non-sens ?

RA Les juristes, les sociologues et les pédagogues du vivre ensemble ne s'entendent pas sur cette question. Certains pensent que, si la race n'existe pas, il faut la retirer de la Charte qui interdit déjà la discrimination fondée sur la couleur, la religion et l'origine ethnique ou nationale.

Un autre courant dit qu'il faut laisser ce mot, car, si la race n'existe pas, le racisme, lui, existe. Il faudrait donc garder ce terme pour que des personnes puissent ainsi dire : « J'ai été victime de racisme. »

QS Des suprémacistes blancs se sont soumis à des tests génétiques. Quand on détecte chez eux des gènes d'origine autre qu'européenne, ils rejettent les résultats, criant au complot ou à l'erreur. Est-il possible de les raisonner ?

RA Un tel individu pourrait changer sa vision des choses après avoir vécu une expérience affective, par exemple être sauvé par quelqu'un d'une autre origine. Cela remettra en question sa théorie... s'il est honnête.

S'il ne l'est pas, il n'y a rien à faire. Quoiqu'il y a bien des suprémacistes blancs qui, en prison, ont fait un cheminement personnel, et qui, finalement, sont devenus des militants antiracistes.

Pour trouver la bonne façon d'intervenir auprès d'une personne raciste, il faut sonder ses réelles motivations.



Rachida Azdouz et
Caroline Ménard

QS Justement, outre la croyance en l'existence de races, quelles sont les « raisons » d'être raciste ?

RA L'ignorance et l'expérience. Dans le premier cas, la personne ne sait pas de quoi elle parle. Elle ne connaît pas l'autre et émet des idées préconçues. En l'informant, on peut corriger sa perception erronée. Ce racisme est plus facile à traiter sur le terrain pédagogique. On voit ces personnes dans des tables rondes; elles finissent par dire: «Je te regarde et, finalement, tu es comme moi.»

Certaines personnes sont plutôt racistes parce qu'elles ont vécu une mauvaise expérience. C'est plus délicat, mais il suffit de les exposer à une expérience positive pour changer leur vision. Le parent qui voit défiler chez lui des enfants de toutes les couleurs qui sont polis, alors qu'il les imaginait mal élevés, perdra ses préjugés.

QS Peut-on combattre le racisme par l'éducation ?

RA C'est sûr qu'il faut que l'école éduque et sensibilise. Mais l'éducation n'est pas le seul antidote. Historiquement, les grands théoriciens du racisme et du colonialisme étaient des gens très scolarisés. Ils étaient parfois même de bonne foi, convaincus qu'il fallait aller aider les Africains et les sortir de la sauvagerie.

QS Le racisme existera-t-il toujours ?

RA Il changera de forme et de cible. Dans les sociétés où il y a un dispositif législatif pour interdire le racisme et la discrimination, on n'a plus le droit de traiter quelqu'un de « sale Noir ». Soulignons qu'il y a beaucoup de pays où c'est encore possible de le faire.

Cependant, dès qu'un dispositif législatif est mis en place, le racisme prend des formes plus sournoises. On ne peut plus dire à une candidate: «Je ne t'embauche pas parce que tu portes un hidjab», mais on peut lui dire qu'elle a échoué à l'entrevue...

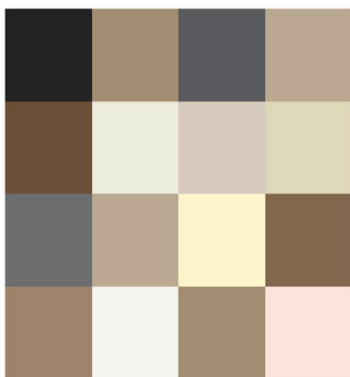
Le racisme fait partie de nous. Quand on partage un espace avec des personnes qui affichent une différence visible, il est naturel de vouloir se disputer cet espace. D'où l'intérêt des travaux de Caroline sur les souris, car le racisme nous renvoie à notre animalité.

QS Caroline Ménard, qu'est-ce que vos souris peuvent nous apprendre sur le racisme ?

CM Dans mon laboratoire, on étudie les

mécanismes liés à l'intimidation sociale chez la souris. Évidemment, on ne parle pas de « racisme », mais on observe chez cette espèce des comportements de dominance et de hiérarchie comme chez l'humain.

Dans le cadre d'une de nos études, les souris expérimentales étaient des Black 6, qui sont petites et noires. C'est la souche la plus couramment utilisée en laboratoire, car elle donne des bêtes très dociles. On



les a mises en contact avec des CD-1, de grosses souris blanches au tempérament bouillant que les chercheurs évitent d'utiliser pour ne pas se faire mordre.

On a exposé individuellement les Black 6 pendant 10 minutes à une CD-1. Généralement, cette dernière finissait par mordre sa congénère, surtout qu'on avait sélectionné pour l'occasion les plus agressives. La Black 6, elle, adoptait des comportements de soumission. Ensuite, les deux souris restaient 24h dans la même cage, mais séparées par un « mur » avec des trous transparents, pour qu'elles se voient. Nous avons répété ça pendant 10 jours, de manière à ce que chaque Black 6 voie un nouvel agresseur chaque jour. À la fin, les deux tiers des souris noires étaient déprimées. Évidemment, on ne sait pas si elles ont des idées suicidaires, mais il existe différents tests pour mesurer leur niveau de désespoir. Par exemple, on les met dans un bécher d'eau et on mesure combien de temps elles se débattent pour en sortir. Les déprimées abandonnent plus tôt et cessent de lutter. Mais ne vous en faites pas, je les sauve toujours !

QS À la suite de l'expérience, quel était l'impact du stress social sur les souris ?

CM Placées en interaction avec une souris

blanche inconnue, nos petites souris restaient dans un coin. Elles ont développé un apprentissage et se disaient probablement: «Oh non ! une autre grosse souris blanche ! Toutes les autres m'ont mordu. » Or, celle-ci pourrait être très gentille !

En plus de rendre nos souris malheureuses, le stress social a modifié leur biologie: nous avons observé chez elles des changements sur le plan immunitaire et au niveau de la barrière hématoencéphalique [NDLR: qui protège le cerveau].

Dans le cadre de l'exposition au Musée, les visiteurs feront une activité liée à cette expérience.

QS Est-ce que toutes les grosses souris présentaient le même niveau d'agressivité ?

CM Quand on achète 100 souris CD-1 qui sont toutes génétiquement pareilles, une trentaine sont vraiment agressives, une autre trentaine ne seront jamais agressives et celles du dernier tiers auront un comportement variable. On a commencé à comparer le cerveau de chacune et on s'est rendu compte que, pour certaines souris agressives, attaquer la petite souris activait le système de la récompense, soit les mêmes zones du cerveau qui s'enclenchent chez une personne lorsqu'elle mange du chocolat. Elles sont même prêtes à travailler, soit à peser sur un levier, pour pouvoir dominer une autre souris. Défendre son territoire, c'est une chose, mais désirer activement travailler pour pouvoir se battre, c'en est une autre...

QS Est-ce qu'on peut imaginer que le même circuit de la récompense s'active chez certains trolls racistes sévissant sur les médias sociaux ?

CM Il y a probablement des parallèles à étudier chez les gens qui ont des comportements antisociaux.

RA Dans les réseaux sociaux, quand quelqu'un publie un commentaire raciste, la récompense, c'est le « J'aime », le sentiment d'appartenance et l'impression de devenir chef de meute. Il y a donc des récompenses; et pratiquement pas de sanctions. Il faut une plainte pour qu'il y ait sanction. Un processus fort compliqué, car la liberté d'expression est un concept assez large. Pourtant, on sait que, en l'absence de sanction, les gens peuvent aller loin. 

L'exposition Nous et les autres. Des préjugés au racisme est présentée au Musée Armand-Frappier, à Laval, à partir du 15 septembre 2018. www.musee-afrafrappier.qc.ca

Du labo à la mer

Pour mieux exploiter les produits de la mer, des entreprises et des chercheurs travaillent main dans la main. Et tout le monde y gagne.

Aux Îles-de-la-Madeleine, les pêcheurs savent que la saison du homard dure neuf semaines. Mais la date exacte de la mise à l'eau des casiers, au début du mois de mai, dépend de plusieurs facteurs, comme la présence de glace. À la demande de l'industrie, des chercheurs de Merinov, l'un des trois centres collégiaux de transfert de technologie (CCTT) du Cégep de la Gaspésie et des Îles, tentent de créer un outil capable de cibler la meilleure fenêtre de pêche.

« Nous faisons des sorties “avant-saison” en mer pour recueillir des données », explique Nicolas Toupoint, chercheur industriel chez Merinov, qui est tombé amoureux des Îles dès qu'il y a mis les pieds en 2007 après avoir quitté la France pour réaliser un doctorat en océanographie biologique à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR).

Alors que le réchauffement de l'eau fait sortir le homard de sa léthargie hivernale, les chercheurs suivent de près l'évolution de la température de la mer. Ils étudient aussi le taux de protéines dans le crustacé et le développement des œufs.

Ce projet de recherche est financé par le fonds d'innovation créé en décembre 2017 par Merinov et le Regroupement des pêcheurs et pêcheuses des côtes des îles (RPPCI). Une première dans l'industrie de la pêche commerciale au Québec.



Tamara Provencher, chargée de projet chez Merinov

ALEX GEY

« Ce financement de l'industrie sert de levier auprès d'autres bailleurs de fonds pour démarrer des projets de plus grande envergure, affirme Nicolas Toupoint. Et nous rendons nos données accessibles à tous. »

De plus, l'industrie n'a pas attendu une crise avant d'agir. « Le homard va très bien aux Îles, contrairement à la côte est américaine, où la population de crustacés a migré vers le nord en raison du réchauffement climatique, précise-t-il. Mais, il peut toujours surgir des problèmes. L'apport de nouvelles connaissances aide à prendre des décisions éclairées pour bien gérer et protéger la ressource. »

MÉCANISER L'ALGOCULTURE


Merinov, le plus grand centre intégré de recherche appliquée dans les domaines de la pêche, de l'aquaculture, de la transformation et de la valorisation des produits aquatiques au Canada, a aussi parmi ses points de service Grande-Rivière, en Gaspésie. On y trouve Tamara Provencher, chargée de projet et grande amatrice de pêche depuis qu'elle est enfant. Détentrice d'une maîtrise en océanographie à l'UQAR, elle travaille notamment sur la mécanisation de la culture de la laminaire sucrée,

une espèce d'algue brune comestible.

« L'industrie cherche des technologies qui la feront gagner en efficacité, car le temps passé en mer est coûteux », explique-t-elle.

Avec Jean Brousseau, titulaire de la Chaire CRSNG-UQAR en génie de la conception, et ses étudiants, Merinov travaille à mettre au point une enrouleuse pour le transfert de plantules en mer. Ces travaux avancent bien, mais les choses se corsent quand vient le temps de faire la moisson.

« Nous avons créé plusieurs prototypes de récolteuse, mais nous devons constamment retourner à la table à dessin, précise Tamara Provencher. Il faut toutefois persévérer, car ces machines auront un grand impact sur la marge de profit de l'industrie. »

Une meilleure rentabilité qui permettra aux entreprises de faire rayonner davantage les produits fins à base de laminaire sucrée, tels que le pesto et la relish, à la grandeur du Québec. 

Par Martine Letarte

La production de ce reportage a été rendue possible grâce au soutien de Merinov et du Réseau Trans-tech.

Nicolas Toupoint, chercheur industriel chez Merinov



MERINOV

Toutes ses aventures professionnelles l'ont conduit vers un seul et même point : l'espace. Retour sur le parcours sans détour de l'astronaute David Saint-Jacques.

PAR ANNIE LABRECQUE

LE CHEMIN QUI MÈNE ÉTOILES

Vêtu de la combinaison bleue des astronautes canadiens, David Saint-Jacques est tout sourire en présentant aux journalistes venus le rencontrer à l'Agence spatiale canadienne, à Saint-Hubert, les expériences scientifiques qu'il effectuera dans l'espace. Nous sommes en novembre 2017 et le compte à rebours pour sa mission, qui décollera en décembre 2018 pour une durée de 6 mois, est bel et bien commencé.

Affable et chaleureux, il semble prendre plaisir à l'enchaînement interminable d'entrevues qui suit sa présentation, et fait rigoler tout le monde en imitant le bruit d'une cassette qui se rembobine quand on lui demande de répéter une réponse pour les besoins de la caméra. Lorsque mon tour arrive, je lui montre un cube Rubik nouveau genre, car j'ai entendu dire qu'il emportera dans l'espace celui que son père lui a donné quand il était enfant.

En voyant mon cube tout argenté aux faces de tailles différentes, il rit, le prend

dans ses mains et lance : « Ça doit être difficile à résoudre... je vais l'essayer! »

Un cube Rubik bizarre ne fait pas peur à celui qui flottera bientôt à plus de 330 km au-dessus de nos têtes. Il ne recule devant rien, selon son ami d'enfance Nicolas Tittley, qui a grandi dans la maison voisine de la sienne à Saint-Lambert, près de Montréal. « Les obstacles n'existent pas pour lui, il y a seulement des défis qui doivent être relevés. »

Et il les relève avec brio. « Intelligent », « inspirant », « humble » diront ses amis et collègues pour décrire le personnage. Il s'exprime aussi bien en français qu'en anglais, maîtrise le russe, connaît les rudiments du japonais, sait jouer de la flûte japonaise et a déjà fait partie d'une équipe d'aviron et d'une troupe de théâtre amateur.

Bardé de diplômes (dont deux doctorats), il aurait très bien pu devenir un ingénieur en physique hors pair, un excellent astrophysicien, un pilote d'avion ou, encore, poursuivre une carrière de médecin. Mais il a choisi les étoiles et la profession d'astronaute il y a de cela neuf



BISCUITS À L'ÉRABLE ET SAUMON FUMÉ

Avant d'entamer le voyage en orbite, David Saint-Jacques a sélectionné ce qu'il souhaitait manger à bord de la Station spatiale internationale (SSI). On remarque dans ses choix une nette préférence pour le saumon présenté sous différentes formes (pâté, fumé, darne).

Les aliments doivent respecter certains critères, dont la possibilité de se conserver pendant 18 mois; en outre, ils ne doivent pas produire trop de miettes. Si des particules de nourriture s'envolent, sous l'effet de l'absence de gravité, « cela peut être néfaste pour l'équipement, mais aussi pour la santé des astronautes s'ils les inhalent », précise Natalie Hirsch, chargée de projet pour le volet sport et nutrition des astronautes à l'Agence spatiale canadienne.

Au-delà de ces considérations pragmatiques, la nourriture dans la SSI est similaire à celle sur Terre, mais déshydratée et placée sous vide ou en conserve.

À l'occasion de son anniversaire, et aussi pour la période des fêtes, David Saint-Jacques a prévu quelques produits canadiens qu'il partagera avec son équipe. « Pendant les voyages, la nourriture nous ramène souvent à la maison. Il y aura donc du sirop d'érable et des biscuits à l'érable de chez nous », explique-t-il.

Pour effectuer le suivi de leur alimentation, les astronautes inscrivent ce qu'ils consomment grâce à une application sur tablette. S'il y a trop ou pas assez de calories, de vitamines ou de sel, le médecin des astronautes est averti. « Le sodium est une préoccupation sur Terre, mais encore plus dans l'espace. Auparavant, le sel était utilisé en plus grande quantité pour préserver les aliments, mais, maintenant, nous savons qu'il a un effet négatif sur la densité osseuse », indique Natalie Hirsch.

Lorsqu'on lui demande quelle nourriture lui manque le plus, David Saint-Jacques répond sans hésiter : « La cuisine de ma femme ! C'est une incroyable cordon-bleu. Je me demande d'ailleurs si on ne peut pas trouver une façon d'envoyer ses repas à bord ! »



ans, un rêve qui l'anime depuis qu'il est petit, alors qu'il contemplait les photos de la Terre prises depuis la Lune.

DESTINÉ À DEVENIR ASTRONAUTE

Déterminé et travailleur, le jeune David est poussé par une soif infinie de connaissances, stimulée par ses parents, tous deux professeurs; son père en physique et sa mère, en histoire. « Ses parents l'ont toujours encouragé à trouver les réponses par lui-même », indique Nicolas Tittley.

Il se souvient de sa curiosité naturelle. « Déjà, à l'école primaire, il m'expliquait le fonctionnement de la télévision. Une télé, ce n'est pas assez pour lui de la regarder ! David

doit savoir ce qu'il y a derrière. Il possède encore cette capacité d'assimiler de nouvelles notions et techniques. »

Vers la fin du secondaire, pendant que la majorité des jeunes traversent leur crise d'adolescence, David est plutôt investi dans la fabrication de sa propre planche à voile. « On était dans les années 1980, bien avant le début d'Internet. Il a lu des magazines [NDLR: il était d'ailleurs abonné à *Québec Science*] et des livres pour comprendre comment ça flotte. Il a rassemblé du bois, de la mousse et de la fibre de verre pour la construire », dit son ami Nicolas. Habile de ses mains, David prend aussi plaisir à réparer son vélo et une vieille voiture Triumph.

Au début de la vingtaine, il assiste à



AGENCE SPATIALE CANADIENNE

David Saint-Jacques dans le simulateur de la capsule *Soyouz* pendant une séance d'entraînement à la Cité des étoiles, en Russie.

une conférence de l'astronaute canadien Steve MacLean qui revient d'un séjour spatial. Le jeune David lui demande s'il a un conseil à lui prodiguer pour pratiquer le même métier. Selon Steve MacLean, il n'y a pas de recette, mais les explorateurs de l'espace ont une chose en commun : ils sont tous des gens heureux et accomplis. « Il m'a suggéré de trouver un domaine qui me passionne et d'y être le meilleur. Ce n'est pas grave si je ne deviens pas un astronaute, m'avait-il dit alors, car je serai au moins épanoui », raconte David Saint-Jacques.

À l'époque où l'Agence spatiale canadienne lance sa troisième campagne de recrutement en mars 2008, il travaille comme médecin au Nunavik, dans la communauté de Puvirnituk. À la suggestion d'une collègue, il tente sa chance afin de vivre son rêve de jeunesse.

Son entourage n'est guère surpris quand il soumet sa candidature et parvient aux dernières étapes de sélection, toutes plus difficiles et exigeantes les unes que les autres. Au printemps 2009, il ne reste que 16 candidats potentiels, qui se retrouvent ensemble dans un bar, où vient les rejoindre David Gentile, vieil ami de David Saint-Jacques. Autour d'un verre, l'un des aspirants astronautes confie à M. Gentile : « Il y a David Saint-Jacques et il y a nous autres. Il est dans une catégorie à part. »

Surdoué, oui, mais pas agaçant pour autant. « Il est exceptionnel et en même temps, il n'impose pas son immense savoir », confirme Nicolas Tittley qui l'a choisi pour être le parrain de son fils. Mieux, sa curiosité naturelle le pousse à s'intéresser à tout un chacun.

« Ce n'est pas un masque de superhéros avec un sale type caché derrière ! assure David Gentile. Ce gars-là possède beaucoup d'intelligence émotionnelle, il prend le temps de s'informer sur toi et c'est sincère ; ce n'est pas juste un faux-semblant. »

En mai 2009, l'Agence spatiale canadienne arrête finalement son choix sur David Saint-Jacques et Jeremy Hansen, ce dernier originaire de London, en Ontario. Ils ont été accueillis à bras ouverts au Centre spatial Lyndon B. Johnson, à Houston, par des vétérans tels que Chris Hadfield, Julie Payette et Robert Thirsk. « Ils ont tous contribué à leur manière à être nos modèles, mais j'ai particulièrement bénéficié des conseils de Chris Hadfield qui s'entraînait pour sa mission. J'ai eu la chance de le suivre en Russie et d'apprendre à ses côtés le fonctionnement de la capsule *Soyouz* », se souvient David Saint-Jacques.

Comme toujours, il s'est investi à 100% dans sa formation pour devenir un astronaute accompli : entraînement en apesanteur, maniement du bras robotisé canadien, exercices de sorties dans l'espace en scaphandre, maîtrise du fonctionnement des instruments à bord de la Station spatiale internationale (SSI), etc. L'astronaute Jeremy Hansen souligne la diversité des tâches à exécuter en orbite. « À un moment, tu es en train de faire une

L'EFFET DE L'ESPACE SUR LE CORPS HUMAIN

En tant que médecin des astronautes de l'Agence spatiale canadienne, Raffi Kuyumjian se déplace souvent pour réaliser le suivi médical lors des entraînements plus risqués, comme celui dans la centrifugeuse qui simule l'effet du décollage et où l'astronaute ressent une pression équivalente à huit fois son poids.

La santé de David Saint-Jacques sera rigoureusement surveillée avant, pendant et après le vol spatial. Il faut être en forme pour aller dans l'espace : le Québécois effectue d'ailleurs deux heures et demie d'exercices physiques tous les jours pour s'y préparer. Et son entraînement se poursuivra aussi dans la Station spatiale internationale.

Cette discipline en vaut la peine, selon Raffi Kuyumjian. « Il y a une perte osseuse et musculaire au fil du temps en apesanteur. On remarque toutefois qu'elle se réduit avec l'aide d'appareils d'exercice plus sophistiqués. Cela dit, plus on commence cette aventure en bonne condition physique, mieux on sera au retour sur Terre », explique-t-il.

Tout au long de sa mission, David testera une nouvelle veste technologique comprenant des capteurs qui surveilleront ses signes vitaux en temps réel.

Puisqu'il est médecin, David Saint-Jacques procédera aussi au suivi médical de ses collègues pendant sa mission. La pratique de la médecine en région éloignée prendra un tout nouveau sens pour lui !



AGENCE SPATIALE CANADIENNE

Pour contrer les effets indésirables de l'espace, David Saint-Jacques se soumet à un entraînement rigoureux.



expérience scientifique et, 15 minutes plus tard, tu dois réparer la toilette ! »

M. Hansen n'a aucun doute sur les capacités de l'aventurier québécois : « David est quelqu'un de confiant et de très compétent. Mais lorsqu'il sera dans l'espace, sa plus grande épreuve sera probablement de se trouver éloigné de ses proches pendant une si longue période. »

En effet, son épouse Véronique Morin, également médecin dans le Nord canadien et à Houston, et lui ont trois jeunes enfants de sept, cinq et deux ans. D'après David, l'équilibre entre carrière et vie de famille n'est pas toujours facile à établir, mais ils y arrivent. « C'est une occasion de grandir, d'être un meilleur parent, un meilleur couple, un meilleur professionnel, parce que cela donne une valeur aux instants passés avec chacun », réalise-t-il. Son alliance blanche, fabriquée par un artisan inuit avec de l'ivoire de morse, le suivra dans son voyage. Il emportera également des lettres de ses proches et une petite figurine de Tintin dans l'espace, donnée par son filleul.

Heureusement, la technologie à bord permettra à l'astronaute québécois de téléphoner chez lui quand la SSI passera au-dessus de Houston ou du Québec. Bien que la connexion internet n'est pas très


et à la capacité d'autonomie médicale. Je vois directement les retombées qui pourront servir aux communautés éloignées », indique-t-il en évoquant ses frustrations d'avoir eu à envoyer les échantillons depuis le Nunavik jusqu'à Montréal pour obtenir les résultats, une semaine plus tard. Un nouvel instrument, un bioanalyseur, lui permettra de traiter les échantillons sanguins presque en temps réel au cours de sa mission.

Dans l'espace, il mettra en place deux nouvelles expériences, *Immuno Profile* et *Vascular Aging*. La première aidera à comprendre l'impact des missions sur l'évolution du système immunitaire pendant les longs séjours à bord de la SSI, tandis que la seconde scrutera notamment les effets de l'apesanteur sur le système cardiovasculaire. « Aller dans l'espace nous fait vieillir un peu, même si on réussit à amoindrir les effets du voyage avec des exercices physiques quotidiens », indique David Saint-Jacques.

Lorsque je lui parle de ses cheveux qui ont pris des teintes de gris depuis ses débuts dans le métier, avant même d'aller dans l'espace, il rappelle qu'une dizaine d'années ont passé. « Je crois que ce sont mes trois enfants qui ont fait ça », réplique-t-il, sourire en coin.

À ces jeunes qui lui disent vouloir faire le même métier que lui, David répond sans hésiter : foncez, ce rêve est réalisable ! « Quand j'étais enfant, je pensais que la carrière d'astronaute était inaccessible, mais ce rêve m'a servi de guide dans la vie. Je me demandais ce qu'un astronaute ferait à ma place. Par exemple, pour bien s'alimenter, est-ce qu'il mangerait des biscuits ou des légumes ? Cela m'a également motivé à rester en forme, à aller à l'université, à devenir un explorateur et à apprendre des langues étrangères. Plus un rêve est grand, fou, incroyable, mieux c'est ! »

Quelques jours après la conférence de presse à Saint-Hubert, je rencontre David Saint-Jacques à nouveau lors d'un événement organisé à Toronto. Il me redonne le cube argenté que je lui avais laissé. « Finalement, c'était facile à faire ! » me lance-t-il, sans une once de suffisance.

Ce n'est rien comparativement au plus grand défi de sa vie qui arrive à grands pas. Si tout se passe comme prévu, le 20 décembre prochain, David Saint-Jacques devrait être là où il a toujours voulu être. Parmi les étoiles, l'instant d'une mission. 

LA MISSION EN BREF

Expedition 58/59 durera six mois, du 20 décembre 2018 jusqu'en juin 2019.


David Saint-Jacques s'envolera dans la capsule Soyuz aux côtés de l'Américaine Anne McClain et du Russe Oleg Kononenko (qu'on peut voir sur la photo ci-dessus). Ils décolleront de Baïkonour, au Kazakhstan.

David Saint-Jacques est le onzième astronaute canadien de l'histoire. Il est le neuvième à aller dans l'espace et le troisième à y effectuer un long séjour, après Robert Thirsk et Chris Hadfield.

rapide – elle devrait s'améliorer en 2021 avec la mise en place d'une technologie laser – il pourra organiser une conférence vidéo, une fois par semaine, avec sa famille et lire des livres à ses enfants, dont il aura apporté des copies dans la Station.

LABORATOIRE FLOTTANT

Lorsqu'il parle des expériences scientifiques à mener dans l'espace, David Saint-Jacques ne manque pas de souligner leur utilité sur Terre. « Je m'intéresse particulièrement aux expériences de télémédecine



L'orbiteur TGO d'ExoMars, lancé lors d'une première phase en 2016, prend des clichés en couleur de la planète rouge. Cette photo, prise le 15 avril 2018, montre le bord du cratère de Korolev, rempli de glace, à côté du pôle nord martien.

VIE SUR MARS

EN AVOIR LE COEUR NET

Destination favorite des auteurs de science-fiction, Mars et ses Martiens ont alimenté bien des fantasmes. La planète a-t-elle hébergé la vie? Les scientifiques veulent avoir le fin mot de l'histoire.

PAR MARINE CORNIOU

Pour explorer Mars, les Terriens n'ont jamais lésiné sur les moyens. Au total, plus de 50 sondes ont été envoyées depuis les années 1960 pour orbiter autour de la planète rouge, la survoler ou s'y poser. La dernière en date, *InSight*, doit d'ailleurs y atterrir fin novembre pour analyser la composition interne de notre voisine.

En dépit de tous ces efforts, la question de l'existence d'une vie martienne, qui a taraulé des générations de scientifiques, n'est toujours pas élucidée. Certes, on n'y a

vu ni bonshommes verts ni microbes grouillants. D'ailleurs, le professeur à l'Université McGill Lyle Whyte n'y croit plus tellement, depuis qu'il a creusé le pergélisol des vallées sèches de l'Antarctique, comparable au sol martien, en 2016. « On n'y a trouvé aucun micro-organisme; donc, les chances sont minces », dit ce microbiologiste, spécialiste des environnements extrêmes. Une étude de l'université d'Édimbourg, publiée dans *Scientific Reports* en 2017, démontrait en outre que l'omniprésence en surface de perchlorates, de puissants oxydants, combinée aux UV, a, sur les bactéries, un

effet dévastateur pire que prévu.

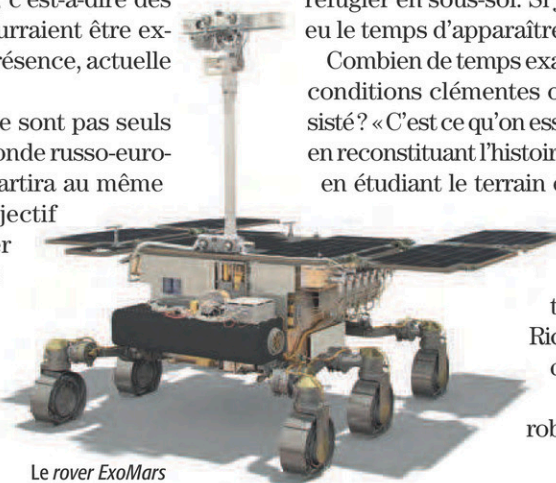
Cela ne veut pas dire que la planète n'a jamais été « habitée ». Les découvertes les plus récentes, notamment celles du robot *Curiosity* qui arpente le cratère Gale depuis 2012, laissent penser que Mars a déjà réuni des conditions propices à la vie. « Il y a trois ou quatre milliards d'années, le climat y était plus chaud et plus humide, résume Jorge Vago, responsable scientifique du projet *ExoMars* de l'Agence spatiale européenne (ESA). Les conditions étaient plus ou moins identiques aux conditions terrestres. »

D'où cette obstination des chercheurs à envoyer des instruments toujours plus performants, en orbite ou au sol, pour fouiller les moindres recoins du désert martien à la recherche de témoins de cette époque perdue. « On a désormais les capacités technologiques pour répondre à la question », affirme Richard Léveillé, géochimiste à l'Université McGill et ancien chercheur à l'Agence spatiale canadienne.

Il fait partie de l'équipe scientifique de *Mars 2020*, une mission de la NASA qui lancera un nouveau rover à l'été 2020. « *Curiosity* cherchait à évaluer l'habitabilité. *Mars 2020* ira plus loin en cherchant des biosignatures », c'est-à-dire des éléments qui ne pourraient être expliqués que par la présence, actuelle ou passée, de vie.

Les Américains ne sont pas seuls dans la course. La sonde russo-européenne *ExoMars* partira au même moment, avec l'objectif principal de détecter des traces de vie passée.

Les sites d'atterrissage des deux rovers seront choisis cet automne.



Le rover ExoMars

Parmi les candidats en lice, on trouve le fond d'un ancien lac. Car, oui, il y a bel et bien eu de l'eau liquide en abondance sur Mars, peu après sa formation. En 2015, une équipe internationale a même estimé, grâce à l'étude de l'eau présente dans l'atmosphère résiduelle, que Mars avait déjà possédé un océan immense, recouvrant 19% de sa surface. Un lac souterrain d'eau liquide, vestige de cette période « bleue », a même été découvert en juillet 2018 sous la calotte glaciaire grâce à des analyses radar. Enfoui à 1,5 km sous terre, ce lac est probablement saturé de perchlorates, mais il laisse croire que la vie aurait pu se réfugier en sous-sol. Si jamais elle a eu le temps d'apparaître...

Combien de temps exactement ces conditions clémentes ont-elles persisté? « C'est ce qu'on essaie de savoir en reconstituant l'histoire climatique, en étudiant le terrain et les roches

qui ont dû enregistrer cette évolution », précise Richard Léveillé qui travaille aussi sur le robot *Curiosity*

qui escalade en ce moment le mont Sharp, situé au centre du cratère Gale, dans ce but.

Selon des chercheurs danois, qui ont étudié la cristallisation des minéraux dans une météorite martienne, la croûte solide de Mars se serait formée beaucoup plus rapidement que celle de la Terre. « À peine 20 millions d'années après la formation du Système solaire, Mars pouvait déjà être couverte d'océans, et peut-être abriter la vie », notaient les auteurs dans *Nature*, en juin 2018.

SECRETS ENFOUIS

Mais comment trouver des indices d'une vie qui s'est peut-être éteinte il y a des milliards d'années? En creusant. C'est du moins ce que suggère l'équipe d'*ExoMars*, dont le rover de 300 kg est équipé d'une foreuse qui pourra descendre à 2 m de profondeur. Du jamais vu!

« Le problème avec la surface de Mars, c'est qu'il y a énormément de radiations qui détruisent les molécules organiques, indique Lyle Whyte, impliqué dans la sélection du site d'atterrissage d'*ExoMars*. À 1 m sous la surface, il y en a beaucoup moins. On a donc plus de chances d'y trouver des acides aminés, du glucose, de l'ADN, entre autres choses. »

UNE VIE SOUS LA GLACE?

Les lunes glacées de Saturne et de Jupiter, soupçonnées d'héberger de la vie, seront explorées d'ici 2030.

« Si je devais investir dans une mission pour trouver la vie dans le Système solaire, je miserais sur les lunes de Saturne et de Jupiter », affirme Lyle Whyte, exobio-logue à l'Université McGill, à Montréal. Une déclaration qui a de quoi surprendre, car ce spécialiste est impliqué dans la recherche de traces de vie sur Mars... Cela ne fait que refléter l'intérêt croissant des scientifiques pour ces mondes lointains, situés pourtant bien au-delà de la zone « habitable » chauffée par le Soleil.

Malgré une température de surface ne dépassant pas les -150°C, plusieurs de ces lunes pourraient posséder, sous une croûte de glace de plusieurs dizaines de kilomètres d'épaisseur, des océans liquides, chauffés par la force des marées et le volcanisme. « Alors que Mars présente des traces d'eau ancienne, le

Système solaire externe [NDLR: Jupiter et au-delà] regorge de destinations qui abritent encore aujourd'hui de l'eau liquide. C'est extrêmement excitant, car il y existe peut-être des formes de vie en ce moment même! » s'enthousiasme Leigh Fletcher, astronome à l'université de Leicester, au Royaume-Uni, et spécialiste des planètes géantes.

Trois satellites de Jupiter, à savoir, Europe, Ganymède et Callisto, sont prometteurs, tout comme deux lunes de Saturne, Titan et Encelade. Comme beaucoup de leurs pairs, Leigh Fletcher et Lyle Whyte parient au premier chef sur Europe et Encelade, où des geysers d'eau ont été détectés. De plus, ces lunes présentent des similitudes surprenantes avec notre planète bleue. « Elles ont tous les ingrédients nécessaires à la vie : des sources de

nutriments et d'énergie, ainsi que de l'eau liquide; et l'environnement y est stable depuis des lustres », explique M. Fletcher.

Bonne nouvelle, ces destinations sont enfin à portée de sondes spatiales. Et deux fois plutôt qu'une! Dès 2022, deux missions mettront le cap vers Jupiter et ses lunes: *JUICE* (JUper Icy moons Explorer) de l'Agence spatiale européenne, et *Europa Clipper*, de la NASA. Elles sont nées d'un projet commun démarré il y a 10 ans. « *JUICE* se placera en orbite autour de Ganymède et étudiera Jupiter, Europe ainsi que Callisto en cours de route », détaille Leigh Fletcher qui fait partie de l'équipe.

Quant à *Europa Clipper*, elle « va survoler Europe 44 fois, descendant aussi bas que 25 km au-dessus de la glace, ce qui permettra peut-être d'échantillonner



Ces traces, même si elles ont été produites par des bactéries mortes depuis longtemps, ont des chances d'être intactes. « Le sous-sol martien fonctionne comme un réfrigérateur optimal à une température moyenne constante de -60°C », ajoute Jorge Vago. Le hic, dit-il, c'est que ces molécules organiques pourraient aussi bien être d'origine biologique que d'origine météoritique n'ayant dans ce deuxième cas rien à voir avec la vie martienne. Dans ses rêves les plus fous, il espère donc que le rover détectera des roches de type stromatolites, formées par l'activité de colonies bactériennes.

C'est pour dissiper tous les doutes que l'équipe de *Mars 2020* tentera de son côté une manœuvre incroyablement ambitieuse : celle de rapporter des échantillons de sol martien sur Terre avant 2030 – et donc avant qu'une mission habitée soit envoyée là-bas. Le plan, appelé *Mars Sample Return*, est plutôt complexe. Le rover *Mars 2020* en est le premier rouage : il collectera une trentaine de carottes de sol et les déposera dans un endroit sûr. Quelques années plus tard, un atterrisseur ira chercher les éprouvettes et les chargera sur un autre véhicule qui redécollera pour les placer en orbite. Finalement, un dernier engin récupérera le tout et le rapatriera sur Terre. « C'est une

mission qui est souhaitée depuis longtemps par la communauté scientifique. Sur Terre, même avec les meilleurs instruments, il n'est pas facile de voir les microfossiles dans des roches vieilles de 3,5 milliards d'années. Beaucoup de chercheurs pensent que les instruments miniaturisés des rovers ne suffiront pas à la tâche, et qu'il faut ramener les roches. Cela dit, les vaisseaux ne sont pour l'instant ni approuvés ni financés », explique Richard Léveillé.

Le projet est risqué et coûteux. Plusieurs scientifiques remettent en question sa pertinence. « *Mars 2020* prendra des échantillons à la surface, donc on risque de trouver la même chose que ce que *Curiosity* a déjà trouvé », commente, sceptique, Jorge Vago. Selon lui, le sous-sol martien est nettement plus intéressant. « Avec ses instruments de nouvelle génération, *ExoMars* a la capacité d'y trouver quelque chose de révolutionnaire », assure-t-il.

Une chose est sûre, Mars a peut-être été hospitalière, un jour, mais elle ne se laisse pas approcher si facilement. Jusqu'ici, plus de la moitié des missions martiennes ont échoué en totalité ou en partie. Il n'y a plus qu'à croiser les doigts pour que les missions de 2020 nous éclairent enfin sur cette question. **15**

DEUX AUTRES MISSIONS VERS MARS EN 2020

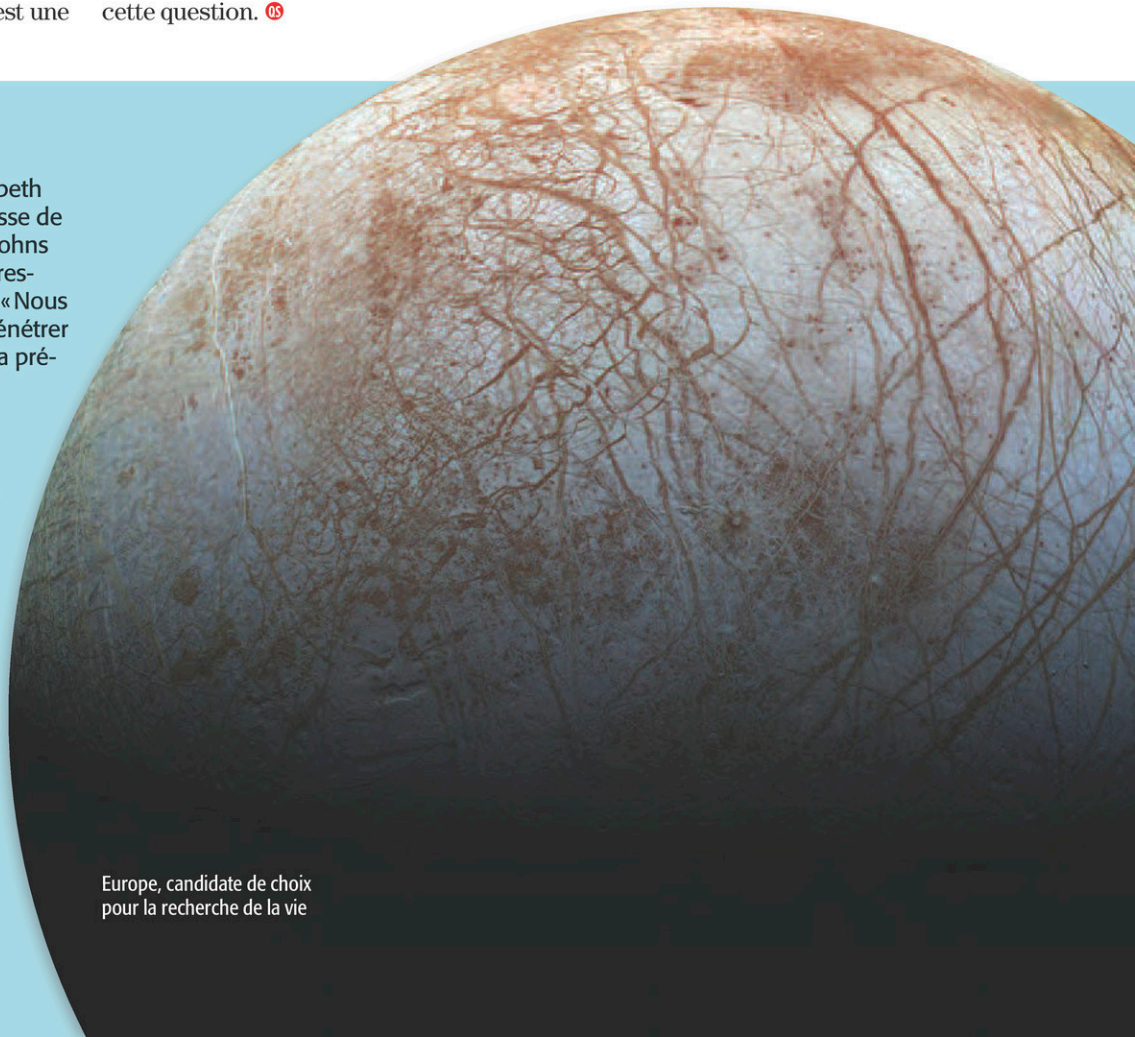
La Chine lancera une mission qui consistera en un orbiteur, un atterrisseur et un rover. L'orbiteur tentera de repérer un site pour une éventuelle mission de collecte et de retour d'échantillons.

La mission HOPE, des Émirats arabes unis (une première), devrait placer une sonde en orbite martienne pour étudier l'atmosphère.

ces geysers en vol », expliquait Elizabeth Turtle, lors d'une conférence de presse de la NASA. Chercheuse à l'université Johns Hopkins, dans le Maryland, elle est responsable de l'imageur de la sonde. « Nous aurons aussi un radar capable de pénétrer la couche de glace pour confirmer la présence d'eau liquide », ajoute-t-elle.

Encelade est pour sa part dans la ligne de mire de plusieurs investisseurs privés qui se disent prêts à travailler avec la NASA pour y envoyer rapidement une sonde. D'autant qu'en juin 2018, des chercheurs rapportaient dans la revue *Nature* la présence de grosses molécules organiques complexes dans les geysers de cette lune, détectées par le spectromètre de la sonde *Cassini*. « D'ici 10 à 20 ans, on devrait avoir des réponses intéressantes », conclut Lyle Whyte, prêt à faire des infidélités aux microbes martiens.

Marine Corniou

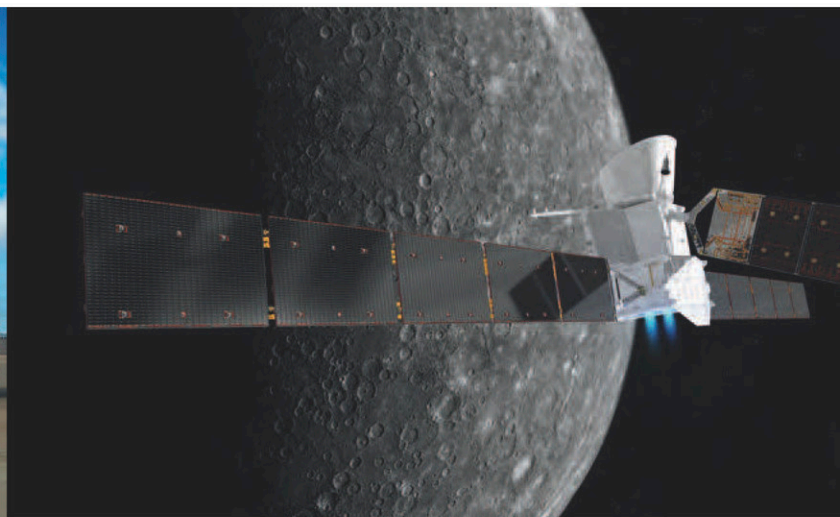


APPROCHER MERCURE

SANS SE BRÛLER LES AILES

L'exploration de Mercure est cruciale pour comprendre la formation du Système solaire. La sonde *BepiColombo*, qui décolle cet automne, part courageusement au front!

PAR MARINE CORNIOU



Il aura fallu quatre avions-cargos pour transporter tous les morceaux de la sonde *BepiColombo* des Pays-Bas, où elle a été construite, jusqu'à son site de lancement en Guyane française. Depuis cinq mois, les ingénieurs des agences spatiales européenne (ESA) et japonaise (JAXA) s'affairent à la préparer pour son périlleux voyage. La sonde massive, constituée d'un propulseur et de deux satellites réunis, devrait décoller le 19 octobre pour un périple de sept ans. Destination: Mercure, la plus petite planète du Système solaire, grandement mystérieuse.

« C'est la mission la plus complexe jamais conçue par l'ESA, déclarait le directeur scientifique de l'agence, Alvaro Gimenez, il y a un an, lors d'une conférence de presse. Mercure est la planète rocheuse

qui a été la moins explorée. Elle est très proche du Soleil, c'est donc difficile de s'y rendre et d'y travailler! »

En effet, il faut une bonne dose de témérité (et un bon bouclier thermique) pour envoyer des instruments de pointe vers cette fournaise. « Sur Mercure, la température atteint 430 °C le jour, assez pour faire fondre certains métaux », illustre alors l'expert. Pour éviter de griller sur le trajet, la sonde sera protégée par une cinquantaine de couches de matériau isolant et ses grands panneaux solaires seront inclinés pour ne capter qu'une lumière rasante qui alimentera les moteurs ioniques.

Autre défi: viser cette planète, à peine plus grosse que notre Lune, sans se faire happer par le Soleil. La gravité de notre

étoile est si forte qu'il faut plus d'énergie pour placer une sonde en orbite autour de Mercure que pour envoyer une mission sur Pluton, pourtant située 60 fois plus loin!

Pour s'approcher de sa cible, *BepiColombo* va se servir de la force d'attraction de la Terre, de Vénus et de Mercure elle-même, tournant au total neuf fois autour de ces « assistants gravitationnels » qui l'aideront à modifier sa trajectoire et à ralentir sans utiliser trop de carburant.

PERCER LES SECRETS MERCURIENS

Une fois arrivés au voisinage de Mercure en 2025, au terme d'un parcours de 9 milliards de kilomètres, les deux satellites se sépareront l'un de l'autre et se positionneront sur deux orbites différentes. Si tout se passe bien, la mission durera de 1 à 2 ans,

jusqu'à ce que les instruments succombent à la chaleur et aux rayonnements 10 fois plus intenses que sur la Terre. Le vaisseau japonais étudiera l'environnement mercurien, son champ magnétique et les poussières en suspension. L'orbiteur européen cartographiera la planète avec 11 instruments, recueillant des données sur la composition des roches et de l'atmosphère. « Mercure, par sa position si proche de l'étoile, est un morceau essentiel du puzzle qui nous permettra de comprendre la formation du Système solaire », expliquait lors de la conférence Johannes Benkhoff, responsable scientifique du projet.

La planète est d'autant plus intéressante qu'elle fait figure de vilain petit canard cosmique. En effet, beaucoup de ses propriétés révélées par les deux seules sondes qui s'y sont aventurées, *Mariner 10* (1974) et *Messenger* (2011), ne « collent » pas avec la théorie. D'abord, elle est beaucoup plus dense que ce que laisse présager sa taille. « Ensuite, on pensait que son noyau était solidifié, donc qu'il n'y avait pas de champ magnétique dynamique. *Mariner 10* a démontré l'inverse ! poursuivait M. Benkhoff. Mercure a aussi trop de gaz à sa surface par rapport à ce que prévoit sa proximité avec le Soleil. [...] Elle s'est peut-être formée ailleurs qu'à sa position actuelle et s'est déplacée. On n'en sait rien. »

Enfin, au fond des cratères jamais éclairés, la sonde *Messenger* a détecté... de la glace d'eau ! « C'était inattendu ! *BepiColombo* va pouvoir analyser les matériaux dans ces cratères, voir s'il y a de la matière organique. Il y a aussi des taches étranges, blanchâtres, qui semblent récentes et qui nous intriguent. De quoi s'agit-il ? De gaz ? Y a-t-il de l'activité sur cette planète ? » se demande le chercheur.

Mais à quelques semaines du départ, l'heure est aux préoccupations plus terre à terre. « L'intégration des différents modules dans la configuration de lancement prend à elle seule plusieurs jours. Et comme les moteurs seront pleins de carburant, les manipulations avec la grue seront dangereuses, anticipe le responsable du projet, Ulrich Reininghaus. Une fois la sonde partie, le premier stress sera d'attendre le signal qui dit que tout va bien. » Ce n'est que quatre jours après le décollage que les équipes pourront souffler... pendant sept ans, jusqu'au réveil des deux orbiteurs. « Leur séparation sera l'étape la plus angoissante ! Elle va requérir trois mois de manœuvres, qui seront un défi constant pour les équipes opérationnelles », précise M. Reininghaus qui s'inquiète déjà pour la « pression artérielle » de ses troupes. ☺



Dragonfly, un drone qui pourrait explorer Titan.

NASA

AUTRES MISSIONS À SURVEILLER

DEUX ASTÉROÏDES EN LIGNE DE MIRE

Les astéroïdes sont précieux pour les scientifiques. Ils sont, en quelque sorte, des vestiges intacts de la matière première qui a permis la formation des planètes. Deux d'entre eux livreront leurs secrets dans les mois qui viennent, grâce à deux missions parallèles, l'une américaine et l'autre japonaise. Après un voyage d'environ deux ans, la sonde de la NASA *OSIRIS-REx* a quasiment atteint sa cible, l'astéroïde Bénou. Elle devrait se placer en orbite autour de ce gros caillou de 500 m de diamètre d'ici décembre. De son côté, la sonde japonaise *Hayabusa2* est arrivée dans le voisinage de l'astéroïde Ryugu, il y a quelques semaines à peine. Ces deux sondes prélèveront des échantillons et les rapporteront sur Terre, en utilisant des techniques différentes. *Hayabusa2* larguera aussi un atterrisseur, *MASCOT*, qui aura 15 heures d'autonomie pour faire le plus d'analyses possible. Une fois le matériel récupéré (en 2020 pour la mission japonaise et en 2023 pour *OSIRIS-REx*), les scientifiques des deux missions s'échangeront des échantillons pour comparer les résultats. Un bel esprit de collaboration !

ULTIMA THULÉ, ULTIME FRONTIÈRE

Lendemain de veille ou pas, les scientifiques de *New Horizons* seront tous à leur poste le 1^{er} janvier 2019. C'est que cette sonde de la NASA lancée en 2006, qui a photographié Pluton en 2015, survolera ce jour-là un autre objet de la ceinture de Kuiper, 2014 MU69, rebaptisé Ultima Thulé par souci de clarté. « Notre sonde se dirige vers la limite des mondes connus [...]. Ce sera l'exploration la plus lointaine jamais réalisée dans l'histoire spatiale », a déclaré lors d'une conférence en mars 2018 Alan Stern, chercheur principal pour la mission *New*

Horizons. Ultima Thulé, découvert en 2014 par le télescope *Hubble*, est situé à plus de 40 fois la distance Terre-Soleil.

URANUS ET NEPTUNE, LOINTAINES INCONNUES

Elles sont si loin qu'on en ignore tout, ou presque. Uranus et Neptune n'ont reçu qu'une brève visite des sondes *Voyager*, il y a plus de 30 ans. Depuis, aucune mission ne leur a été consacrée. Mais les scientifiques n'ont pas dit leur dernier mot. La NASA envisage d'y envoyer des sondes dans les années 2030. Il faudra toutefois être patient; le voyage jusqu'à Uranus durera au moins 12 ans...

TITAN OU TCHOURY ?

En décembre dernier, la NASA a dévoilé les deux finalistes de son programme d'exploration planétaire *New Frontiers* : *Dragonfly*, un drone qui pourrait explorer Titan, une lune de Saturne, et *Caesar*, qui collecterait des échantillons de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko, déjà visitée par *Rosetta* de 2014 à 2016. L'agence tranchera à l'été 2019 entre ces deux missions, dont le budget sera inférieur à un milliard de dollars. Départ prévu en 2025.

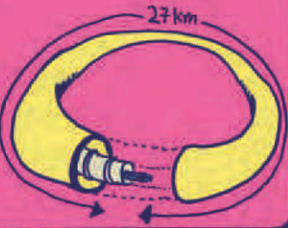
VERS UNE AUTRE ÉTOILE

2069 : un siècle après le premier pas de l'humain sur la Lune, une sonde décolle vers Alpha du Centaure, l'étoile la plus proche de notre Soleil. Le scénario paraît loufoque ? Il est pourtant étudié – relativement – sérieusement par la NASA, qui l'a présenté dans un congrès en décembre 2017. Le but : se rendre vers une exoplanète et, peut-être, y chercher des traces de vie. Mais soyons clairs, les technologies requises pour y parvenir (capables notamment de propulser un vaisseau à 10 % de la vitesse de la lumière) n'existent pas encore. **M.C.**

UTILE, LA RECHERCHE À BORD DE LA SSI?

En opération depuis 1998, la Station spatiale internationale (SSI) aurait coûté 100 G\$US pour sa construction.*

En comparaison, l'accélérateur de particules du CERN a coûté 5G\$US.



S'y ajoutent 3 à 4 G\$US/an pour les opérations. Ces sommes sont source de critiques.



La recherche sur la SSI n'est pas sérieuse et coûte trop cher! On aurait pu financer des centaines d'autres projets avec ces montants.



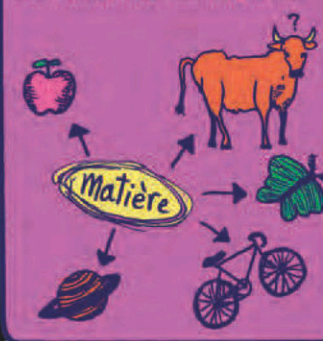
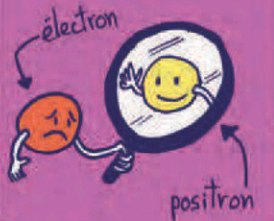
Alors, la SSI rentable scientifiquement? Voici un aperçu de 3 recherches majeures pour en juger.

1 La quête de l'antimatière

Chaque particule de matière serait jumelée à une particule miroir d'anti-matière.

Or, tout ce qui est actuellement observable dans l'Univers est constitué de matière.

Alors, où se cache toute cette antimatière?!



Hypothèse A

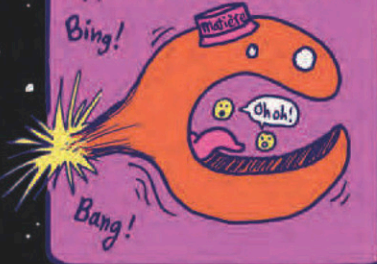
Après le Big Bang, la matière aurait tout simplement supplanté l'antimatière.

Hypothèse B

Il se trouve encore de l'anti-matière dans l'Univers, mais elle n'est pas détectée par nos instruments.

Le spectromètre magnétique alpha (AMS) a été conçu et installé sur la SSI en 2011 pour répondre à la question.

Il reçoit les rayonnements cosmiques qui bombardent la Station.



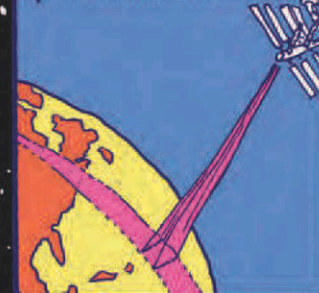
Depuis 2013, l'AMS a détecté des positrons, donc de l'antimatière. Leur provenance demeure inconnue: serait-ce la mystérieuse matière noire?

2 Avoir les océans à l'oeil

Il utilise une caméra pouvant diviser la lumière finement en certaines de longueurs d'ondes.

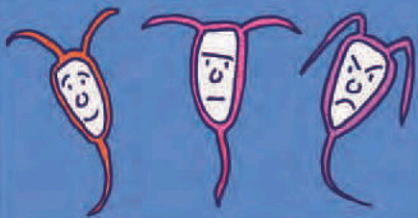
Toute matière organique ou inorganique a une signature qui lui est propre, selon sa manière de réfléchir la lumière.

Avoir des yeux pour tout voir, c'était le rôle du spectromètre HICO.



* Les estimations varient selon divers critères.

En analysant les longueurs d'ondes, on peut par exemple différencier les types de phytoplancton.



On peut ainsi détecter les floraisons d'algues toxiques.



Ces analyses et modélisations à partir des photos prises par HICO de la SSI ont été corroborées par des échantillonnages sur le terrain.



Elles permettent aussi de détecter les déversements de pétrole ou les fuites de pipelines, de contribuer à la planification urbaine ou à l'aide humanitaire et aux opérations militaires.



Tristement, HICO a tendu l'âme en 2014. Toutefois, ses données sont encore sous analyse.



3 Les microcapsules

Comment réduire les effets néfastes de traitements systémiques comme la chimiothérapie?



En transportant les médicaments directement à la tumeur à l'aide de microcapsules.

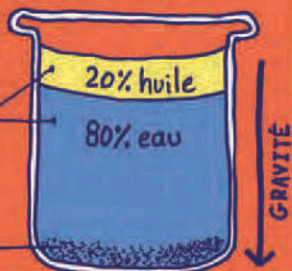


Ces capsules de la taille de globules rouges peuvent être injectées, marquées et suivies jusqu'à la cible.

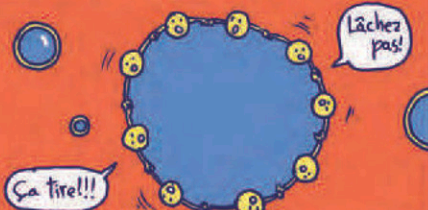


Cependant, sur Terre, en présence de gravité, la formation des capsules est impossible.

Les liquides de différentes densités se stratifient. Le médicament sédimente.



Sans gravité, les molécules à la surface d'un liquide se tiennent à égale distance de leurs voisins par la force de tension superficielle.



J'ai un peu mal au ventre mais à part ça, ça va!



Elles forment alors une sphère qui permet de réduire au minimum la surface de contact entre les liquides.



Les premières microcapsules ont ainsi été formées sur la SSI.

Ces travaux ont permis d'expérimenter la production de microcapsules sur Terre avec une technologie de micro-gravité.



Sous la pression de l'administration Trump, la NASA songe à cesser le financement de la SSI en 2024. Son apport à la science suffira-t-il à renverser la tendance?



LES FACES CACHÉES DE LA LUNE

Une deuxième conquête de la Lune se prépare,
50 ans après les premiers pas humains sur l'astre sélène.
Qu'allons-nous apprendre cette fois-ci?

PAR MÉLISSA GUILLEMETTE

Des astronautes sont déjà allés sur la Lune; ils ont d'ailleurs ramené plus de 385 kg de roches. Pourquoi donc y retourner?

Cette question fait toujours rire Ben Bussey, scientifique en chef de l'exploration à la division Advanced Exploration Systems de la NASA. « La surface de la Lune équivaut à celle de l'Afrique, et nous n'y avons visité que six endroits, très brièvement, pour jamais plus de trois jours, rappelle-t-il au bout du fil, référant aux missions *Apollo* de 1969 à 1972. Ce serait comme d'avoir visité l'Ontario à quelques reprises et prétendre ensuite avoir "fait" tout le Canada! »

La Lune, notre si proche voisine à l'échelle de l'Univers (380 000 km), est encore une inconnue à bien des égards. Particulièrement sa face cachée, ce côté qui ne se dévoile jamais à la Terre. Mais ses secrets pourraient bientôt nous être livrés, car,

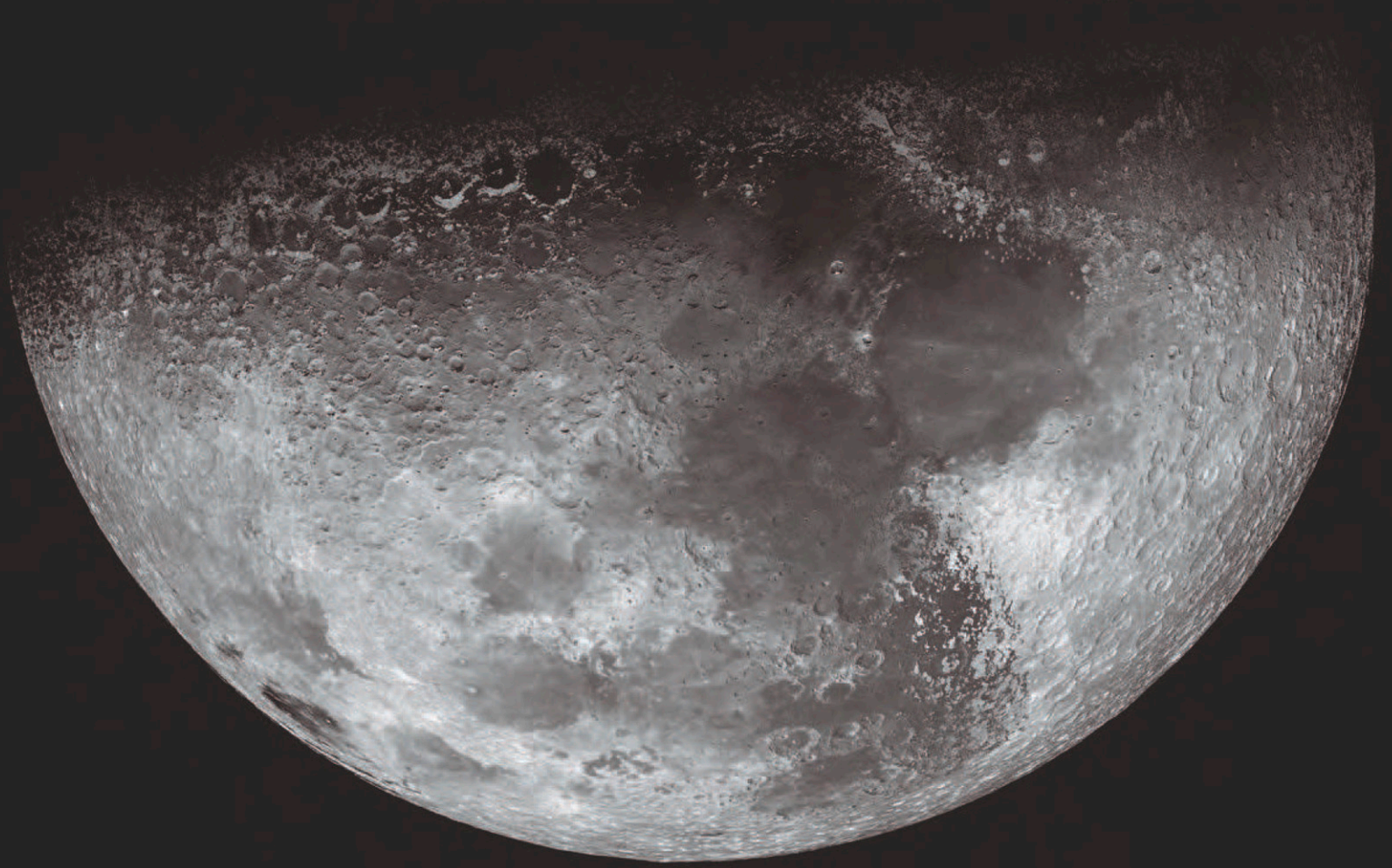
après l'avoir un peu délaissée, les agences spatiales ont à nouveau les yeux tournés vers elle, motivées par l'entrée en piste de joueurs comme la Chine et l'Inde. C'est sans compter les projets privés, comme ceux de l'entreprise SpaceX, qui veulent atteindre la Lune aussitôt que possible. En clair, les étoiles s'alignent et le rover chinois *Yutu*, en opération sur le sol lunaire depuis 2013, aura bientôt des copains (voir l'encadré à la page 32).

Outre les missions robotisées, les agences spatiales (Chine, Russie, Europe et États-Unis), ainsi que les entreprises, pensent aux missions habitées, quelque part entre 2025 et 2030. « Rien ne peut battre un observateur présent sur place. Les yeux sont un instrument incroyable quand vient le temps d'analyser l'environnement », estime Ben Bussey.

Bernard Foing, directeur du International Lunar Exploration Working Group (forum qui réunit les agences spatiales du monde

entier), imagine même déjà un village à la fois robotique et humain sur la Lune – et il est très sérieux. « Il y aura des laboratoires pour travailler, des habitations pour vivre, des véhicules pour se déplacer, dit l'astrophysicien rattaché à l'Agence spatiale européenne. À partir de 2025, il y aura des missions à la surface, de courtes durées au départ, qui pourront être prolongées grâce aux ressources lunaires autour de 2030. » Demain, quoi!

Dans ce contexte, l'Agence spatiale canadienne (ASC) espère se tailler une place. « Le Canada n'a pas de lanceurs, évidemment, donc on travaille avec nos partenaires internationaux pour fournir des technologies clés, uniques et avancées, qui nous donneront un rôle visible, explique Gilles Leclerc, directeur général de l'exploration spatiale à l'ASC. La première contribution serait de fournir un bras robotique pour la station orbitale lunaire [Lunar Orbital Platform-Gateway,



EXPLORATION SPATIALE

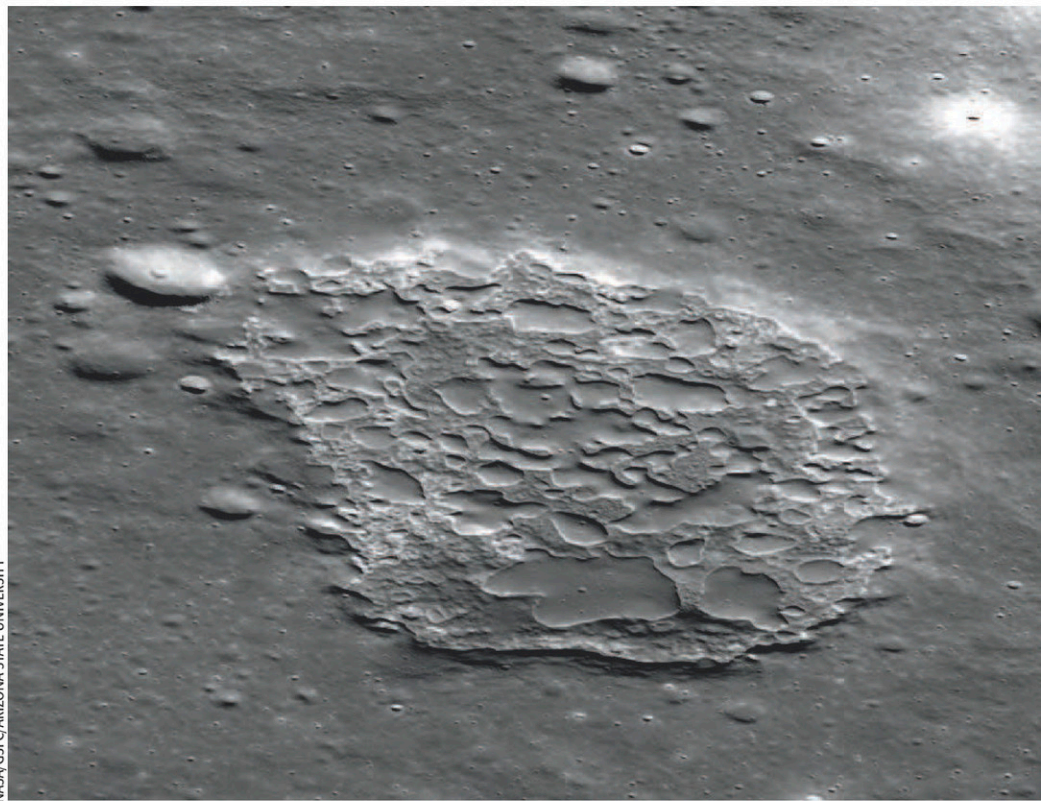
proposée par la NASA], parce que ce sera l'étape initiale du retour vers la Lune. Mais on étudie aussi d'autres solutions technologiques : les *rovers* et les télécommunications spatiales. »

Le Canadian Lunar Research Network, qui regroupe au pays tous les chercheurs intéressés par la Lune, a d'ailleurs été relancé cette année, grâce à l'intérêt de l'ASC. «Étant donné qu'il paraît extrêmement probable que la prochaine destination majeure de l'humanité sera la Lune, il y a lieu de raviver tout l'aspect scientifique. On ne veut pas que ce soit perçu comme une autre course, un retour à la Lune pour simplement y marcher», ajoute Gilles Leclerc.

LA SCIENCE, UNE PRIORITÉ ?

Évidemment, tous ces efforts dirigés vers le plus poétique des cailloux n'ont pas seulement la science pour but. Il y a des raisons économiques et politiques, une volonté de « conquérir » l'Univers, également. « Si on demandait à 10 personnes de 10 agences spatiales quelles sont les motivations derrière ces missions, on obtiendrait probablement 10 réponses différentes. Mais j'aime penser que la science est en tête de liste », dit Gordon Osinski, professeur à la Western University, en Ontario, qui a participé à la rédaction d'un rapport sur les éventuelles opportunités scientifiques permises par l'exploration humaine pour l'International Space Exploration Coordination Group, qui regroupe 15 agences spatiales.

Car d'un point de vue scientifique, la Lune a encore beaucoup à nous apprendre. On a beau la scruter depuis des lustres avec



NASA/GSFC/ARIZONA STATE UNIVERSITY

Ina, une dépression irrégulière repérée sur la Lune par l'équipage d'*Apollo 15*. Son origine et son âge font débat.

des satellites ou des télescopes, elle reste nimbée de mystère.

Pour nous en convaincre, Brett Denevi, professeure à l'université Johns Hopkins, nous invite à « googler » « Ina », une petite structure d'origine volcanique. Les images captées par le Lunar Reconnaissance Orbiter Camera (LROC), un instrument pour lequel elle est l'investigatrice en chef adjointe et qui est actuellement en orbite autour

de la Lune, montrent une zone de 1,9 km sur 2,9 km aux motifs irréguliers, comme un gruyère particulièrement généreux en trous. « C'est vraiment très bizarre... » admet-elle. C'est que l'apparence d'Ina – et des quelque 70 autres sites lunaires à son image – laisse penser qu'elle existe depuis moins de 100 millions d'années. Pourtant, en théorie, le volcanisme sur la Lune devrait avoir cessé il y a plus de 1 milliard d'années,

>> DES MISSIONS À SURVEILLER



Chang'e 5

OCTOBRE 2018

Chandrayaan-2 (Inde) Consiste en un orbiteur et un rover qui étudieront la topographie et la composition de l'astre.

DÉCEMBRE 2018

Spacell (Israël) Un petit engin, issu d'une initiative privée, se posera sur la Lune pour y faire des photos, des vidéos et en mesurer le champ magnétique.

Chang'e-4 (Chine) Un rover circulera pour la première fois sur la face cachée de la Lune.

2019

Chang'e-5 (Chine) Récouvrera les premiers échantillons lunaires depuis 1976.

SLIM (Japon) Un atterrisseur léger et ultra précis se posera dans le cratère Marius.

2020

Exploration mission 1 (États-Unis) Testera la capacité du vaisseau *Orion* à faire le tour de la Lune avant de revenir sur Terre (sans équipage).

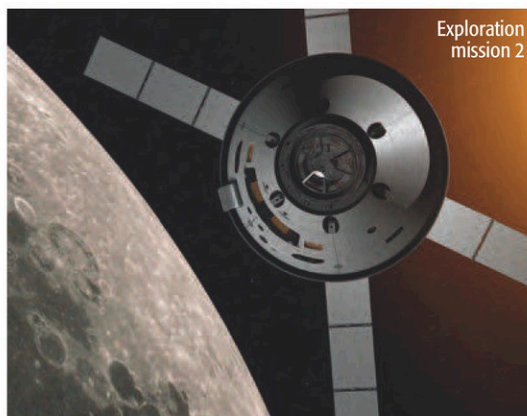
2022

Exploration mission 2 (États-Unis) Un équipage à bord d'*Orion* partira neuf jours pour faire le tour de la Lune et revenir.

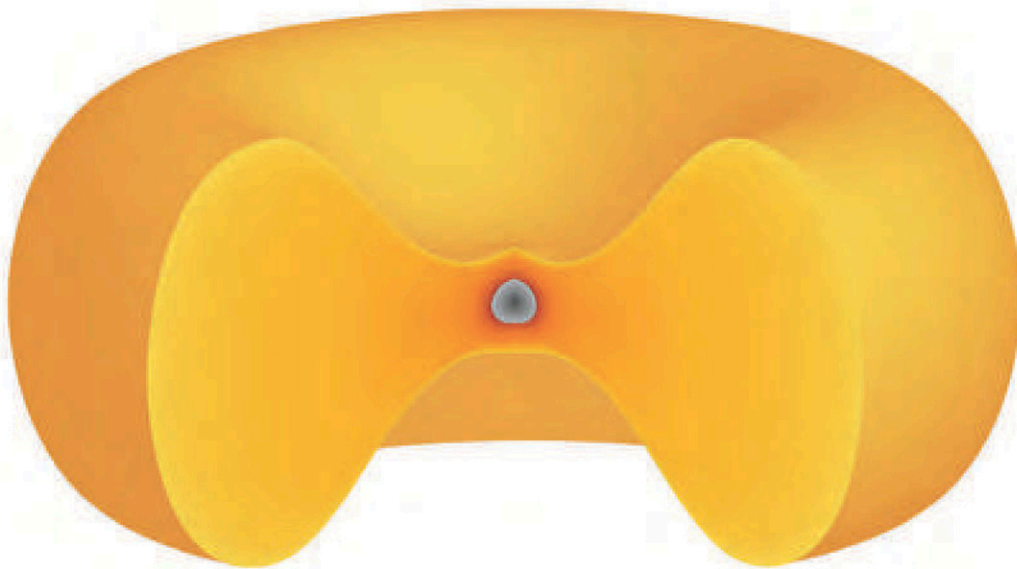
2020 À 2030

Chang'e 6 (Chine) Rapportera d'autres échantillons lunaires.

Lunar Orbital Platform-Gateway (proposé par la NASA, soutenu à l'international) Déploiement d'une station spatiale orbitant autour de la Lune.



Exploration mission 2



Le concept de «synesthesia», un beigne de matière vaporisée.

➤➤ FLOU AUTOUR DE L'ORIGINE DE LA LUNE

Les compositions isotopiques de la Lune et de notre planète semblent trop similaires pour cadrer avec l'hypothèse de l'impact géant, qui veut que notre satellite se soit formé à partir des débris d'une planète ayant foncé sur la Terre au tout début du Système solaire. Les scientifiques essaient donc de trouver un scénario qui pourrait expliquer l'existence du duo Terre-Lune.

L'un des derniers en date vient de l'université de Californie à Davis et a été publié dans le *Journal of Geophysical Research – Planets* en février 2018. La professeure Sarah Stewart et son étudiant Simon Lock ont suggéré qu'un impact a bien eu lieu entre deux planètes, mais que le résultat a été une espèce de «beigne» de matière vaporisée tournant à folle vitesse, appelé «synesthesia», duquel la Lune se serait détachée. Ce beigne serait ensuite devenu notre Terre. Le débat n'est pas près de se conclure, toutefois.

SIMON LOCK

période où les scientifiques estiment que l'astre s'est complètement refroidi. « Ces structures sont-elles réellement si jeunes ? Comment se sont-elles formées ? Y a-t-il eu des activités explosives ? Des effondrements ? Se rendre sur place pour faire du travail géologique de terrain serait la meilleure façon de tirer ça au clair. » Ça et toute l'histoire du volcanisme lunaire, qui reste à éclaircir.

Brett Denevi, qui a corédigé le rapport *Advancing Science of the Moon* publié en 2018 par la NASA pour établir ses priorités, s'intéresse également à l'eau lunaire. Son existence a été confirmée, il y a seulement 10 ans, par des instruments en orbite. La professeure est coinvestigatrice pour Shadowcam, un appareil 500 fois plus sensible que le LROC, et qui fera des photos des endroits toujours à l'ombre, près des pôles, en 2020 (à bord d'un orbiteur coréen). « Il pourra cartographier les différences de réflectance de la surface liées au givre ou à la glace pour déterminer les régions que les futures missions devront explorer. »

D'autres facettes de la Lune attendent encore d'être explorées, comme ces souterrains détectés grâce à un système radar près des collines Marius par une équipe japonaise et américaine, en 2017

(confirmant des données obtenues précédemment en étudiant le champ gravitationnel de la même région). Ces canaux feraient des dizaines de kilomètres de long et quelques kilomètres de large ! Dans leur article publié par *Geophysical Research Letters*, les chercheurs écrivent que ces tunnels formés dans la lave pourraient « potentiellement servir d'abri sécuritaire pour les humains et les instruments ». Des roches collectées dans ces souterrains seraient intéressantes à analyser, puisqu'elles pourraient avoir emprisonné des composés volatils.

Mais retourner sur la Lune est aussi essentiel pour répondre à des questions fondamentales concernant l'histoire du Système solaire. Car, comparativement aux planètes, dont la Terre, elle est un bijou d'archivage. Il faut dire qu'il ne s'y passe pas grand-chose (pas d'érosion, de vent, de tectonique des plaques comme sur notre planète).

La théorie plus souvent acceptée par la communauté scientifique veut que la Lune se soit formée à la suite d'une collision entre la Terre et un objet de la taille de Mars quelque 100 millions d'années après la formation du Système solaire. Des débris de cet « impacteur » auraient

fini par fusionner en tournant autour de la Terre pour constituer la Lune, quoique les scientifiques n'en sont plus certains (voir l'encadré ci-dessus).

L'astre de la nuit est donc un vestige précieux qui pourrait nous apporter des informations introuvables sur Terre. « Au Canada, nous sommes chanceux d'avoir encore quelques vieilles roches, mais pratiquement aucune n'a plus de 4 milliards d'années, explique Gordon Osinski. Puisque le Système solaire a environ 4,5 milliards d'années, nous n'avons pas d'informations sur les premiers 500 millions d'années, et c'est la période même où les planètes se sont formées, où elles ont constitué leur atmosphère et leurs océans, et où la vie a peut-être pu émerger sur Mars ou ailleurs. » Les roches rapportées par *Apollo* ne suffisent pas, car elles proviennent toutes de la face visible de la Lune et de son équateur. Il faudrait plus de diversité pour assouvir la curiosité des scientifiques.

D'ailleurs, s'il pouvait choisir où poser le prochain *rover*, le professeur Osinski opterait pour le bassin pôle sud-Aitken, une dépression de 2500 km de diamètre et de 13 km de profondeur formée à la suite d'une collision avec un objet céleste. Il s'agit du plus grand cratère d'impact connu

EXPLORATION SPATIALE

dans le Système solaire et la composition chimique du sol, évaluée par des orbiteurs, semble très différente des échantillons déjà rapportés.

Gordon Osinski était impliqué dans le projet Moon Rise, un concept de mission robotisée destinée à l'étude du fameux bassin, mais il n'a pas obtenu le financement de la NASA. « Ça demeure un site très important pour la communauté scientifique. On sait que la jeune Lune, la jeune Terre et le reste du Système solaire ont connu beaucoup d'impacts, mais on se demande s'il n'y aurait pas eu un pic il y a 3,8 à 4 milliards d'années », un pic qui aurait créé les grands bassins lunaires. Pas moyen d'étudier tout cela sur Terre, car les traces de ce possible cataclysme ont été effacées.

LES MOYENS POUR QUELLE FIN ?

René Racine, professeur émérite de l'Université de Montréal, est critique des missions sur la Lune, surtout le concept de village lunaire. Ce scientifique a pourtant adoré l'époque *Apollo*, alors qu'il débutait

sa carrière académique. « J'étais excité en tant qu'humain, mais pas en tant qu'astronome », précise-t-il.

Il souligne qu'aucune mission de conquête spatiale n'a reçu de prix Nobel. « Pourtant, ces projets sont financés comme aucun autre. Le public est victime de tout ça; c'est lui qui paie. Ce sont les sondes spatiales qui ont fait avancer la science depuis 50 ans, bien plus que les missions habitées », dit-il.

De nombreux astronomes et astrophysiciens partagent l'analyse de René Racine. Ben Bussey, de la NASA, pense que ces objections sont nées du programme *Apollo* qui, à l'époque de la guerre froide, semblait avoir des visées plus politiques que scientifiques. « Ces missions ont néanmoins permis de faire beaucoup de science, et ça continue, car on a des instruments toujours plus performants pour analyser les échantillons de roches lunaires, par exemple. Je pense que la science jouera un plus grand rôle dans les missions à venir, car, dès leur planification, les sites d'atterrissage seront

déterminés par l'intérêt scientifique. »

Chose certaine, nous serons tous devant nos écrans si ces missions, qui nous promettent la Lune, se concrétisent réellement. **OS**

>> UN SAVOIR PERDU ?

Pour renvoyer des humains sur la Lune, plusieurs défis techniques devront être relevés. Il faut souligner qu'il n'existe plus de lanceur ayant fait ses preuves pour envoyer des équipages au-delà de la Station spatiale internationale.

Mais la NASA y travaille, avec son Space Launch System qui doit être testé en 2020 sans équipage. Des entreprises privées mettent aussi l'épaule à la roue. Leur tâche est d'autant plus complexe qu'ils ne peuvent pas compter sur les vétérans d'*Apollo*. « Ces gens ne travaillent plus, souligne Gordon Osinski, professeur à la Western University, en Ontario. Ils ont écrit des rapports, mais ce n'est pas pareil. »



Fou d'info?

LE JOURNALISTE KARL RETTINO-PARAZELLI
PHOTO : JACQUES NADEU, LE DEVOIR

Recevez gratuitement l'édition papier du samedi pendant 4 semaines. LeDevoir.com/samedigratuit

LE DEVOIR

Des chercheurs de l'INRS créent une cape d'invisibilité

Le professeur José Azaña et son équipe de l'INRS ont développé une approche totalement novatrice qui permet de camoufler un objet éclairé par une lumière à large spectre. Leur avancée, publiée dans la prestigieuse revue *Optica*, pourrait mener à des applications en télécommunications et en sécurité informatique.

L'Institut national de la recherche scientifique (INRS) est le seul établissement au Québec dédié exclusivement à la recherche et à la formation aux cycles supérieurs.

INRS
UNIVERSITÉ DE RECHERCHE

ESPACE INC.

Depuis des décennies, des entreprises privées construisent des fusées, des navettes et des stations spatiales pour les grandes agences gouvernementales. Toutefois, le secteur privé veut maintenant voler de ses propres ailes. SpaceX, Orbital ATK et Blue Origin, entre autres, se livrent à une course folle afin de décrocher des contrats et d'attirer les investisseurs. Le capitalisme se met à l'espace.

PAR ALEXIS RIOPEL

1972

L'entreprise Rockwell est retenue par la NASA pour construire le Space Transportation System (STS), qui comprend la navette, le réservoir et les propulseurs. Cette même compagnie avait fabriqué le module de commande utilisé lors du programme *Apollo*.

1986

L'une des navettes du STS, *Challenger*, aussi conçue par Rockwell, explose peu après le décollage, tuant les sept membres d'équipage.

1990

Le *Pegasus*, d'Orbital Sciences Corporation (aujourd'hui Orbital ATK), devient le premier lanceur entièrement développé par le secteur privé à envoyer des satellites en orbite.

1997

Importante hausse du nombre de satellites de télécommunication mis en orbite. Les lanceurs appartiennent à des agences spatiales, des compagnies privées ou des partenariats public-privé.



“

Le premier milliardaire au monde sera la personne qui arrivera à exploiter du minéral d'astéroïdes riches en métaux.

– L'astrophysicien, Neil deGrasse Tyson, 20 avril 2015

”

TOP 5

Les plus gros contractants de la NASA pour l'année fiscale 2017

CALTECH

2,4 milliards

BOEING

2 milliards

LOCKHEED MARTIN

1,4 milliard

ORBITAL ATK

1 milliard

SPACEX

1 milliard

(Montants totaux facturés à la NASA, en dollars US.)



2018

● La *Falcon Heavy* de SpaceX devient la plus grosse fusée en service.

● Le président américain Donald Trump annonce son intention de céder la SSI au privé en 2024.

● Boeing et SpaceX devraient faire voler des astronautes d'ici la fin de l'année. Les deux firmes doivent faire six missions habitées chacune vers la SSI entre 2019 et 2024.

“

Nous sommes une nation de pionniers, et la prochaine frontière des États-Unis sera l'espace. [...] Nous y retournons. Et nous avons une grande détermination de la part du secteur privé – peut-être particulièrement du secteur privé.

– Donald Trump, 30 juin 2017, qui annonçait un retour sur la Lune, sans donner plus d'argent à la NASA.

”



1998

Mise en orbite de la Station spatiale internationale (SSI).



2000

Le tourisme spatial fait rêver les milliardaires. Blue Origin (Jeff Bezos, fondateur d'Amazon) et Virgin Galactic (Richard Branson) proposent d'amener des voyageurs dans l'espace suborbital.

2001

Le millionnaire américain Dennis Tito est le premier touriste de l'espace. Il se rend à la SSI à bord d'une fusée Soyouz de l'agence spatiale russe. Le Québécois Guy Laliberté fera de même en 2009.

2003

La navette spatiale *Columbia* se désintègre lors de son entrée dans l'atmosphère. L'équipage entier périt lors de l'accident. C'est le début de la fin pour le programme des navettes de la NASA.

2006

La NASA sollicite le secteur privé pour ravitailler la SSI quand les navettes prendront leur retraite. SpaceX et Orbital ATK signent des contrats avec l'agence en 2008.

2007

Lancement du concours Google Lunar XPrize, une course vers la Lune pour les joueurs privés. Il prendra fin en 2018 sans gagnant.

2010

L'attention des investisseurs se tourne vers l'exploitation des ressources de l'espace. Les américaines Deep Space Industries et Planetary Resources promettent d'aller récolter de l'or, du platine et de l'eau sur des astéroïdes. L'eau pourrait servir à produire du carburant dans l'espace.

2015

- Les fusées de Blue Origin et de SpaceX atterrissent verticalement après des voyages dans l'espace. C'est le début des fusées entièrement réutilisables.
- Une mise à jour légale établit le droit des entreprises américaines d'extraire et de prendre possession de ressources dans l'espace. D'autres pays emboîteront le pas.
- Plus de 200 000 personnes signifient leur intérêt pour aller sur la planète rouge dans le cadre de la colonie Mars One. Toutefois, le sérieux de ce projet, initié par le privé, est mis en doute.

2012

La capsule *Dragon* de SpaceX ravitaille pour la première fois la SSI. La capsule *Cygnus* de Orbital ATK y arrivera en 2013.

2011

Après 135 vols, la NASA retire du service sa flotte de navettes.



CRISE DE L'EAU

LE CAP À SEC

Depuis quelques mois, le spectre d'un apocalyptique « Jour zéro » plane sur Le Cap, ce jour où les réserves d'eau potable seront à sec. Les habitants de cette ville d'Afrique du Sud concertent leurs efforts pour éviter le pire.

Par Sylvie St-Jacques

JOEL REDMAN/INSTITUTE





Les résidents du Cap sont au régime sec: la consommation individuelle d'eau est limitée à 50 L par jour, par personne. Au même moment, un Canadien moyen consomme à lui seul 330 L d'eau par jour.

Les étés ont tendance à être secs, au Cap. Mais, en ce mois de mars 2018 qui marque la fin de la saison chaude, la spectaculaire ville d'Afrique du Sud, photographiée des milliers de fois pour ses jardins fleuris et ses collines verdoyantes, déploie une désolation désertique. Piscines vides, pelouses jaunies, végétation morte sur la montagne de la Table, désinfectant pour les mains dans les toilettes publiques où les robinets sont condamnés, etc. Le manque d'eau se manifeste partout où le regard se pose.

Même dans la salle de bain de notre auberge de Somerset West. Une chaudière pour récupérer l'eau grise a été déposée sous le pommeau de douche avec, bien en vue, l'inscription «Deux minutes maximum». «Ma fille Amy me demandait hier si elle allait pouvoir prendre un bain bientôt. J'ai dû lui répondre que non, pas avant longtemps», se désole Janet Lubbe, la propriétaire des lieux.

Depuis janvier dernier, les quelque 3,8 millions de Capétoniens ont complètement révisé leur consommation d'eau courante. Ils ont pris au sérieux l'avertissement de la mairesse Patricia De Lille qui a évoqué la fermeture complète des robinets dans l'éventualité où un plan draconien d'économie d'eau n'était pas appliqué.

Résilients, les résidents de la Mother City se sont mis au régime sec pour respecter la nouvelle limite de consommation d'eau de 50 L par jour et par personne: réduction du temps passé sous la douche, abaissement de la pression dans les tuyaux, service du souper dans des assiettes de carton, même dans les grands restaurants, et activation de la chasse de la toilette une seule fois par jour. Depuis février 2018, des amendes mensuelles de 5 000 à 10 000 rands (entre 500 et 1 000 \$) menacent les foyers qui dépassent leur allocation en eau. La ville

a même publié une «Liste de la honte» pour exposer au grand jour les excès des usagers délinquants du système municipal!

Résultat, le jour où les réserves d'eau potable seront à sec – baptisé «Jour zéro» – prévu d'abord pour avril 2018, ne devrait pas survenir avant 2019. La ville du Cap utilise ces jours-ci moins de la moitié de l'eau qu'elle consommait en 2015, soit 529 millions de litres par jour (contre 1,2 milliard de litres), comme le rapporte le site d'information mis à jour quotidiennement par la ville. Mais, pour échapper au fameux Jour zéro, la consommation quotidienne devra être réduite à 450 millions de litres par jour (résultat d'un régime à 50 L par personne). Un tour de force; rappelons que le Canadien moyen consomme à lui seul 330 L d'eau par jour.

LES RÉSERVOIRS ONT SOIF

Pourquoi Le Cap, une ville d'abondance et possédant quantité de sources d'eau, a-t-elle atteint ce point critique? Une partie de la réponse repose au fond du Theewaterskloof, un immense réservoir niché dans les montagnes à une centaine de kilomètres à l'est, dans la ville de Franschhoek. En temps normal, le réservoir fournit un peu plus de la moitié de l'eau dont Le Cap a besoin. En garant notre voiture en bordure du Theewaterskloof, nous constatons le désastre: ce qui était, il y a deux ou trois ans, un vaste lac d'eau claire est devenu un désert sablonneux, vidé à 90%. Les autres réservoirs qui alimentent le réseau municipal sont à peu près dans le même état.

En 2014, soit bien avant que la crise ne commence, des chercheurs de l'Institute for Security Studies, Steve Hedden et Jakkie Cilliers, mettaient en garde les décideurs du pays contre la surexploitation de la ressource. «Si la demande en eau continue d'excéder les réserves, les

ressources d'Afrique du Sud continueront d'être surexploitées. Cela aura des conséquences sérieuses sur la résilience environnementale des écosystèmes aquatiques et sur la fiabilité des réserves en eau pour la consommation humaine», écrivaient-ils dans une étude modélisant divers scénarios pour le futur.

Les conséquences imaginées dans leur étude se sont finalement manifestées en accéléré. Depuis 2015, la température moyenne en Afrique du Sud a augmenté de 1°C. Au Cap, les pluies se sont raréfiées au cours de la même période, alors que la demande en eau de la population a explosé, notamment à cause des investisseurs immobiliers, des migrants à la recherche d'un travail, des touristes en quête de splendeurs et des *snowbirds* venus d'Europe.

Ce que vit la ville peut être qualifié de « sécheresse hydraulique », créée par un déséquilibre entre la demande et les réserves d'eau disponibles, indique Mark New, directeur du African Climate and Development Initiative, à l'université du Cap. Difficile de déterminer si Le Cap a déjà traversé une telle sécheresse. « Certains prétendent qu'il faut remonter en 1850 pour trouver une situation similaire où, pendant au moins trois ans, les précipitations ont été aussi faibles », confie le chercheur que nous rencontrons dans le quartier Newlands, non loin d'une source publique où des centaines de citoyens font chaque jour la file pour remplir des bidons de 25 L. Les restrictions imposées sur la consommation courante poussent les citoyens à trouver d'autres sources que leur robinet pour éviter les amendes. Et certains Capétoniens, malgré les efforts de dissuasion de la ville à cet égard, font des réserves d'eau en prévision du pire.

Mark New nous fait voir un tableau statistique des dernières décennies, qui illustre comment les cycles climatiques ont changé et rendent les prédictions météo difficiles. « Sur le plan mondial, 2017 a été reconnue comme l'année la plus chaude de l'histoire. Dans le passé, nous avons vu des périodes de trois ou quatre ans où les pluies étaient rares dans la région du Cap, mais ce n'était jamais aussi grave qu'en ce moment. À l'heure actuelle, nous essayons de comprendre comment le réchauffement climatique influence de tels phénomènes. »

Le Cap a besoin d'au moins trois la normale pour réhydrater ses



WILLEM VAN ZYL/ISTOCKPHOTO

EN ATTENDANT LA PLUIE

Pour échapper au sombre destin du Jour zéro et retrouver sa nature luxuriante, Le Cap a surtout besoin de beaucoup de pluie. En réalité, la région aurait besoin d'au moins trois hivers de précipitations plus élevées que la normale pour réhydrater ses sols et remplir ses réservoirs. Et même si les Capétoniens jubilaient d'être arrosés par des averses abondantes au début de l'hiver 2018 (qui correspond à notre été), ce qui a eu pour effet d'élever le niveau d'eau des réservoirs à une capacité de 30%, d'autres problèmes pointent. « Entre-temps, plusieurs endroits ont été brûlés par des feux de brousse. Et les premières pluies pourraient générer de l'érosion et des glissements de terrain », prédit Mark New.

Toute la société est en crise. « On se retrouve à un point où l'économie est fragilisée et les taux de chômage sont en hausse », observe le géologue sud-africain Anthony Turton qui accuse la municipalité du Cap d'être responsable d'une gestion déficiente.

Ce professeur à l'université de l'État-Libre estime que, à l'avenir, la ville doit implanter un ensemble de solutions pour soutenir ses réserves, en plus de compter sur les efforts des individus. Le géologue prône une meilleure récupération des eaux, un peu à l'image de la ville de Perth, en Australie, qui a implanté des systèmes sophistiqués de réutilisation des eaux d'égout. Anthony Turton milite aussi en faveur de projets de dessalement de l'eau de mer, qui, d'ailleurs, commencent à voir le jour au Cap. Rappelons que la ville offre une magnifique vue sur deux océans !

En revanche, tous ces foreurs qui percent le sol à qui mieux mieux et trouvent l'aquifère inquiètent au plus haut point. Ils creusent des puits profonds pour les citoyens bien nantis désireux de se déconnecter du réseau municipal afin d'arroser leur pelouse à leur guise. L'eau souterraine n'est pourtant pas une solution durable. « À un moment, la demande va excéder les réserves », tranche M. Turton.

Pour Jodie Miller, géologue à l'uni-

hivers de précipitations plus élevées que sols et remplir ses réservoirs.



LA PRESSE CANADIENNE/AP PHOTO/BRAM JANSSEN

À gauche, le réservoir de Theewaterskloof, vidé à 90%. En temps normal, il fournit un peu plus de la moitié de l'eau dont le Cap a besoin. Ci-contre, des centaines de citoyens font la file chaque jour devant des sources publiques pour remplir des bidons de 25 L.

versité de Stellenbosch, cette ruée vers les ressources souterraines hypothèque gravement les réserves d'eau et les écosystèmes humides du Cap. « Avec autant de trous de foreurs, je me dis qu'on est en train d'assécher le sous-sol. Ce n'est pas soutenable », dit la chercheuse en géochimie isotopique, qui s'intéresse à la situation de l'eau au Cap depuis 2008.

Non loin des vignobles invitants et des demeures cossues avides d'eau, il y a a Khayelitsha, Langa, Gugulethu, des townships où les habitants vivent sans eau courante ni toilette à la maison. Même s'ils constituent le quart de la population du Cap, les résidents de ces quartiers informels ne consomment que 4,5% de l'eau du système municipal.

« Pour plusieurs Capétoniens, chaque jour est un Jour zéro », explique Jodie Miller qui précise que, dans l'éventualité d'un véritable régime sec, les robinets des townships ne seront pas fermés. « Les risques de transmission de maladies y seraient beaucoup trop élevés dans ces


endroits », indique la scientifique, qui a installé un système d'économie d'eau à sa maison de Paarl, dans la région métropolitaine du Cap, où elle vit avec ses deux fillettes, son mari et le chien de la famille.

MENACE GLOBALE

Des villes comme São Paulo et Brasilia, au Brésil, et Gaborone, au Botswana, ont aussi traversé des crises similaires dans les dernières années, résultat de sécheresses sévères, ainsi que d'infrastructures et de gestion inadéquates. Au printemps dernier, la plupart des robinets de la ville de Shimla, en Inde, n'ont pas pu donner une seule goutte d'eau pendant 15 jours. Une situation sans précédent. « Non seulement manquer d'eau potable nuit à la santé humaine, mais cela peut aussi impacter l'activité économique, déclencher des conflits et chasser les gens de chez eux », énonce un rapport de janvier 2018 du Forum économique mondial.


Le Forum classe d'ailleurs la crise de l'eau au cinquième rang des plus grands risques pour les 10 prochaines années, derrière les armes de destruction massive, les événements climatiques extrêmes, les catastrophes naturelles et l'échec de l'adaptation aux changements climatiques. Des mégapoles comme Mexico et même Londres seraient susceptibles de vivre un Jour zéro, en cas de faibles pluies et d'une gestion déficiente de la ressource.

Le cas de l'Afrique du Sud fascine d'ailleurs la planète entière; il a fait les manchettes un peu partout. Si les efforts d'économie d'eau des citoyens ont permis au Cap de se soustraire au Jour zéro pour le moment, il faut dire que d'autres facteurs ont contribué à ce sursis. Un important don d'eau – 10 milliards de litres – d'un groupe de fermiers de la province du Cap-Occidental a permis de donner un répit à la ville.

Il reste à voir si la crise se résorbera. Et si les villes du monde entier en tireront des leçons. 



LE CORPS, UNE MACHINE CONÇUE POUR LA COURSE



Des adaptations physiologiques apparues il y a plus de 2 millions d'années démontrent que l'humain a évolué pour courir. Aujourd'hui, les coureurs d'endurance misent sur ces capacités pour repousser leurs limites.

Par Guillaume Roy

Franchir 125 km dans les montagnes de Charlevoix est un bon défi pour une randonnée d'une semaine, mais aux yeux de certains athlètes d'endurance, le parcours se boucle en moins d'une journée!

Ce type de course extrême a le vent en poupe. Rien qu'au Québec, on retrouve désormais quatre courses en sentier de plus de 100 km, alors qu'il n'y en avait aucune il y a tout juste cinq ans. En

Amérique du Nord, le nombre d'ultra-marathons – des courses de plus de 42,2 km – a bondi de 183 à 1473 entre 2000 et 2016, selon le site spécialisé ultrarunning.com. Les ultra-coureurs prolifèrent au même rythme: uniquement en 2017, ils sont plus de 79 000 à avoir complété des courses extrêmes, dont 12 059 ont couvert un parcours de 160 km (presque 4 marathons), note-t-on sur le site de référence realendurance.com. Une distance qui donne le tournis, mais qui ne suffit pas pour certains. Pendant le Tor des Géants, une course disputée en Italie, les athlètes parcourent 335 km et la succession



1512

ELIAM JIMÉNEZ BURGOS

28th K. Catalank MALAGA

CLUB DEPORTIVO AXARLÓN

1795

Perfecto es imperfecto



One & Km more



PHYSIOLOGIE

d'ascensions équivaut à un dénivelé positif de 24000m, soit environ trois fois l'Everest.

Pour le commun des mortels, courir l'équivalent de plusieurs marathons quotidiennement, en montagne, pendant des jours peut paraître surhumain. « Avec de l'entraînement, certaines personnes peuvent supporter l'inconfort très longtemps, car la fatigue touche moins les muscles que le système nerveux pendant une course d'endurance », dit Guillaume Millet, physiologiste de l'exercice à l'université de Calgary (il sera à l'Université de Lyon à compter de septembre), qui étudie l'effet de la fatigue sur les athlètes.

Il n'y a pas que des athlètes surentraînés qui y parviennent. En Inde, un gamin de 4 ans a franchi 60 km en 7 heures, alors qu'une jeune Chinoise de 8 ans a couru 65 km par jour pendant 55 jours, cite en exemple Guillaume Millet. Une étude publiée dans *Frontiers in Physiology* en avril 2018 a d'ailleurs démontré que le profil métabolique et la capacité de récupération des enfants est similaire à ceux des athlètes de haut niveau, voire parfois supérieur!

L'humain serait-il fait pour la course? C'est ce que pense le paléontologue Daniel E. Liberman qui étudie le fonctionnement de l'organisme et la façon dont il a évolué depuis plusieurs millions d'années. « Les coureurs d'ultra-marathon ne sont pas surhumains; ils ne font que repousser les limites de la course d'endurance », soutient-il. Selon lui, les premiers représentants du genre *Homo* ont acquis cette résistance incroyable, et les propriétés biomécaniques qui la sous-tendent, il y a plus de 2 millions d'années.

« Lorsque les premiers primates sont devenus bipèdes, il y a 4,4 millions d'années, ils sont devenus lents et vulnérables », note celui qui dirige le département de biologie humaine évolutive à l'université Harvard. Mais l'évolution a rebattu les cartes en sélectionnant les individus les mieux adaptés à l'activité de chasse et de cueillette. « Parmi les traits sélectionnés, outre la coopération et de plus gros cerveaux, il y a la course. C'est d'ailleurs une des clés pour comprendre l'évolution de la structure du corps humain, car on retrouve plusieurs caractéristiques qui ne servent qu'à cette activité », assure Daniel E. Liberman.

Prenez le talon d'Achille. C'est un ressort très efficace pour courir, mais il n'apporte aucun bénéfice biomécanique pour la marche. Idem pour la cambrure du pied. « Ces adaptations, qui agissent comme des ressorts, permettent de stocker près

de 50% de l'énergie nécessaire lorsqu'on court et cette énergie est restituée à chaque foulée », remarque le chercheur qui, en collaboration avec le biologiste Dennis Bramble, a rédigé le premier article scientifique sur l'importance de la course dans l'évolution humaine, lequel a été publié par *Nature* en 2004.

Quand on se compare au chimpanzé, notre plus proche cousin chez les primates, on constate plusieurs autres différences physiologiques, ajoute Daniel E. Liberman qui a publié, depuis, une dizaine d'études portant sur le sujet, ainsi que le livre *The Story of the Human Body*, en 2013. Nos orteils sont plus courts pour éviter de les briser en courant et nos jambes sont plus longues pour nous permettre de faire de grandes foulées. Et nous avons de grosses fesses. « Le grand fessier, qui connecte les jambes au bassin, sert à stabiliser le corps, et on l'utilise seulement lorsque l'on court », soutient-il. Des épaules plus basses et l'apparition du ligament nuchal (au niveau du cou) font aussi partie des adaptations majeures qui permettent de stabiliser la tête pendant la course.

CHASSEURS ENDURANTS

C'est pour échapper aux prédateurs, mais surtout pour nourrir leur clan, que les hominidés du genre *Homo* sont peu à peu devenus de vraies machines de course.

« Tous les carnivores doivent courir pour attraper leur proie, poursuit Daniel Liberman. Je ne vois pas pourquoi les humains feraient exception. » Pas facile, toutefois, de rattraper une gazelle, un cerf ou un zèbre lors d'un sprint.

Sans armes (les premières lances n'étant apparues qu'il y a 400 000 ans), nos ancêtres ont donc misé sur une redoutable tactique: la chasse à l'épuisement! Le plan consistait à courir longtemps après un animal pour le

« Les coureurs d'ultra-marathon ne sont pas surhumains; ils ne font que repousser les limites de la course d'endurance. »

– Le paléontologue Daniel E. Liberman

À 1h30 le matin, 120 coureurs reçoivent les instructions des organisateurs avant d'entamer le parcours de 125 km de l'Ultra-Trail Harricana qui s'est tenu à l'automne 2017 dans Charlevoix.



GUILLAUME ROY

faire surchauffer jusqu'à ce qu'il s'écroule.

Car le fait de courir génère beaucoup de chaleur et « si la chaleur est produite plus rapidement qu'elle n'est dissipée, la température du corps augmente », a expliqué David R. Carrier, un biologiste pionnier dans l'évolution de la morphologie humaine, dans une étude sur le sujet publiée par *Current Anthropology* en 1984.

En pourchassant l'animal à l'heure la plus chaude de la journée, ce dernier est rapidement incommodé et cherche à s'arrêter dès que possible pour abaisser sa température corporelle en haletant. En suivant les traces laissées par la bête, le chasseur peut toutefois traquer sa proie pendant plusieurs heures, jusqu'à ce qu'elle ait trop chaud pour continuer.

Et c'est justement parce que l'humain, lui, a une capacité unique lui permettant d'éviter la surchauffe qu'il est gagnant à ce jeu-là. « Nous suons plus par unité de surface que n'importe quelle autre espèce, grâce à des glandes sudoripares qui n'ont pas d'équivalent dans le monde animal », soutient David R. Carrier. Et contrairement à la plupart des animaux,




nous n'avons presque pas de poils.

« De plus, alors que les quadrupèdes doivent respirer une fois par enjambée, car leurs poumons sont comprimés pendant la course, l'humain, bipède, peut respirer plus librement lorsqu'il court, favorisant l'apport d'oxygène dans le corps », ajoute le biologiste.

Toutes ces adaptations ont permis à l'homme de pratiquer la chasse à l'épuisement pendant des millénaires jusqu'à la fin du XX^e siècle, alors que plusieurs peuples autochtones, comme les Bushmen en Afrique australe, les Tarahumara au Mexique, les Navajos aux États-Unis ou les aborigènes d'Australie, chassaient encore des proies ainsi. Cette technique a d'ailleurs été documentée par l'anthropologue Louis Liebenberg qui a participé à plusieurs chasses à l'épuisement dans le désert du Kalahari dans les années 1980 et 1990. Aujourd'hui, la pratique est de plus en plus rare, car l'utilisation de fusils a changé la donne, mais cette extraordinaire endurance n'a pas disparu pour autant.

Mieux, on en repousse sans cesse les limites. Dans le quartier Queens, à New York, des coureurs complètent la *3100 Mile Race* (4989 km) en 52 jours, en faisant 5649 tours d'un pâté de maisons près de Central Park. D'octobre 2009 à octobre 2010, le coureur français Serge Girard est allé encore plus loin en parcourant la distance de 27012 km en un an, soit l'équivalent de 74 km par jour! Quelle distance quotidienne le corps humain peut-il ainsi tolérer? « Difficile à dire », répond le physiologiste Guillaume Millet, car notre cerveau nous protège contre nos propres excès et chaque personne réagit différemment à la fatigue. Les deux seules limites réelles sont le manque de sommeil et la chaleur, ajoute M. Millet, car ils peuvent causer des hallucinations, un manque de jugement et ultimement la mort.

Quoi qu'il en soit, nous aurions probablement tous intérêt à renouer avec le coureur qui sommeille, sous les couches de civilisation moderne, en chacun de nous. « Nous ne sommes génétiquement pas faits pour être sédentaires », martèle Guy Thibault, directeur des sciences du sport à l'Institut national du sport du Québec. Et nul besoin de franchir des distances inimaginables pour bénéficier des effets de la course, car en plus d'améliorer le système musculo-squelettique, l'activité physique agit comme un antidépresseur, réduit le stress et facilite le sommeil.

Prêts à chausser vos espadrilles? 



DES FEMMES BIONIQUES?

Les femmes sont moins fatiguées sur le plan musculaire après une course d'endurance, selon les données recueillies lors d'une étude réalisée après l'Ultra-Trail du Mont-Blanc, une course de 166 km dans les Alpes françaises. « Les femmes sont soit plus résistantes à la fatigue, soit elles gèrent mieux leur niveau de fatigue que les hommes », commente le physiologiste de l'exercice Guillaume Millet, avant d'ajouter que davantage de recherche est nécessaire pour mieux comprendre les mécanismes.

L'État doit-il défendre la nature?

Stéphanie Roy consacre sa thèse de doctorat à un remodelage du rôle de l'État en matière de protection de l'environnement.



LOUISE BILODEAU

Été 2007, les algues bleues envahissent les plans d'eau de la province, dont le lac et la rivière Saint-Charles, au nord de la ville de Québec. L'année suivante, la municipalité adopte un règlement pour protéger sa source d'approvisionnement en eau potable. Désormais, les citoyens vivant près du cours d'eau doivent laisser une bande végétale de 10 m à 15 m de largeur le long de la berge afin qu'elle agisse comme un filtre naturel. Privés de la jouissance de leur terrain, les résidents sont en fureur : c'est de l'expropriation déguisée, allèguent-ils devant les tribunaux.

L'affaire Wallot, du nom du meneur du groupe de plaignants, chemine jusqu'en Cour d'appel du Québec. En 2011, celle-ci rejette la contestation des citoyens et confirme le jugement de première instance de la Cour supérieure : le règlement de la ville de Québec est valide. Dans le jugement, un passage retient tout particulièrement l'attention de Stéphanie Roy, aujourd'hui doctorante en droit administratif à la faculté de droit de l'Uni-

versité Laval. « On peut y lire que la ville de Québec, comme toutes les municipalités, a un rôle déterminant et incitatif à jouer en matière de protection de l'environnement. On parle entre autres de responsabilité grandissante en ce domaine », souligne l'avocate de 30 ans.

L'air de rien, ces propos sont révolutionnaires : ils laissent entendre que l'État pourrait occuper un rôle plus important à titre de protecteur de l'environnement. L'affaire Wallot, que la Cour suprême a refusé d'entendre en 2012, constitue d'ailleurs une des pierres d'assise des travaux de Stéphanie Roy, qui portent sur la notion d'État fiduciaire. « Selon cette théorie, la nature est un bien que l'État doit gérer, par souci éthique, dans l'intérêt de la collectivité. Les bénéficiaires de cette fiducie comprennent les générations actuelles, mais aussi futures, puisque ces dernières vont payer le prix de nos décisions actuelles », explique la récipiendaire d'une des 15 bourses 2017 de la Fondation Pierre Elliot Trudeau, remises chaque année à des doctorants en sciences humaines et sociales.

Les devoirs de l'État

Pour celle qui a grandi au bord de la rivière Montmorency, être dehors est une seconde nature – elle ne manque d'ailleurs jamais une occasion de s'y évader pour pratiquer la randonnée pédestre ou le ski de fond. Sans surprise, sa sensibilité face aux questions environnementales s'est transportée dans ses intérêts de recherche. Elle a d'ailleurs consacré sa maîtrise, au début des années 2010, à la responsabilité civile en cas de déversement d'hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent. À l'époque, le gisement Old Harry, sur la frontière maritime entre les provinces de Québec et de Terre-Neuve, fait les manchettes.

« Il y avait un intérêt pour exploiter ce gisement. Parallèlement, plusieurs communautés qui dépendent du fleuve et du golfe pour leur survie, comme celle des Îles-de-la-Madeleine, s'inquiétaient des conséquences d'un potentiel déversement », se souvient Stéphanie Roy. Une question la turlupine alors : qu'arriverait-il aux victimes si un tel scénario devait survenir ? Seraient-elles dédommagées pour les torts subis ? La réponse, qu'on peut lire dans son mémoire publié sous le titre *La responsabilité civile en cas de déversement d'hydrocarbures : l'exemple Old Harry* aux Éditions Yvon Blais, a de quoi décevoir. « En gros, il y a un risque de sous-indemnisation des victimes. La loi et le régime de règlement dont nous disposons ne sont pas suffisants », résume la juriste.

Les ponts avec son doctorat, débuté en 2015, sont dès lors jetés ; si le cadre juridique actuel en matière de protection de l'environnement est déficient, rien n'empêche d'en mettre un meilleur de l'avant. Pour ce faire, Stéphanie Roy base sa réflexion sur des écrits qui remontent jusqu'aux années 1970, période à laquelle des auteurs américains avaient élaboré des pistes de solution au problème de la pollution, fondées sur la théorie d'un État fiduciaire – l'idée a continué à faire son chemin, sans toutefois être importée au Canada. En outre, elle recourt à une abondante jurisprudence pancanadienne (comme l'affaire Wallot) qui, sans s'appliquer spécifiquement à cette théorie, permet néanmoins de déterminer quels sont les devoirs de l'État en matière d'environnement. « Au final, ce raisonnement me permettra de décrire ses obligations de loyauté, de reddition de compte, et ainsi de suite », fait valoir la jeune femme qui est aussi bénévole au Centre québécois du droit de l'environnement.

Une doctrine au poids lourd

À terme, ces travaux seront vraisemblablement repris dans de vraies causes, pense Pierre Lemieux, professeur à la faculté de droit de l'Université Laval et directeur de thèse de Stéphanie Roy. « Certains auteurs prétendent déjà, en vertu du droit non écrit (*common law*), que les obligations environnementales de l'État en droit sont la traduction de devoirs fiduciaires. La thèse de Stéphanie, comme doctrine, va en quelque sorte donner du poids à ce raisonnement », affirme-t-il.

Que sa protégée soit boursière d'une des plus prestigieuses fondations du Canada n'étonne pas de tout l'avocat spécialiste en droit administratif : « Le sujet de sa thèse est avant-gardiste. Il n'a jamais été traité au Québec ni au Canada. Il faut à la fois être une excellente chercheuse et juriste pour s'attaquer à un si gros morceau. » **Par Maxime Bilodeau**

Les questions de Rémi Quirion

SCIENTIFIQUE EN CHEF DU QUÉBEC*



CHRISTINNE MUSCHI

R.Q. : Quelles sont les difficultés de mener un tel projet si avant-gardiste ?

S.R. : Le plus grand défi, à mon avis, est de présenter des solutions qui soient concrètement applicables – et non théoriques – et qui tiennent compte des caractéristiques de nos systèmes politique et économique. Si je souhaite que ce que je propose soit attrayant pour les gouvernements, les avocats et les juges, et mène à de vraies réformes, je dois aussi m'assurer que cela respecte la réalité de la pratique du droit, et considérer le point de vue des personnes, au sein du gouvernement, ayant été amenées à gérer des problèmes environnementaux, par exemple.

R.Q. : Que représente la bourse que vous avez obtenue dans le développement de votre carrière ?

S.R. : Cette bourse, en plus du soutien financier, me permet de faire partie d'une communauté de chercheurs et de mentors provenant de différents milieux et d'avoir l'occasion d'échanger avec eux plusieurs fois par année. En plus de me donner l'occasion d'enrichir mes réflexions et de confronter mes idées, être membre de cette communauté m'a permis de tisser des liens avec des personnes impliquées dans le domaine de l'environnement au Canada, ce qui facilite la création de projets communs et d'initiatives interdisciplinaires. Bref, les opportunités qui se présentent à moi se sont multipliées.

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

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

 scientifique-en-chef.gouv.qc.ca
 facebook.com/RQuirion

CuLTuRe

ÉMILIE FOLIE-BOIVIN  @efolieb



VOIR



IMAGE REHAUSSÉE. PHOTO : ©BRIAN LEIGH MOLYNEUX

Illustrations gravées d'un navire à voiles et de deux personnages que l'on croit être des Mi'gmaq. L'un d'eux porte des vêtements militaires européens et est armé d'un sabre. Ces gravures se trouvent à Kejimkujik, en Nouvelle-Écosse.

Plus bas : Áísinaí'pi (le parc provincial Writing-On-Stone, en Alberta) a toujours été un lieu sacré pour les Niitsitapi (Pieds-Noirs). On y retrouve des images d'art rupestre comme celle-ci. La particularité du paysage environnant contribue à renforcer le caractère sacré du site.

De l'art solide comme le roc

Le Canada compte plus de 4 000 sites d'art rupestre. Si la plupart de ces « galeries d'art » en plein air sont méconnues du public, cinq d'entre elles sont désormais accessibles. Les curieux pourront découvrir les gravures millénaires sans mettre le bout du nez dehors, grâce à l'exposition virtuelle *Des images dans la pierre*, présentée par le Musée de la civilisation, et réalisée en partenariat avec l'Université du Québec à Montréal et la firme Akufen.

En plus du site à pétroglyphes de Qajartalik, au Nunavik, le public a également accès à celui de Kejimkujik, en Nouvelle-Écosse, de Pepeshapissinikan, au Québec, d'Áísinaí'pi (ou Writing-on-Stone), en Alberta, ainsi que de K'ak'awin (ou Sproat Lake), en Colombie-Britannique. « Le but était de montrer la richesse et la diversité de ce patrimoine, explique Jean Tanguay, chargé de recherche du Musée de la civilisation. De démontrer que tout un univers de

croisances, de références à des êtres mythologiques a survécu jusqu'ici. »

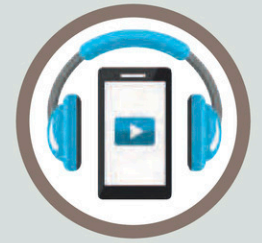
L'exposition rassemble des images des sites, récoltées notamment par l'utilisation d'un drone, ainsi que des entrevues avec des chercheurs et des membres des communautés autochtones. *Des images dans la pierre* s'intéresse ainsi autant aux aspects scientifiques liés à ces sites qu'aux systèmes de croyances des communautés qui les ont créés. Le tout est doublé de matériel pédagogique que pourront utiliser les enseignants du primaire et du secondaire pour révéler ce trésor culturel aux jeunes.

Un héritage à découvrir, un thé du Labrador à la main, sans craindre de déplacer le moindre caillou.

Exposition virtuelle Des images dans la pierre, dès septembre 2018, sur le site web du Musée de la civilisation www.mcq.org et celui du Musée virtuel du Canada www.museevirtuel.ca.



AKUFEN. ©MUSÉE DE LA CIVILISATION



ÉCOUTER Comme sur Mars

Aimeriez-vous savoir à quoi ressemble la dynamique entre 6 étrangers isolés pendant 365 jours dans un dôme avec comme seule fenêtre sur le monde extérieur un accès Internet limité à Wikipédia et aux courriels? Il vous faut alors plonger dans *The Habitat*, un balado qui documente l'une des simulations de mission sur Mars menée par la NASA sur un champ de lave d'Hawaï. Six cobayes ont accepté de s'enrôler dans cette folle expérimentation. Flirts, ennui, disputes : *The Habitat* raconte leur quotidien au fil de sept demi-heures passionnantes, en utilisant les enregistrements fournis par l'équipage et des archives sonores de « vraies » missions spatiales. On constate à quel point envoyer des humains sur Mars est une opération complexe, et que l'imprévisibilité d'une telle entreprise est l'une des variables les plus difficiles à contrôler.

The Habitat, sept épisodes de 30 minutes, en anglais. gimletmedia.com/the-habitat.

REGARDER



Louis Larose

Rats des villes

Contrairement à ce qu'en disent les mauvaises langues, il n'y a pas que du béton en ville! Toute une faune peuple les arbres devant les quadruplex et les dessous de balcon des jumelés. La cohabitation n'est pas toujours des plus faciles entre les humains et leurs petits voisins à poils comme les écureuils, les rats et les mouffettes. Pour démystifier

ces animaux qui habitent si près, mais qui nous sont si étrangers, l'émission *Louis et la faune urbaine* propose d'accompagner Louis Larose et son équipe qui observent les nuisances animales dans un contexte urbain. Parfait pour devenir moins bête devant la nature.

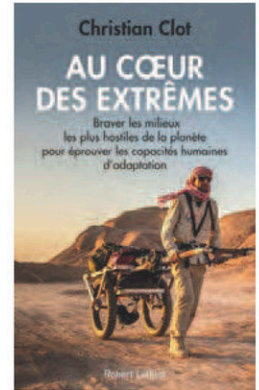
Louis et la faune urbaine, en ondes les jeudis 19h30, dès le 6 septembre, à UnisTV.

LIRE

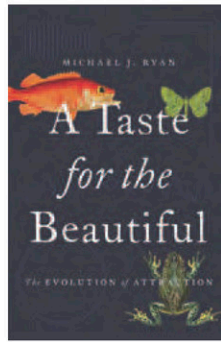
La force du mental

Passer 30 jours, en solitaire, dans chacun des 4 milieux les plus extrêmes de la planète, c'est le défi que s'est lancé l'explorateur franco-suisse Christian Clot dans son projet *Adaptation*. Il a notamment traversé un désert iranien, plombé par des températures de 70°C, ainsi que les monts de Verkhoïansk, en Sibérie, où la température à l'intérieur de sa tente a atteint un brutal -55°C. Son livre *Au cœur des extrêmes* raconte les défis de cette incroyable aventure qu'il a entreprise afin de tester les capacités d'adaptation de l'être humain. Ça se lit comme un roman, mais dans le confort de ses pantoufles; le lecteur manque de souffle au même rythme que l'explorateur, lorsque ce dernier repousse les limites de l'endurance et affronte la peur ainsi que l'isolement. Il nous enseigne au passage que l'humain n'est pas fait en guimauve.

Au cœur des extrêmes, Christian Clot, Éditions Robert Laffont, 306 p.



Succomber au pouvoir d'attraction



Si nous avons les roses, le parfum, le rhythm and blues et la blanquette de Limoux pour créer une ambiance propice à la séduction, les animaux ont eux aussi tout un attirail pour courtiser leur partenaire, offrant des sérénades, exécutant des pas de danse et affichant leurs plus belles couleurs. Mais sur quoi se base la loi de l'attraction dans le règne animal? Le cerveau des bêtes a-t-il développé un sens de l'esthétique? Dans *A Taste for the Beautiful: the Evolution of Attraction*, le chercheur américain Michael

J. Ryan montre que les animaux perçoivent non seulement les odeurs, mais aussi la symétrie et l'esthétique de constructions dignes des meilleures firmes d'architectes. Les oiseaux, les insectes, les mammifères et les poissons ont une perception de la beauté qui n'est, au final, pas si éloignée de la nôtre.

A Taste for the Beautiful: the Evolution of Attraction, par Michael J. Ryan, Princeton University Press, 208 p.

ÉCOUTER



PHILIPPE MAROIS

L'alzheimer, de l'intérieur

Un demi-million de Canadiens est atteint d'alzheimer, une maladie qui affecte la mémoire, et dont l'évolution sur plusieurs années chamboule l'univers de l'entourage du malade. Dans le documentaire radio *Fais ce qui est le mieux pour moi – une série pour apprivoiser la maladie d'Alzheimer*, réalisée par le journaliste Philippe Marois, l'animatrice Marie-France Bazzo s'intéresse à cette maladie dont sa mère est atteinte. Elle a rencontré des scientifiques, des spécialistes, des proches aidants et a recueilli un grand nombre de

bouleversants témoignages révélant vulnérabilité et bonté. Au fil des quatre épisodes, elle nous entraîne dans les divers stades de dégénérescence. Un documentaire éclairant et rempli de ressources, dans lequel Marie-France Bazzo se livre en toute intimité. Elle réussit à faire ressortir l'amour de toutes ces histoires crève-cœur.

Fais ce qui est le mieux pour moi – une série pour apprivoiser la maladie d'Alzheimer, sur les ondes d'ICI Radio-Canada Première, à partir du 28 septembre, 21h, et les trois vendredis suivants: 5, 12, 19 octobre, même heure.

La science lue

Galilée, Einstein, Oliver Sacks, Fernand Seguin et autres Hubert Reeves se partageront la scène lors du spectacle *Du big bang à la double hélice* présenté par le Festival international de littérature de Montréal. En fait, ils prendront la parole par le biais de leurs écrits qui seront livrés par nulle autre que la voix radiophonique du journaliste et auteur Yanick Villedieu. On pourra observer le lien étroit unissant la science et la littérature, car, à travers l'énergie nucléaire, l'astrophysique ou l'ADN, ces grands scientifiques racontaient et expliquaient le monde dans des textes émouvants, déroutants et parfois même drôles.

Du big bang à la double hélice, 22 septembre 20 h, au Théâtre Outremont, www.festival-fil.qc.ca.



JACQUES ROBERT

RÉTROVISEUR

L'HISTOIRE DES SCIENCES VUE PAR SATURNOME

William Henry Perkin est un étudiant au Royal College of Chemistry de Londres, âgé de seulement 18 ans, lorsqu'il fait la découverte qui établira sa réputation, en 1856.



August Wilhelm von Hofmann, son professeur, cherche à synthétiser la quinine, une substance naturelle qui est très en demande pour le traitement du paludisme.



Le jeune homme participe donc à ces recherches, et c'est alors qu'un accident survient...



Dude, pas rapport! Pourquoi mes expériences ne marchent pas ...



Ravi de sa découverte inopinée, qui est véritablement le premier colorant synthétique, il décide d'abandonner ses études en chimie pour ouvrir une usine et commercialiser son invention.



Perkin ne pouvait pas mieux tomber : le mauve était une couleur très difficile et onéreuse à produire. Elle était d'ailleurs réservée à la plus haute aristocratie.



Aussi, le développement de l'industrialisation était à même de produire en grande quantité du textile.



Finalement, en 1862 la Reine Victoria fait sensation avec une robe mauve, mettant ainsi cette couleur à la mode.



Le mauve était partout grâce à Perkin et étant donné que l'on voyait maintenant les intérêts commerciaux de la chimie, ce domaine naissant reçut un coup de pouce!



Il existe encore aujourd'hui une petite quantité du mauve original créé par Perkin lui-même. Certains en font encore usage! Le chimiste Charles Rees, par exemple, en aurait teint l'un de ses noeuds papillon.



Un concours pour les classes, les jeunes et les adultes

20 septembre 2018

Journée nationale Je lis la science!



Une présentation du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada

Participez en classe ou à la maison

Le 20 septembre, les jeunes, les adultes et les classes des écoles primaires et secondaires canadiennes sont invités à consacrer un moment de la journée à des lectures scientifiques :

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

Détails du concours et inscriptions :

www.jelistlascience.com

Prix à gagner

Plus de 4 500 \$ de livres et magazines

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

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

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



Organisé par :

Les Explorateurs DÉBROUILLARDS CURIUM

En collaboration avec :



100 MILLIONS
D'IDÉES

UQÀM

Voir clair dans le rôle de l'eau

Percer les secrets des interactions
entre l'eau et les écosystèmes pour
mieux conserver le territoire ?

Une idée brillante.