UN NOUVEAU TROUBLE D'APPRENTISSAGE

LE MAL DES CHIFFRES



CHOCOLAT
LES FÈVES DU BONHEUR



ELPI UN VISITEUR DE 380 MILLIONS D'ANNÉES



QUÉBEC SCIENCE

Avril ~ mai 2014 QUEBECSCIENCE.QC.CA

ATTENTION TEMPÊTE SOLAIRE

Un ouragan magnétique généré par le Soleil pourrait mettre en panne notre planète high-tech

Normand Baillargeon
Pour en finir avec l'éducation magique

Jérusalem
Bataille pour un temple

0 65385 96330 2 04
6,45$
EN KIOSQUE JUSQU'AU 24 MAI 2014
40065387

PRIX DU PUBLIC *QUÉBEC SCIENCE*

DÉCOUVERTE

Un univers parallèle chez les protéines



Voir
la fierté
dans les yeux
de nos chercheurs

L'Université de Sherbrooke est fière de compter dans sa communauté des personnes passionnées dont la contribution à l'avancement du savoir et au développement de notre société est une véritable source d'inspiration pour les générations à venir.

DE L'ANNÉE



Sur la photo : Xavier Roucou, professeur à la Faculté de médecine et des sciences de la santé, en compagnie de Guillaume Tremblay et Julie Motard. L'équipe comprenait également Danny Bergeron, Cyntia Bissonnette, Catherine Lapointe, Benoît Vanderperre et Solène Vanderperre.

« Nous ne cherchions pas autant de nouvelles protéines! »

3 questions à Xavier Roucou

Présentation du projet par *Québec Science*

USherbrooke.ca/decouverte2013

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE | *Voir* au futur



Organisateurs

Association francophone pour le savoir
Acfas

Université Concordia University

Partenaires institutionnels

Enseignement supérieur, Recherche, Science et Technologie
Québec

Caisse de dépôt et placement du Québec

ICI Radio-Canada

QUÉBEC SCIENCE
AVRIL-MAI 2014

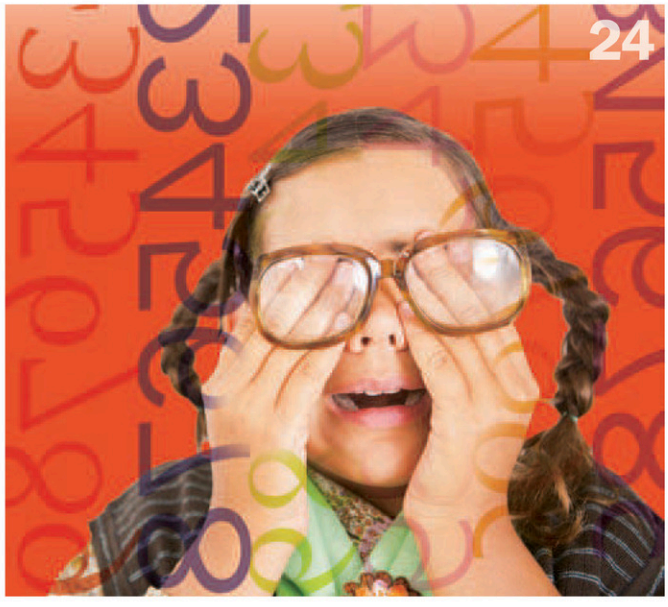


EN COUVERTURE

20 Soleil trompeur

Nous sommes en plein pic solaire. C'est dire que notre étoile est bien susceptible. Or, une tempête solaire pourrait avoir des conséquences désastreuses sur nos télécommunications.

Par Binh An Vu Van



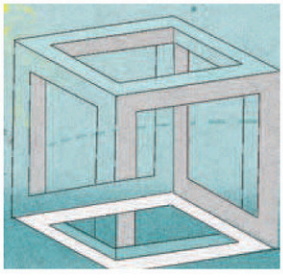
MATHÉMATIQUES, DÉMONS ET MERVEILLES

24 Le vertige des chiffres

Pour certains enfants, apprendre à compter est une lutte de chaque instant. Leur problème? La dyscalculie, un trouble méconnu encore mal pris en charge.

Par Marine Corniou

30 Voyage au pays de l'abstrait



Théorèmes, conjectures, matrices, équations, inconnues... L'univers des mathématiques a ses lois et son langage, que maîtrisent une poignée de chercheurs passionnés. Incursion dans un monde à part.

Par Marine Corniou



COUVERTURE : SOLAR DYNAMICS OBSERVATORY/NASA

34 Elpi, les premiers pas

Surgi de la pierre après 380 millions d'années, un fossile révèle comment sont apparus les premiers vertébrés terrestres.

Par Joël Leblanc

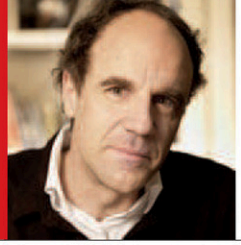
+ le capital savoir, un précieux levier de développement et de démocratie

Agents de changement

Un supplément réalisé en collaboration avec le réseau de l'Université du Québec.



Au centre



Billet

Par Raymond Lemieux

L'île ensorcelée

Elle cacherait dans son sous-sol des milliards de barils de pétrole. Assez pour que le Québec puisse se donner des airs de Norvège. Mais l'or noir d'Anticosti est-il plus acceptable que celui, dit sale, des sables bitumineux de l'Alberta?

On raconte que, jadis, un sorcier habitait l'île d'Anticosti. Il s'appelait Louis Gamache. Il y vivait en farouche autarcie, avec femme et enfants. Pour se protéger des flibustiers et des forbans qui naviguaient sur le Saint-Laurent, il se serait construit toute une réputation d'inquiétant personnage, amplifiée par le rhum des marins. On disait qu'il avait vendu son âme au diable, que le loup-garou qu'il était, pouvait massacrer les équipages et dévorer les voyageurs imprudents. Au XIXe siècle, on ne faisait pas escale à Anticosti...

Il a fallu la mégalomanie du chocolatier Henri Menier pour redonner du charme à cette géante du golfe. Après avoir cherché en vain un royaume en Inde, en Chine, au Maroc, en Tunisie, en Italie et en Norvège, ce riche industriel français s'arrête à Anticosti, impressionné par son immensité, sa nature sauvage et ses rivières à saumons. Il y construit un château, déplace des ours, introduit des cerfs de Virginie, des gélinottes aussi, pour faire de son domaine un paradis de chasse. Mais la saga se termine en eau de boudin lorsqu'il meurt en 1913. Le fantôme de Gamache aurait-il encore fait des siennes?



Anticosti, la majestueuse

Les Innus la nommaient *Notiskuan*, « le lieu où on chasse l'ours ». Vers 1600, les explorateurs français, dont Champlain, la baptisent Anticosti. L'île sera annexée à Terre-Neuve après 1760, puis redonnée au Québec en 1774. Deux cents ans plus tard, elle était devenue la cour à bois de la compagnie Consolidated Bathurst. Le gouvernement l'achète alors pour 25 millions de dollars.

Avec ses 7 900 km^2, Anticosti est un pays en soi. Pas trop facile d'accès, elle avait jusqu'ici conservé son aura de mystère avec ses grottes, ses falaises, ses canyons, ses rivières et ses fossiles. Mais aujourd'hui, on y flaire du pétrole. Et pas qu'un peu.

C'est l'équivalent de 30 milliards de barils emprisonnés, entre 300 m et 2 000 m de profondeur, et étalés comme un coulis épais de 40 m, il y a 450 millions d'années à la grandeur de l'île. Faut-il les laisser là et garder la nature anticostienne intacte?

Au début de 2014, un groupe d'anciens politiciens et de décideurs économiques invitaient le gouvernement à oser le virage pétrolier. « Fermer la porte à l'exploitation du pétrole québécois serait irresponsable », affirmaient-ils dans leur manifeste intitulé *Pour tirer profit collectivement de notre pétrole* en ajoutant, afin de ménager la fibre verte de chacun : « Permettre une exploitation qui ne se ferait pas selon les hauts standards de la protection de l'environnement le serait tout autant. » Ainsi, puisque le Québec aura à consommer encore du pétrole dans les prochaines années, aussi bien prendre celui qui est dans son sous-sol soutiennent-ils. D'autant plus que cela peut s'effectuer proprement, comme le fait la Norvège qui produit 3 millions de barils par jour, en protégeant son industrie de la pêche.

Mais on va peut-être un peu vite dans le rêve. Il faut dire que ce pétrole contenu dans les shales de Macasty n'a rien d'un gisement classique comme il s'en trouve dans les émirats arabes. C'est donc par la fracturation hydraulique – la même que pour extraire le gaz de schiste, – que l'on irait puiser cet or noir. Serait-ce vraiment plus « propre » ou plus acceptable que le pétrole des sables bitumineux?

Il faudrait alors forer l'île en des milliers de points. On parle d'établir 3 000 plateformes pour ce faire, sans compter un réseau de transport par oléoduc qui conduirait le pétrole à un port, d'où il serait transbordé et mené jusqu'à une raffinerie avant de gagner nos pompes à essence.

Certes, le manifeste est pour le moment une invitation à autoriser l'exploration, « afin de confirmer le potentiel et éventuellement l'exploitation pétrolière ». Cela dit, comme le fait remarquer Jean-François Spain, chargé de recherche au Centre d'initiation à la recherche et d'aide au développement durable (CIRADD) et coauteur de *Du pétrole pour le Québec?*, « la filière pétrolière québécoise devrait être davantage un projet économique avec des objectifs à long terme qu'un projet d'affaires ». Toute la nuance est là. Il propose d'opter pour une gestion patrimoniale des ressources naturelles, afin de profiter pleinement du caractère structurant que cela pourrait imprimer à l'économie, ce qui deviendrait possible en réanimant la Société québécoise d'initiatives pétrolières (SOQUIP), une société d'État créée en 1969 que presque tout le monde a oubliée.

En tout cas, un tel pari mérite une réflexion plus soutenue. Mais pourquoi ne pas entreprendre cette réflexion avant d'entamer l'exploration? Ce ne sont certainement pas les cerfs de Virginie, trop occupés à brouter les jeunes arbres de l'île, qui pousseront les promoteurs à le faire. Reste Gamache…

QUÉBEC SCIENCE

AVRIL-MAI 2014 VOLUME 52, NUMÉRO 7

Rédacteur en chef Raymond Lemieux
r.lemieux@quebecscience.qc.ca

Reporters Marine Corniou, Dominique Forget
Collaborateurs Serge Bouchard, Jean-Daniel Doucet, Catherine Girard, Fabien Gruhier, Joël Leblanc, Pascale Millot, Jean-Pierre Rogel, Binh An Vu Van
Éditing Hélène Matteau
Correcteur-réviseur Luc Asselin

Directeur artistique François Émond
Photographes/illustrateurs Robert Baronet, Noam Chen, Olivier Croteau, Frefon, Katy Lemay

Éditeur Pierre Sormany
Administration et distribution Michèle Daoust
Comptabilité Mimi Bensaid
Chef, communications marketing Stéphanie Ravier
Attachée de Presse Stéphanie Couillard

PUBLICITÉ
Jean-François Litalien Tél.: 514 217-3005
jflitalien@velo.qc.ca

Claudine Mailloux Tél.: 450 929-1921 514 909-4601
cmailloux@velo.qc.ca

SITE INTERNET
www.quebecscience.qc.ca

Abonnements
Canada : 1 an = 35 $ + taxes,
États-Unis : 64 $, Outre-mer : 95 $
Parution : avril 2014 (513e numéro)

Service aux abonnés
Pour vous abonner, vous réabonner ou offrir un abonnement-cadeau. **www.quebecscience.qc.ca**
Pour notifier un changement d'adresse.
Pour nous aviser d'un problème de livraison.
changementqs@velo.qc.ca
Service aux abonnés : 1251, rue Rachel Est,
Montréal (Qc) H2J 2J9
Tél. : 514 521-8356 poste 504
ou 1 800 567-8356 poste 504

Impression Transcontinental Interweb
Distribution Les Messageries de Presse Benjamin

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 2014 – La Revue Québec Science. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Le magazine sert avant tout un public qui recherche une information libre et de qualité en matière de sciences et de technologies. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les manuscrits soumis à *Québec Science* ne sont pas retournés.

Indexé dans repère Magazines du Québec

Canada Enseignement supérieur, Recherche, Science et Technologie Québec CMCA AUDITED

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de l'Enseignement supérieur, Recherche, Science et Technonologie. Nous reconnaissons l'appui financier du gouvernement du Canada par l'entremise du Fonds du Canada pour les périodiques, qui relève de Patrimoine canadien.

La Revue Québec Science
1251, rue Rachel Est
Montréal (Québec) H2J 2J9
514 521-8356
courrier@quebecscience.qc.ca



40 Les fèves du bonheur

C'est la folie. Producteurs, industriels et artisans, gourmets et gourmands – même les nutritionnistes –, tout le monde s'est entiché de lui. Mais le chocolat haut de gamme n'en a peut-être plus pour bien longtemps.

Par Fabien Gruhier

44 À la recherche du temple perdu

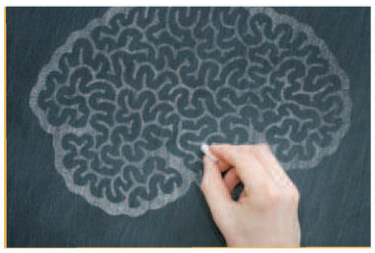
En Israël, des archéologues préfèrent encore la Bible au carbone 14 pour dater les vestiges du passé. Déjà que science et religion ne font pas bon ménage, ajoutez-y de la politique et vous obtenez un cocktail explosif. Surtout si vous cherchez le temple de David.

Par Dominique Forget



TOURISME ISRAËL

Actualités et rubriques



10 Méfiez-vous des neuromythes!
« Appliquer en éducation les découvertes des neurosciences est un leurre », affirme le professeur en sciences de l'éducation Normand Baillargeon.
Propos recueillis par Pascale Millot

13 Trop gâtés, nos saumons de culture
Déception, les salmonidés nés en pisciculture se reproduisent très mal à l'état sauvage. Nos chercheurs comprennent maintenant pourquoi.
Par Jean-Daniel Doucet

15 Une prière pour la science
La montée en puissance du créationnisme en Amérique du Nord a creusé un fossé entre scientifiques et religieux. Est-il possible de rebâtir les ponts? C'est même un devoir, affirment des chercheurs états-uniens.
Par Marine Corniou

6 BILLET
L'île ensorcelée
Par Raymond Lemieux

8 AU PIED DE LA LETTRE

50 SUIVEZ LE GUIDE
Que la lumière soit!
Par Catherine Girard

51 SUR LA TOILE
Par Marine Corniou

53 AUJOURD'HUI LE FUTUR
Par Joël Leblanc

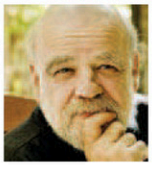


Nos chroniqueurs

17
Jean-Pierre Rogel
Nous sommes tous Neandertal



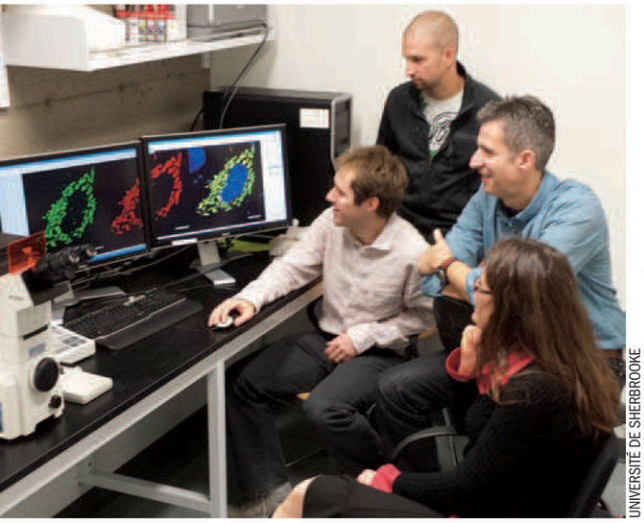
54
Serge Bouchard
Un jeune homme nommé Ahuntsic



La palme aux protéines!

Vous avez été près de 2 000 à voter pour votre découverte préférée. Et vous avez été nombreux à nous dire que toutes méritaient d'être choisies «Découverte de l'année 2013»! Mais il fallait trancher. C'est finalement l'équipe de Xavier Roucou, de l'Université de Sherbrooke, qui a recueilli le plus de voix (28 %).

«Originalité», «audace», «impact extraordinaire», «potentiel énorme», «révélation», «découverte abasourdissante»: les lecteurs ont exprimé toute leur admiration.



UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Il faut dire que l'étude de Xavier Roucou jette un gros pavé dans la mare des sciences du vivant, en supposant qu'il pourrait y avoir dans nos cellules 80 000 protéines inconnues. Elles étaient jusqu'ici passées sous le radar des scientifiques du monde entier. Une révolution pour la médecine et la biologie!

Même si les chercheurs doivent encore découvrir le rôle de ces protéines alternatives, ils viennent d'ouvrir une porte sur un univers totalement nouveau. Ces protéines pourraient, en fait, participer à l'apparition de certaines maladies ou fausser les résultats d'expériences que l'on interprétait auparavant sans tenir compte de leur existence.

Soixante ans après la découverte de l'ADN, cette étude publiée dans la revue *PLOS ONE* pourrait bien changer notre compréhension des cellules et de leur fonctionnement. À l'époque, les biologistes étaient pourtant persuadés d'avoir enfin trouvé le «secret de la vie». Ils pensaient que chaque gène commandait la fabrication d'une seule protéine. Ce dogme a été ébranlé de nombreuses fois depuis.

Par exemple, on sait que les ARN messagers, ces «copies» des gènes, peuvent être légèrement modifiés avant d'être traduits en protéines, certains morceaux étant conservés et d'autres étant coupés et éliminés; c'est l'épissage alternatif. Un gène peut donc donner plusieurs ARN messagers qui aboutissent à la fabrication de variantes d'une même protéine. C'est ce qui explique pourquoi le génome humain, si complexe, ne possède «que» 25 000 gènes. Mais les travaux menés à l'Université de Sherbrooke ajoutent à ce cocktail un degré de complexité jamais envisagé jusqu'ici, décuplant les possibilités de lecture du génome et multipliant par 3,8 le nombre de protéines pouvant théoriquement être produites!

Seul l'avenir nous dira l'importance fonctionnelle de ces protéines. Pour le moment, une chose est sûre: ce monde mérite d'être exploré. Bonne chance à l'équipe de Xavier Roucou, qui se lance maintenant dans ce travail colossal.

Québec Science tient à souligner une fois de plus la qualité des travaux de tous les lauréats. Ajoutons une mention spéciale pour l'équipe de Lorenzo Ferri, du Centre universitaire de santé McGill, qui arrive à la seconde place du classement avec son étude sur la collaboration entre globules blancs et cellules tumorales. L'équipe est talonnée par celle d'Alan Evans, de l'Institut et hôpital neurologiques de Montréal, qui a contribué à la création de l'atlas *BigBrain*. Félicitations à tous! QS

Retrouvez les entrevues vidéo des 10 lauréats sur notre site quebecscience.qc.ca/decouverte2013. Les entrevues sont aussi disponibles sur le site de Canal Savoir et en vidéo sur demande, en version d'une demi-heure.

À l'Islet

Bar des sciences



Notre patrimoine sous-marin en péril?

Il y a 100 ans, le navire *Empress of Ireland* sombrait dans les eaux froides du Saint-Laurent. Plus d'un millier de personnes périssaient. Une tragédie que l'on va bientôt commémorer. À l'instar de ce paquebot, des centaines d'épaves gisent dans les fonds marins québécois. Aurait-on négligé ce patrimoine? Quelles autres histoires cache-t-il? Comment le mettre en valeur?

Un bar des sciences exceptionnel au Musée maritime du Québec
55, chemin des Pionniers Est,
à l'Islet-sur-mer,
jeudi le 29 mai 2014, jour anniversaire du naufrage de l'*Empress of Ireland*.
À partir de 17 h 30.

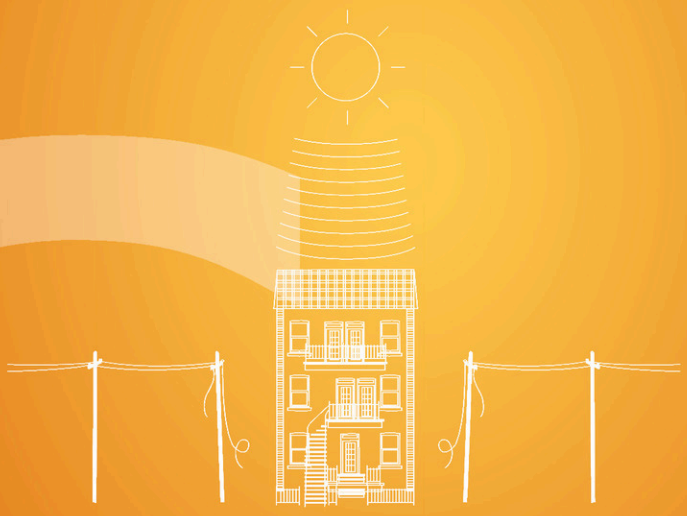
L'entrée est gratuite,
Pour plus d'information :
(418) 247-5001 ou consultez
la page Facebook de *Québec Science*.

QUÉBEC SCIENCE
RADIO PREMIÈRE CHAÎNE
Consulat général de France à Québec

LE MONDE EST PETIT NOUS VOYONS GRAND



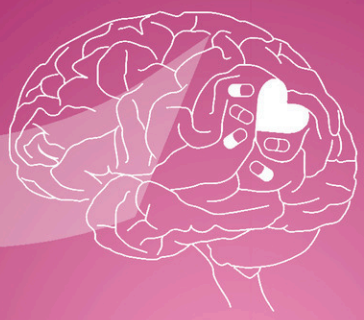
PLAÇONS LA PRÉVENTION AU CŒUR
D'UNE MEILLEURE SANTÉ



BRANCHONS NOS TECHNOLOGIES SUR L'AVENIR



CROISONS L'ART AVEC LA TECHNOLOGIE,
LA RECHERCHE CULTURELLE AVEC
LA CONSCIENCE SOCIALE



CARTOGRAPHIONS LES SOURCES
DE LA DÉPENDANCE ET DU DÉSIR

ENSEMBLE, REPENSONS LE MONDE

CONCORDIA.CA

82e CONGRÈS DE L'ACFAS UNIVERSITÉ CONCORDIA
DU 12 AU 16 MAI 2014

Acfas

UNIVERSITÉ Concordia UNIVERSITY

MÉFIEZ-VOUS DES NEUROMYTHES !

«Appliquer en éducation les découvertes des neurosciences est un leurre», affirme le professeur en sciences de l'éducation Normand Baillargeon.

MARTIN WIMMER/ISTOCKPHOTO



MARIE SANTERRE-BAILLARGEON

Philosophe, professeur à la faculté des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Montréal, grand défenseur de la culture générale et pourfendeur de la réforme scolaire au Québec, Normand Baillargeon déboulonne méthodiquement 14 idées reçues dans son plus récent essai, *Légendes pédagogiques : l'autodéfense intellectuelle en éducation* (Poètes de brousse). Il met en garde les pédagogues contre les «neuromythes». Si, selon lui, les recherches sur le cerveau sont «l'aventure intellectuelle la plus exaltante de notre époque», appliquer en éducation les récentes découvertes des neurosciences est au mieux inutile; au pire, nuisible pour les élèves.

Propos recueillis par Pascale Millot

En quoi les neurosciences dans les salles de classe sont-elles préjudiciables?

Nous sommes très loin du jour où les connaissances sur le cerveau pourront fonder une pratique de l'enseignement. Or, il y a en ce moment un engouement délirant pour ce qu'on appelle la neuroéducation. Toutes sortes de faussetés sont adoptées sans aucune retenue, car elles arborent le sceau des neurosciences.

Une des principales réserves face à la neuroéducation concerne la question philosophique du lien entre le corps et l'esprit. Comment se fait-il qu'une matière neuronale particulière – le cerveau – produise toutes les manifestations subjectives de la pensée ou de l'émotion? Personne ne le sait et beaucoup croient qu'on ne le saura jamais.

Les études en laboratoire portant sur les neurones ou sur des zones cérébrales ne sont pas directement transposables à la salle de classe, où

l'on a affaire à un enfant global (et pas seulement à un cerveau), dans un environnement scolaire où entrent en jeu toutes sortes d'interactions. Ainsi, on apprend en laboratoire que la répétition est excellente pour la mémoire. Sauf que, en classe, un prof qui répète constamment la même information obtient l'effet inverse : il démotive ses élèves qui se désintéressent de ses propos.

Comment se fait-il que ces faussetés soient ainsi véhiculées et appliquées, au Québec comme ailleurs?

Les sciences de l'éducation actuelles ressemblent à la médecine d'il y a 100 ans. On compte peu de recherches sérieuses; celles qui existent sont méconnues et rarement consultées. C'est aussi un domaine où la course aux subventions pousse des chercheurs à proposer n'importe quoi pour obtenir des fonds. Résultat, on finance beaucoup de recherches de piètre qualité.

Quels sont ces « neuromythes »?

Il y en a plusieurs ! Certains circulent même depuis des décennies et ne reposent sur aucune base scientifique. Ainsi, on entend souvent que nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau; que chacun de nous serait soit du type « cerveau gauche » soit du type « cerveau droit »; que les environnements enrichis et des programmes comme *Brain Gym* ou la programmation neurolinguistique, eux aussi utilisés dans des salles de classe, font des miracles auprès des élèves. Rien de tout cela n'a été démontré.

Un autre bel exemple : le concept d'intelligences multiples. Son créateur, Howard Gardner, a été l'un des penseurs les plus influents des 50 dernières années en éducation. Il prétend qu'il existe huit types d'intelligence (spatiale, verbo-linguistique, naturaliste-écologique, etc.). Ce concept est largement utilisé en pédagogie pour justifier qu'on doive enseigner à chaque élève en fonction de son type d'intelligence. Or cela conduit à des applications aberrantes. Ici même, dans des cégeps, on propose d'adapter les évaluations aux types d'intelligence des étudiants sous prétexte, par exemple, qu'un jeune affichant une intelligence interpersonnelle ne sera pas stimulé par une évaluation individuelle.

Autre mythe, celui des styles d'apprentissage. C'est un concept selon lequel nous apprendrions tous différemment. Nous serions, par exemple, des visuels, des auditifs ou des kinesthésiques. Ces croyances mènent à des aberrations. Ainsi, un groupe influent comme le Réseau canadien en alphabétisation et en compétences essentielles recommande d'enseigner aux visuels la lecture globale, plutôt que la lecture syllabique, bien que la recherche scientifique eût démontré que cette méthode nuit à la réussite scolaire !

Vous évoquez aussi l'effet séducteur du matériel pédagogique basé sur les neurosciences.

Effectivement, je raconte dans mon livre cette expérience où l'on présente à 180 enseignants un programme éducationnel en leur demandant de juger de sa plausibilité. Quand on montre exactement le même programme, mais en ajoutant le mot *Brain* dans le titre, les enseignants le trouvent meilleur. Si on l'accompagne, en plus, de l'image d'un cerveau obtenue par résonnance magnétique, ils le trouvent encore meilleur.

Que préconisez-vous pour éviter ces dérives?

D'abord, pour ce qui est de la neuroéducation, je rappelle les avis d'experts comme David Daniel, l'un des grands spécialistes actuels des sciences cognitives. Il recommande aux profs : « *If you see "brain-based", run !* » (« Si vous voyez "basé sur des recherches sur le cerveau", fuyez ! »). Daniel T. Willingham, le réputé spécialiste de la psychologie cognitive, estime que, en gros, 95 % de ce qui circule présentement en neuroéducation est de la désinformation. Comme lui, je préconise la prudence.

Deuxièmement, il est urgent de diffuser massivement, dans les milieux éducatifs, les résultats tirés de la recherche crédible, ainsi que les critères permettant de reconnaître cette dernière. J'ai suggéré le plus sérieusement du monde – et cela m'a valu beaucoup d'ennemis – de cesser toute recherche subventionnée pendant quelques années. Le délai nous permettrait de prendre connaissance de la masse des informations existantes et de voir comment l'utiliser en classe.

John Hattie, l'un des grands penseurs des sciences de l'éducation, a fait une synthèse de plus de 800 méta-analyses des études en pédagogie, synthétisant elles-mêmes quelque 50 000 études. Ces recherches identifient les pratiques à mettre en œuvre et démontrent que certaines méthodes pédagogiques doivent être préconisées. Mais on les connaît peu, et on ne s'en sert guère.

Enfin, il faut appliquer en éducation la même rigueur qu'en recherche médicale. Avant de promouvoir à grande échelle l'utilisation d'un médicament, on le teste de manière rigoureuse. En éducation, on implante une réforme dans l'ensemble du Québec sans l'avoir vérifiée, sans avoir confronté les méthodes qu'on veut mettre de l'avant avec les résultats de la recherche. Il y a de toute évidence une carence de ce côté. Il faut créer les conditions d'une *Evidence Based Education* comme il existe une *Evidence Based Medicine*; c'est-à-dire une pratique fondée sur la recherche. QS



Les sciences de l'éducation actuelles ressemblent à la médecine d'il y a 100 ans. C'est aussi un domaine où la course aux subventions fait en sorte que des chercheurs vont proposer un peu n'importe quoi pour obtenir des fonds et, bien souvent, ils vont les obtenir. Résultat : on finance beaucoup de recherches de piètre qualité.

JOHN WOODCOCK/ISTOCKPHOTO

+Pour en savoir plus :

Légendes pédagogiques : l'autodéfense intellectuelle en éducation,
Éditions Poètes de brousse, 2013.



FREFON

PARMESAN OU VOMI SÉCHÉ?

On ne sent pas qu'avec ses narines, mais aussi avec ses émotions, ont découvert Simona Manescu et Johannes Frasnelli, du département de psychologie de l'Université de Montréal. Les chercheurs ont recruté 50 volontaires qui ont humé 4 huiles essentielles. Chaque arôme était présenté de façon positive ou négative. Par exemple, l'odeur de l'huile de pin était associée aux descriptions « aiguilles de sapin » ou « vieux solvant ». Avant de renifler une odeur de parmesan, les volontaires lisaient soit « parmesan » soit « vomi séché ».

À coup sûr, les participants ont jugé que les odeurs étaient plaisantes lorsqu'elles étaient liées à une image positive. Le même arôme leur était désagréable quand on en projetait une image dégoûtante. « La perception des odeurs n'est pas objective. Elle est influencée par l'interprétation cognitive », résume Simona Manescu. Les résultats sont publiés dans la revue *Chemical Senses*.

HUILE DE PALME : ATTENTION AU DÉGAZAGE

Margarine, pâte à tartiner, biscuits, dentifrice ou lait maternisé en poudre, tous ces produits, comme la moitié des produits agroalimentaires transformés, contiennent de l'huile de palme. Une huile dont la production, en croissance constante, n'en finit pas de dévaster l'environnement. En Indonésie et en Malaisie, pays qui produisent 85 % des réserves mondiales, les plantations de palmiers à huile ont entraîné une destruction massive des forêts primaires abritant, entre autres animaux, orangs-outans et gibbons.


Palmiers à l'huile en Asie

Et voilà que des chercheurs de l'université du Colorado, aux États-Unis, attirent l'attention sur un autre effet nocif de cette culture : les eaux usées produites lors de l'extraction de l'huile dégagent énormément de méthane – un gaz dont l'effet de serre est 25 fois plus puissant que celui du CO_2. L'étude, parue dans la revue *Nature Climate Change*, révèle que les fuites de méthane issues des bassins de décantation des palmeraies pourraient représenter 1 % des émissions totales de gaz à effet de serre dans le monde d'ici 2050 ! La quantité de méthane issue de l'exploitation d'un seul palmier, pendant 1 an, est équivalente aux émissions annuelles de 22 000 automobiles ! Mais tout n'est pas perdu, selon les chercheurs. Plutôt que de laisser le méthane s'échapper, il serait possible de l'utiliser pour produire de l'énergie. La Malaisie, par exemple, pourrait combler le quart de ses besoins énergétiques en récupérant le méthane de ses palmeraies.



Trop gâtés, nos saumons de culture

Déception, les salmonidés nés en pisciculture se reproduisent très mal à l'état sauvage. Bonne nouvelle, des chercheurs comprennent maintenant pourquoi.

Par Jean-Daniel Doucet

Malgré des efforts colossaux d'implantation, le nombre de saumons de l'Atlantique a diminué de moitié depuis 20 ans dans les rivières du Québec. Pourtant, chaque été, au cours de ces deux décennies, on a relâché des milliers de saumons élevés en captivité. Sans succès. Pourquoi l'ensemencement des saumons de l'Atlantique ne réussit-il pas?

L'équipe du professeur Louis Bernatchez, du département de biologie de l'Université Laval, pense avoir trouvé ce qui cloche. Publiés en 2013 dans la revue *Evolutionary Applications*, ses travaux effectués sur les saumons nés à la pisciculture de Tadoussac concluent que, plus les poissons vivent longtemps en captivité, plus ils ont de la difficulté à se reproduire une fois libérés. C'est ce qui s'est passé dans la rivière Malbaie. Après seulement 4 mois d'élevage, le taux de succès reproducteur des saumons de l'Atlantique n'était qu'à 70 % de celui de leurs cousins sauvages. Pis, après 15 mois, il avait chuté à 40 %.



Les saumons élevés en pisciculture se révèlent le plus souvent trop fragiles, une fois relâchés dans la nature.

MDDEFP

Normalement, avant de se reproduire en rivière, le saumon de l'Atlantique s'expatrie pendant un à trois ans dans l'océan où la nourriture abonde. C'est alors qu'il prend du poids. À son retour, plus il est gros, plus ses chances sont bonnes d'engendrer une descendance nombreuse. L'animal contribue ainsi non seulement à la survie de son espèce, mais à celle de tout l'écosystème du nord du Québec, un milieu pauvre en nourriture, selon Charles Perrier, postdoctorant à l'Université Laval et copremier auteur de l'étude avec Emmanuel Milot.

En captivité, les poissons sont en quelque sorte trop gâtés. Même si leurs parents ont vécu à l'état sauvage, les salmonidés nés en pisciculture s'adaptent rapidement à un environnement artificiel.

Le périple en mer est un choc pour les poissons élevés en pisciculture et relâchés dans leur rivière d'origine en juin ou en septembre. « C'est un peu comme si on voulait faire des loups avec des chiens », explique Charles Perrier. Ils reviennent trop rapidement au bercail, n'étant souvent restés pas plus de un an en mer. Les mécanismes génétiques qui sous-tendent ce phénomène restent à définir. Néanmoins, la conséquence est bien mesurable : les individus provenant de la pisciculture de Tadoussac rentrent plus chétifs que les saumons sauvages. « C'est particulièrement critique pour les femelles, dont le succès reproducteur se trouve radicalement amoindri », précise Louis Bernatchez, aussi titulaire de la Chaire de recherche du Canada en conservation génétique des ressources aquatiques.

Les poissons frêles qui survivent dans les bassins se révèlent le plus souvent trop fragiles, une fois relâchés dans la nature. En outre, le métissage de ces animaux avec des saumons sauvages pourrait affaiblir toute l'espèce. Une forme de « pollution génétique » des rivières, estiment les chercheurs. En outre, explique Charles Perrier, comme les premiers sont élevés en plus grande densité que dans la nature, ils sont entraînés à batailler plus agressivement que les seconds pour leur nourriture. Une fois en liberté, ces « voyous gâtés » gardent ce comportement, éventuellement au détriment de leurs cousins.

Faut-il alors cesser l'ensemencement des rivières à saumon avec des poissons de pisciculture? Selon le professeur Bernatchez, la technique reste nécessaire pour certains cours d'eau où les effectifs sont faibles. En 2013, on a libéré plus de 90 000 jeunes saumons dans les rivières Malbaie, Rimouski, Jacques-Cartier et des Escoumins. Mais on devra mieux imiter la nature, en minimisant le temps d'élevage en captivité ou en installant des cages dans les cours d'eau. « On ne fera pas mieux que 100 millions d'années d'évolution », résume le biologiste. QS

SUPER EXPO SCIENCES
Hydro-Québec

C'est en TOI. Prouve-le!




Crédit photo : Télévision

Luc Langevin
Porte-parole national

VENEZ RENCONTRER
LA RELÈVE SCIENTIFIQUE !

FINALE QUÉBÉCOISE
DU 10 AU 13 AVRIL 2014
AU CÉGEP RÉGIONAL DE LANAUDIÈRE À TERREBONNE

ENTRÉE GRATUITE

HEURES D'OUVERTURE

JEUDI 10 AVRIL : 13 h 00 à 16 h 00
VENDREDI 11 AVRIL : 9 h 00 à 11 h 50
SAMEDI 12 AVRIL : 9 h 45 à 11 h 45
13 h 00 à 16 h 30
DIMANCHE 13 AVRIL : 9 h 30 à 11 h 45

SUIVEZ-NOUS SUR

UN ÉVÉNEMENT DU
CDLS — CONSEIL DE DÉVELOPPEMENT DU LOISIR SCIENTIFIQUE
Réseau CDLS-CLS — ENSEMBLE POUR LA RELÈVE SCIENTIFIQUE

EN PARTENARIAT AVEC
CLSM
CÉGEP RÉGIONAL de LANAUDIÈRE à Terrebonne
Enseignement supérieur, Recherche, Science et Technologie Québec

Partenaire présentateur
Hydro Québec

EXPOSCIENCES.QC.CA

9e ÉDITION

24 HEURES ET PLUS DE SCIENCE

ENTRE ART ET SCIENCE
MON COEUR BALANCE!



9 ET 10 MAI 2014 PARTOUT AU QUÉBEC!
PLUS DE **250 ACTIVITÉS** SCIENCE ET TECHNO À LA PORTÉE DE TOUS
WWW.SCIENCE24HEURES.COM

Science pour TOUS!
Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture — United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
Commission canadienne pour l'UNESCO — Canadian Commission for UNESCO
Enseignement supérieur, Recherche, Science et Technologie Québec
CRSNG NSERC

@24hdescience
24hdescience



Une prière pour la science

La montée en puissance du créationnisme en Amérique du Nord a creusé un fossé entre scientifiques et religieux. Est-il possible de rebâtir les ponts? C'est même un devoir, affirment des chercheurs états-uniens.

Par Marine Corniou



MOE DOIRON/THE GLOBE AND MAIL/LA PRESSE CANADIENNE

Les origines du monde ont été l'objet d'une discorde épique entre scientifiques et religieux, ne laissant aucune place aux accommodements raisonnables. Au Kentucky, un musée fait même la promotion d'un monde créé en sept jours.

Au commencement, Dieu créa le ciel et la terre. On connaît la suite : que la lumière soit, que la terre verdisse, que les eaux grouillent d'êtres vivants… En six jours, le travail était fait, et la vie débutait. C'était il y a 6 000 ou 10 000 ans.

Bien que cela contredise toutes les connaissances scientifiques, près de la moitié des gens aux États-Unis prennent cette histoire de la Bible au pied de la lettre. Certes, ce n'est pas nouveau. Mais au cours des dernières années, les militants créationnistes ont gagné du terrain, partant ouvertement en guerre contre les scientifiques. Le peuple a-t-il pour autant perdu toute foi en la science? Non, à en croire un sondage rendu public lors du dernier congrès de l'Association américaine pour l'avancement des sciences (AAAS), tenu à Chicago en février dernier. Il laisse même entendre que les évangélistes sont prêts à donner la main aux scientifiques.

C'est la sociologue Elaine Howard Ecklund, de l'université Rice, au Texas, qui l'a constaté après avoir recueilli l'avis de 10 000 États-Uniens sur les liens entre science et religion. Parmi les sondés, se trouvait une forte proportion de chrétiens évangélistes (des protestants conservateurs) qui représentent 25 % de la population et constituent le groupe religieux le plus influent aux États-Unis.

« Près de 50 % des évangélistes pensent que la science et la religion peuvent travailler ensemble et se soutenir mutuellement, a indiqué la chercheuse au congrès de l'AAAS. Ce score contraste avec le fait que seulement 38 % des gens pensent généralement que science et religion peuvent œuvrer de concert. »

Surprenant? Pas pour Galen Carey, vice-président de l'Association nationale des évangélistes (NAE), invité à commenter le sondage. « Nous reconnaissons certains obstacles à l'échange avec les scientifiques, notamment le fait que les évangélistes sont souvent modérément instruits en sciences, ou que notre croyance en la vérité révélée peut rendre difficile l'acceptation de certaines découvertes. Mais il n'y a pas tant de discordances. Les évangélistes ont à cœur de construire un monde meilleur, tout comme les scientifiques. On peut

donc oublier les sujets trop controversés et concentrer le dialogue sur des thèmes comme le développement international, la lutte contre la pollution de l'air et de l'eau ou la santé publique », a-t-il déclaré.

Chose certaine, faire cohabiter l'idée d'une Terre âgée de 6 000 ans avec la découverte de fossiles de quelques centaines de milliers d'années semble peine perdue. « Les médias se sont focalisés sur cette controverse qui a fini par polariser la société états-unienne, opposant de façon radicale scientifiques et groupes religieux », a regretté de son côté Eugenie Scott, anthropologue ayant passé 27 ans à la tête du National Center for Science Education, un organisme sans but lucratif qui se consacre à la promotion de l'enseignement de l'évolution à l'école. « Beaucoup de croyants sont désormais persuadés que la science est par essence toxique pour la religion. Ils pensent que, si leurs enfants suivent des cours de science à l'école, ils vont forcément perdre la foi. »

Le message passé à l'AAAS est clair : il est grand temps de combattre cette peur de la science, et de restaurer la confiance. « Hélas, les scientifiques et les enseignants ont trop souvent tendance à rester silencieux et à baisser les bras », a souligné Mme Scott. Dans un pays où 38 % de la population pense que les scientifiques devraient être ouverts à l'idée de considérer les miracles comme des explications plausibles, tourner le dos aux esprits pieux revient à priver tous les citoyens, ou presque, d'une culture scientifique. « Aux États-Unis, 90 % des gens sont croyants, à des degrés divers, précise l'anthropologue. Les étudiants arrivent tous en classe avec un bagage religieux. Si on veut qu'ils soient réceptifs, il faut tenir compte de cette réalité. »

Tourner le dos aux esprits pieux revient à priver tous les citoyens, ou presque, d'une culture scientifique.

Eugenie Scott, athée assumée, tente donc depuis des années de convaincre ses pairs que science et religion sont compatibles. « La science, par définition, se limite à expliquer l'Univers en s'intéressant uniquement aux phénomènes naturels, vérifiables expérimentalement. Elle ne s'intéresse pas aux forces surnaturelles; les deux domaines ne se chevauchent pas », a-t-elle assuré, reconnaissant tout de même que certains points de vue sont inconciliables. Il n'empêche, si l'on convainc les élèves qu'ils peuvent s'intéresser à l'évolution sans pour autant offenser Dieu, c'est déjà une petite victoire. « De plus, il ne faut pas mettre tous les religieux dans le même sac. Par exemple, la théorie créationniste offre beaucoup de variantes; de nombreux croyants pensent que l'évolution est réelle, mais qu'elle a été guidée par Dieu. »

L'évangéliste Galen Carey, lui, ne s'est pas aventuré sur ce terrain glissant. Mais il a tenu à rassurer l'assemblée de chercheurs : « Toute vérité est la vérité de Dieu. Nous ne devons pas nous inquiéter de ce que peuvent révéler les explorations scientifiques, dans un monde qui est celui de Dieu. » La porte est ouverte.



AP PHOTO/BRENNAN LINSLEY/LA PRESSE CANADIENNE

CROISADE CONTRE L'OBAMACARE

Aux États-Unis, les religieux n'interviennent pas que sur des questions d'évolution. Ils s'octroient un droit de parole dans des domaines bien plus intimes, comme l'accès des femmes à la contraception.

Barack Obama a beau avoir prêté serment sur la Bible lors de son investiture, il s'est mis les chrétiens à dos. Il leur a même « déclaré la guerre », pour reprendre les termes de plusieurs organisations catholiques états-uniennes. L'origine du mal? Le fameux Obamacare qui exige que la contraception, la pilule du lendemain et la stérilisation soient incluses dans les plans d'assurance maladie. Tous les employeurs états-uniens doivent donc couvrir les frais de contraception de leur personnel, quelles que soient leurs objections morales. Voilà qui a fait pousser des cris d'orfraie aux évêques qui y voient une atteinte à la liberté de culte. Il faut dire que contraception et religion n'ont jamais fait bon ménage. Si l'islam et le judaïsme ont une certaine tolérance face à la planification des naissances, les hautes instances catholiques, elles, condamnent fermement toute forme de contraception – abstinence mise à part.

Des dizaines de groupes religieux sont montés au créneau pour assigner l'administration Obama en justice. Le gouvernement a d'abord proposé une sorte d'accommodement raisonnable, en permettant aux employeurs de faire état de leurs objections, tout en autorisant leurs employées à s'adresser directement à l'assureur (ou à assurer un tiers) pour bénéficier tout de même du remboursement des contraceptifs.

Mais pour certains groupes, comme les Petites sœurs des pauvres du Colorado, ce n'est pas acceptable. Pour ces nonnes, qui prodiguent des soins aux personnes âgées et emploient, entre autres, des infirmières, signer ledit formulaire est une « violation de leur foi ». Au début de l'année, la Cour suprême des États-Unis leur a donné raison (temporairement du moins), en leur permettant de se soustraire totalement à la loi. Leurs employées n'auront donc aucun accès à la contraception gratuite.



Nous sommes tous Neandertal

Les traces génétiques d'une rencontre entre cousins préhistoriques sont présentes en chacun de nous!

L'homme de Neandertal n'a pas totalement disparu. Il vit encore en nous qui avons conservé dans nos gènes les traces d'une fort ancienne hybridation. Il s'avère en effet que les *Homo sapiens* modernes d'origine européenne ou asiatique ont hérité, en moyenne, de 1 % à 3 % du génome de leur cousin qui a dominé le monde pendant plus de 200 000 ans avant de s'éteindre il y a environ 30 000 ans. Les Africains n'ont pas de trace de cet ADN dans leur sang, puisque leurs ancêtres n'ont jamais rencontré les Néandertaliens, qui vivaient en Eurasie.

La science ne dit pas tout. Chacun peut alors imaginer les circonstances d'une hybridation qui semble avoir été rare, mais dont les conséquences ont été profondes. Un homme rencontre une femme, quelque part en Eurasie, sans doute au moment où l'espèce est déjà très menacée et sa population, décimée. Ils sont conscients d'être très différents l'un de l'autre; les groupes auxquels ils appartiennent respectivement s'évitent ou se font peut-être la guerre. Mais une union a lieu; un bébé naît, portant les gènes de ses deux parents.

Ici, la science prend le relais : elle nous renseigne aujourd'hui sur le nombre et la fonction de ces gènes échangés, il y a fort longtemps. Récemment, deux études éclairent en effet ces réalités fascinantes. Elles font suite au premier séquençage de l'ADN d'un homme de Neandertal, en 2010, par l'équipe de Svante Paabo de l'Institut Max-Planck d'anthropologie évolutive, situé à Leipzig en Allemagne, et à des travaux plus détaillés depuis.

Un article de la revue *Science*, paru le 31 janvier dernier, estime le pourcentage global de gènes du Neandertal qui seraient encore en nous. Au total, concluent les auteurs, une fois mises ensemble toutes les séquences disponibles, 20 % du génome de notre lointain parent subsisterait dans les populations modernes. C'est plus que ce qu'on pensait.

L'autre étude, publiée le même jour dans *Nature*, évalue la part de Neandertal à l'aide d'une autre méthode. Mais elle prouve aussi que cet héritage a été préservé et s'exprime en nous.

Il faut comprendre que, au fil du temps, la sélection naturelle a forcément éliminé de nombreux éléments nuisibles à l'homme moderne. Par contre, ce qui subsiste de Neandertal a dû nous apporter des avantages adaptatifs au cours de notre évolution. En particulier, on peut penser que certains gènes « importés » ont permis à *Homo sapiens* de mieux s'acclimater à un environnement nordique, très différent de son habitat africain de départ. Ainsi, dans l'article de *Nature*, le généticien David Reich et son équipe de l'université Harvard démontrent que notre héritage néandertalien est prononcé dans les gènes liés à la kératine, cette protéine fibreuse qui confère force et résistance à la peau, aux ongles et aux cheveux. Des propriétés physiologiques dont on peut tirer parti pour se protéger dans un environnement froid. Merci pour le cadeau, cousin!

David Reich signale aussi, à l'inverse, que nous semblons avoir hérité de Neandertal quelques défauts, dont la sensibilité à une maladie importante, le diabète de type 2. Mais il ne faut pas oublier que les gènes causant aujourd'hui le diabète ont d'abord donné à nos ancêtres, en permettant l'accumulation de gras dans l'organisme, le moyen de résister à de longues périodes de famine. Ce n'est que dans le monde moderne que cette caractéristique est devenue un handicap, notre corps tournant désormais à vide, pour ainsi dire, tout en continuant d'accumuler le gras alors que cela n'est plus utile à notre survie.

L'homme de Neandertal, un être primitif brutal et limité? Depuis sa découverte en 1856 dans la vallée d'Allemagne qui lui a donné son nom, il n'a cessé de faire voler en éclats nos ridicules idées préconçues. Non seulement s'est-il révélé être intelligent et tout à fait capable de s'adapter à un environnement hostile, mais il nous a légué ses gènes. Et aujourd'hui, il vit encore en chacun de nous!



SMETEK/SCIENCE PHOTO LIBRARY

DE LA GRENADE SOUS LE CAPOT

Les batteries des voitures électriques manquent de «jus»? Ajoutons-y un peu de pomme grenade! Des chercheurs de l'université Stanford, en Californie, et du Département de l'énergie des États-Unis ont imaginé un nouveau type de batterie lithium-ion en s'inspirant du fruit du grenadier. Des nanoparticules de silicone y sont encapsulées, comme des graines, dans une écorce de carbone.



Les batteries lithium-ion sont couramment utilisées dans les téléphones cellulaires, les tablettes intelligentes et les voitures électriques. Elles produisent de l'énergie en faisant transiter des ions de lithium d'une anode en graphite jusqu'à une cathode, le plus souvent en oxyde de métal.

Faites de silicone plutôt que de graphite, les anodes pourraient emmagasiner 10 fois plus d'énergie. Mais voilà, le silicone se gonfle et se fissure pendant la recharge. Il réagit aussi avec l'électrolyte et forme une pâte qui réduit la performance de la batterie.

Dans les batteries «pomme grenade», l'écorce de carbone, qui encapsule les nanoparticules, permet une certaine expansion, tout en prévenant la fissuration. Elle réduit aussi le contact du silicium avec l'électrolyte.

Lors d'essais en laboratoire, un prototype a conservé 97 % de sa capacité après 1 000 cycles de charge et décharge, selon un article publié dans la revue *Nature Nanotechnology*. Si elles se matérialisent, ces batteries seraient 10 fois plus puissantes que celles qui font actuellement rouler les voitures électriques, tout en offrant la même durée de vie.



UN COUVERCLE AU PÔLE SUD

Depuis le début des années 1950, les eaux à la surface de l'océan Antarctique sont devenues progressivement moins salées. Les pluies plus abondantes et la fonte des glaciers seraient en cause. Ces eaux relativement plus douces, constatent des chercheurs de l'Université McGill et de l'université de la Pennsylvanie, agissent en quelque sorte comme un couvercle sur l'océan. Elles empêchent les eaux salées, plus profondes et plus chaudes, de remonter à la surface. Cela expliquerait en partie pourquoi une immense zone autrefois libre de glace et riche en biodiversité, dans la mer de Weddell, se serait refermée depuis les années 1970 pour former une solide banquise. Ainsi, changements climatiques et réchauffement ne vont pas toujours de pair.



TOUT COMPTE FAIT

10 000 ans: c'est le temps qu'auraient passé les ancêtres des Amérindiens dans la région du détroit de Béring avant de coloniser le continent américain. L'hypothèse n'est pas nouvelle, et elle reste difficile à vérifier, faute de preuves archéologiques. Les données scientifiques les plus récentes viennent toutefois la corroborer, comme l'affirment le généticien anthropologue Dennis O'Rourke et ses collègues de l'université de l'Utah, dans un article paru fin février dans *Science*.

À l'époque, il y a plus de **20 000** ans, la Béringie était une terre émergée, que l'on pensait jusqu'ici couverte de toundra et donc assez inhospitalière. Mais de récentes analyses de sédiments contenant du pollen suggèrent le contraire. Ce grand territoire (**1 600** km du nord au sud et **4 800** km d'est en ouest) était en fait couvert d'herbes touffues (et donc probablement de gibier), de buissons et même d'épicéas, ainsi que de bouleaux, d'aulnes et de saules permettant de faire du feu.

Et ce n'est pas le seul indice. En tenant compte de la vitesse de mutation de l'ADN, les chercheurs ont calculé que les Amérindiens se sont séparés de leurs ancêtres asiatiques il y a plus de **25 000** ans. Or, les premières traces d'occupation humaine sur le continent américain remontent à **15 000** ans. Entre-temps, les voyageurs ont probablement établi leurs campements entre la Sibérie et l'Alaska, dans les zones de plus basse altitude, les premières à être englouties à la fin de la glaciation. Ces données permettront de mieux cibler les recherches archéologiques, et mieux fouiller le littoral de part et d'autre du détroit.

ON DESCEND LES POUBELLES!

Au sommet de l'Everest, l'air est peut-être pur, mais le sol est loin d'être propre! Abandonnés en chemin par les 14 000 alpinistes qui ont tenté l'ascension, d'innombrables bouteilles d'oxygène, de tentes déchirées, de poubelles, d'excréments et même de cadavres gelés jonchent les flancs du toit du monde. Au total, ce sont des dizaines de tonnes de déchets qui se sont accumulées depuis 1953, date de la première visite humaine.

Alors que les expéditions se multiplient, provoquant de véritables embouteillages d'alpinistes au sommet, les autorités népalaises ont décidé de prendre les choses en main. À partir d'avril, chaque grimpeur partant du camp de base devra ramasser 8 kg de déchets et les apporter avec lui, sous peine de poursuites judiciaires. De quoi donner un coup de main aux bénévoles de l'Eco Everest Expedition, qui ont récupéré, depuis 2008, 13 tonnes de déchets entre le camp de base et le sommet. Il resterait toutefois une dizaine de tonnes à collecter, sans compter les quelque 200 cadavres qui n'ont jamais été ramenés.



FREFON

LA POLIO SOUS UN NOUVEAU JOUR?

Paralysie brutale des bras ou des jambes, parfois accompagnée d'une détresse respiratoire; les symptômes ressemblent à s'y méprendre à ceux de la poliomyélite, une maladie quasiment éradiquée du globe. Et pourtant, ils ont été observés au cours des 18 derniers mois chez une vingtaine d'enfants californiens, comme le rapporte une équipe de l'université Stanford. Les enfants, qui présentent presque tous des séquelles irréversibles, avaient été vaccinés contre la polio.

Un virus émergent, attaquant la moelle épinière, serait donc en cause. Selon les chercheurs, il pourrait s'agir d'un entérovirus, ce type de virus ayant déjà provoqué des mini-épidémies ressemblant à la poliomyélite en Asie et en Afrique, au cours de la dernière décennie. Pour autant, les chercheurs se veulent rassurants, et précisent que le syndrome demeure très rare. Ils présenteront l'ensemble de leurs données au 66e congrès de l'Académie états-unienne de neurologie à Philadelphie, fin avril.

MOT DE SCIENCE

DROPLETON

C'est le nom d'une nouvelle quasi-particule, créée fortuitement par des chercheurs allemands et états-uniens en excitant un semi-conducteur – l'arséniure de gallium – avec des impulsions laser ultra-rapides (100 millions d'impulsions par seconde). Le résultat? La formation surprenante d'une gouttelette quantique (*droplet*, en anglais) que les calculs théoriques n'avaient pas prévue.

À l'instar des autres quasi-particules comme les excitons, les orbitons ou les phonitons, le dropleton n'est pas une particule de matière, mais plutôt un concept permettant de mettre en équations la propagation d'énergie et d'électrons dans les solides. Le dropleton se comporte comme un liquide et correspond à un agrégat d'au moins quatre électrons appariés à des «trous». Ces trous se forment lorsqu'un électron est arraché à sa localisation initiale et laisse une place vacante chargée positivement. La gouttelette agirait un peu comme un énorme électron, à la frontière entre le monde quantique et l'infiniment petit. Seul hic, sa durée de vie n'excède pas 25 picosecondes (25 millièmes de milliardième de seconde). Mais, dans le référentiel quantique, cela laisse suffisamment de temps aux chercheurs pour étudier la chose.



Soleil



trompeur

Nous sommes en plein pic solaire. C'est dire que notre étoile est bien susceptible. Or, une tempête solaire pourrait avoir des conséquences désastreuses sur nos télécommunications.

Par Binh An Vu Van

« La météorologie solaire accuse un retard de 50 ans sur la météo terrestre », admet Doug Biesecker, physicien et président sortant du Solar Cycle 24 Prediction Panel, un groupe international d'experts devant prévoir l'activité des cycles solaires. « Nous sommes virtuellement incapables de prédire si une violente tempête solaire nous menace avant qu'elle ait été projetée dans l'espace », dit-il. Ce n'est pas ce qu'on aime entendre, en particulier de la part d'un chercheur du centre de prévision de météo spatiale de la NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) à Boulder, au Colorado.

Ce centre où il travaille agit en quelque sorte comme une chaîne télé de météo spatiale pour l'Amérique du Nord. C'est là qu'est effectué le suivi continu des données satellites, des images du Soleil ainsi que du champ magnétique terrestre. Le centre offre aussi un service d'alerte qui annonce l'arrivée d'intempéries spatiales. Cette météo de l'espace, qui n'intéressait autrefois que des astrophysiciens passionnés, est devenue un sujet de discussion essentiel dans les industries technologiques de pointe, pour lesquelles les tempêtes solaires constituent une menace majeure.

« Le nombre d'abonnés à notre service d'alerte spatiale a connu un grand essor », note Doug Biesecker. Il a quadruplé depuis 2009, pour compter à présent 40 000 abonnés. « Depuis une décennie, les compagnies aériennes, les bureaux de télécommunication et les agences spatiales ont pris conscience de l'importance de ces données », observe Paul Charbonneau, titulaire de la Chaire de recherche de l'Université de Montréal en astrophysique solaire. C'est une bonne chose, selon Doug Biesecker : « Plus que jamais dans l'histoire, nous sommes dépendants de technologies vulnérables aux fluctuations solaires. »

En 2008, le Soleil est entré dans sa « saison des tempêtes », une phase de haute activité qui revient en alternance avec des périodes d'accalmie au cours d'un cycle régulier de 11 ans (voir l'illustration à la page 23). Pendant cette période, l'atmosphère de l'étoile bouillonne, rayonne davantage et crachote de la matière solaire qui, parfois, atteint la Terre. Certains climatologues solaires ont prédit que le cycle que nous connaissons présentement, le cycle 24, serait mémorable et pourrait donner lieu aux « tempêtes du siècle ». Mais jusqu'à présent, la catastrophe n'a pas eu lieu. Au contraire, le pic d'activité solaire actuel semble être l'un des plus anémiques depuis plus d'un siècle. « Ce cycle solaire est inhabituel, commente Paul Charbonneau. Le Soleil a pris beaucoup de temps à se réveiller avant de lentement culminer en 2013. » Mais les industries concernées ne devraient pas se réjouir trop vite. « Ce pic semble avoir la particularité de s'étaler sur plusieurs années et se poursuivra peut-être jusqu'en 2015. Une importante tempête solaire peut survenir même à la fin d'une saison active », note Doug Biesecker.

Selon un rapport de l'Académie états-unienne des sciences, publié en 2009, une « Katrina cosmique » aurait des répercussions catastrophiques. Elle pourrait immobiliser les activités humaines en perturbant les télécommunications et en endommageant des satellites. Elle terrasserait le réseau électrique en détraquant les transformateurs et en déclenchant une cascade de conséquences dont les coûts se compareraient à ceux de 12 ouragans Katrina. Pour en arriver à ces conclusions, les scientifiques ont récupéré les données d'une tempête historique, celle dite de Carrington, l'une des plus puissantes recensées, ayant eu lieu au XIX^{e} siècle. En cette nuit du dimanche 28 août 1859, d'éclatantes aurores ont illuminé le ciel depuis l'est des États-Unis jusqu'à Cuba. Les services télégraphiques ont été perturbés et des équipements auraient même pris feu. Un événement d'une intensité rare, qui a la probabilité de se reproduire une fois tous les 500 ans.

Si les météorologues ont pu émettre une

AIA.IMSAL.COM

première alerte à l'ouragan environ 56 heures avant que Katrina touche les côtes de la Louisiane en 2005, les météorologues spatiaux, eux, ne peuvent déclencher une alerte à la tempête solaire que 10 minutes avant qu'elle frappe ! « Nous pouvons étudier les caractéristiques des zones solaires et affirmer, par exemple, que tel type de zone donne lieu à des éruptions une fois sur deux, explique Doug Biesecker. Mais nous ne sommes pas en mesure de prédire si ces explosions auront bien lieu ni quand. »

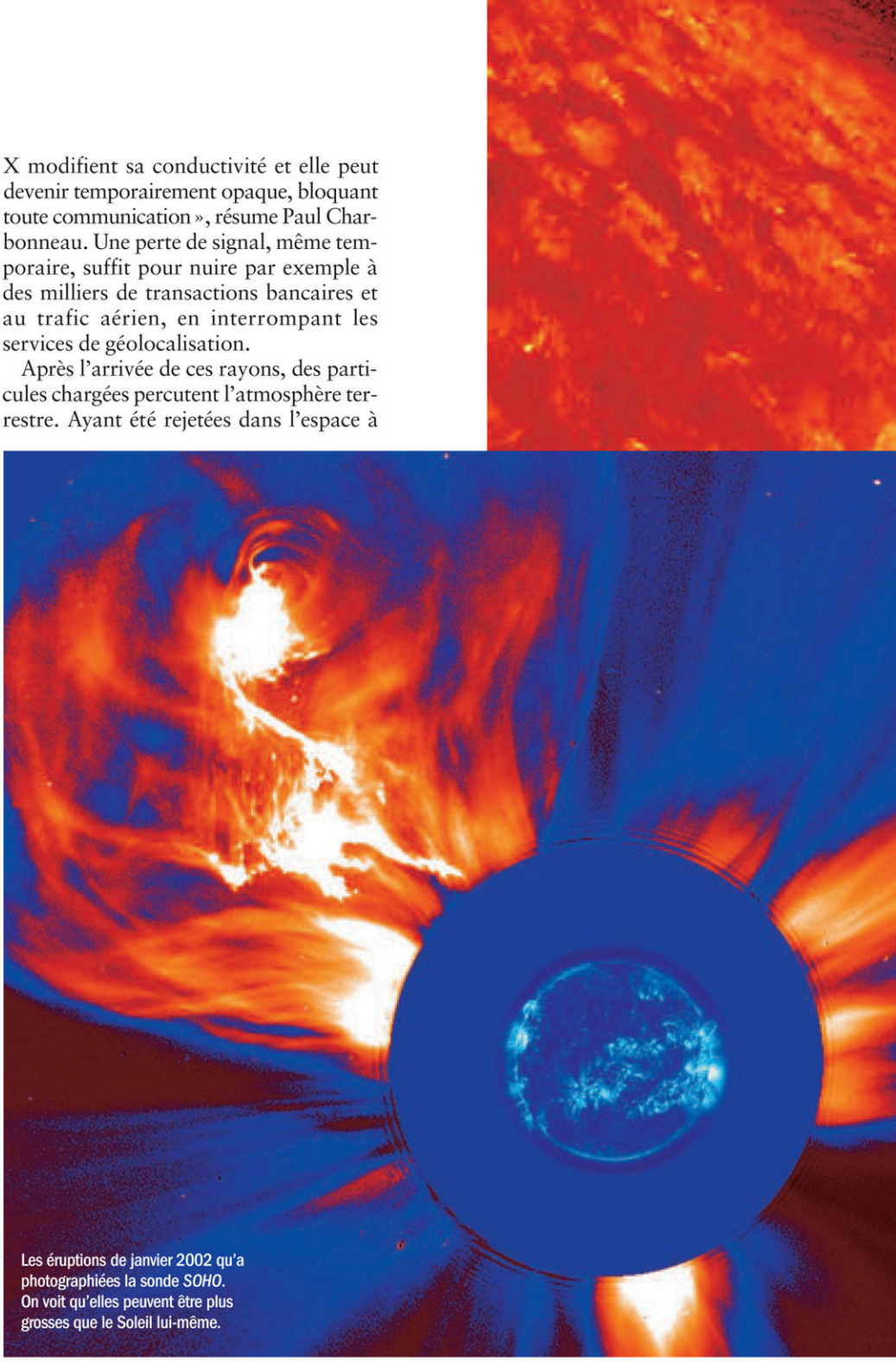
Les éruptions solaires sont sans conteste les événements les plus violents du Système solaire et libèrent une quantité d'énergie équivalente à celle de milliards de bombes atomiques. « Le champ magnétique solaire peut se comparer à de gigantesques élastiques qui s'entortillent, de manière parfois imprévisible, explique Paul Charbonneau. Ces champs peuvent alors accumuler d'importantes quantités d'énergie qui se libèrent soudainement, en quelques secondes, comme lorsqu'un élastique casse. »

Les éclats de cette méga-explosion cosmique sont projetés dans l'espace. Trois types de déferlantes, voyageant chacune à sa propre vitesse, peuvent alors successivement atteindre la Terre.

D'abord la plus rapide, celle de la lumière. « D'importantes quantités de rayons X et ultraviolets fondent sur nous en huit minutes », décrit Paul Charbonneau. Fort heureusement, l'atmosphère terrestre protège les humains de cette première vague; ces radiations n'atteignent pas le sol. Mais elles peuvent être préoccupantes pour les pilotes d'avion et pour ceux qui voyagent fréquemment, particulièrement dans la région des pôles, où le bouclier atmosphérique est plus faible. Une étude révèle que, lors d'une colère solaire, à l'Halloween 2003, les passagers de vols polaires avaient été exposés, en une seule fois, à l'équivalent de 12 % de la dose annuelle tolérable.

En 2012 et en 2013, en période de tempête spatiale, plusieurs compagnies aériennes, dont Air Canada et Delta Airlines, ont détourné leurs vols transpolaires reliant les Amériques à l'Asie, prolongeant ainsi certains trajets de quelques heures. En plus de provoquer des problèmes potentiels de santé, les rayons X et les ultraviolets ionisent la partie supérieure de l'atmosphère et peuvent interférer avec les communications radio. « Normalement, la couche atmosphérique, située entre 50 km et 200 km d'altitude, est facilement traversée par les ondes radio. Mais les rayons X modifient sa conductivité et elle peut devenir temporairement opaque, bloquant toute communication », résume Paul Charbonneau. Une perte de signal, même temporaire, suffit pour nuire par exemple à des milliers de transactions bancaires et au trafic aérien, en interrompant les services de géolocalisation.

Après l'arrivée de ces rayons, des particules chargées percutent l'atmosphère terrestre. Ayant été rejetées dans l'espace à environ 90 % de la vitesse de la lumière, elles peuvent se loger dans des circuits intégrés et endommager définitivement les satellites les moins bien conçus. « Les protons provenant des événements singuliers violents traversent les boîtiers en aluminium qui, ordinairement, protègent du rayonnement cosmique les composantes sensibles, dit Éric Gloutnay, ingénieur en génie physique à l'Agence spatiale canadienne. Les particules chargées peuvent forcer le redémarrage d'un circuit, et modifier les mémoires qu'il faut alors reprogrammer. Dans les pires cas, elles peuvent causer une défaillance permanente du circuit. » En avril 2010, le satellite états-unien de télécommunications *Galaxy 15* a cessé de répondre aux commandes de son opérateur, Intelsat, après avoir essuyé une tempête. Il continuait à envoyer des informations au sol et a dérivé dangereusement hors de son orbite, s'attirant le surnom de « ZombieSat ». Sept mois plus tard, après beaucoup de sueurs froides, Intelsat est finalement parvenu à redémarrer l'appareil et à le remettre en fonction.



SOHO/NASA/ESA/S.HILL

Les éruptions de janvier 2002 qu'a photographiées la sonde *SOHO*. On voit qu'elles peuvent être plus grosses que le Soleil lui-même.

Les éruptions solaires sont sans conteste les événements les plus violents du Système solaire et libèrent une quantité d'énergie équivalente à celle de milliards de bombes atomiques.

La meilleure façon de prévenir de tels incidents commence à la conception des instruments, selon Éric Gloutnay : « Nous choisissons des composantes électroniques pouvant supporter des doses fixes de radiations. Nous en exposons aussi certaines à des faisceaux de protons très énergétiques dans l'accélérateur de particules canadien TRIUMF, à Vancouver. » Les opérateurs de satellites doivent également être vigilants. « Nous ne pourrons jamais concevoir des appareils parfaitement immunisés contre tous les événements spatiaux, ajoute Éric Gloutnay. Lors de tempêtes solaires, les opérateurs mettront en veille certains circuits, ils éviteront de mener des missions scientifiques complexes et d'effectuer des opérations particulièrement délicates. »

C'est la troisième vague de l'éruption solaire qui intéresse tout particulièrement les gestionnaires de réseaux électriques. Elle est composée de matière solaire éjectée, voyageant à une vitesse située entre 400 km/s et 2 000 km/s et qui, selon la force de l'explosion, peut voyager entre 6 heures et 4 jours avant d'arriver sur nous. « Cette matière éjectée prend la forme d'un plasma, un nuage de particules chargées, qui, comme un chasse-neige – une "gratte" –, ramasse de la matière qui se trouve entre le Soleil et nous », explique Paul Charbonneau. Ces particules solaires peuvent, en interagissant avec le champ magnétique terrestre, créer des fluctuations électromagnétiques, lesquelles à leur tour induiront des courants imprévus dans les lignes de tension. Ce sont elles qui ont provoqué la panne de courant de janvier 1989 au Québec, plongeant dans le noir la quasi-totalité de la population pendant neuf heures.

Hydro-Québec a tiré plusieurs leçons de cette crise historique et a, depuis, installé plusieurs mécanismes de compensation pour stabiliser les variations de tension et éviter la propagation de courant induite par les orages géomagnétiques. « Grâce à ces nouvelles mesures, le réseau résiste au pic d'activité solaire actuel, précise Gary Sutherland, porte-parole chez Hydro-Québec. En cas de perturbations importantes, Hydro-Québec réduit le transit d'énergie sur son réseau et sur ses interconnexions avec les réseaux voisins, et elle reporte certaines manœuvres. »

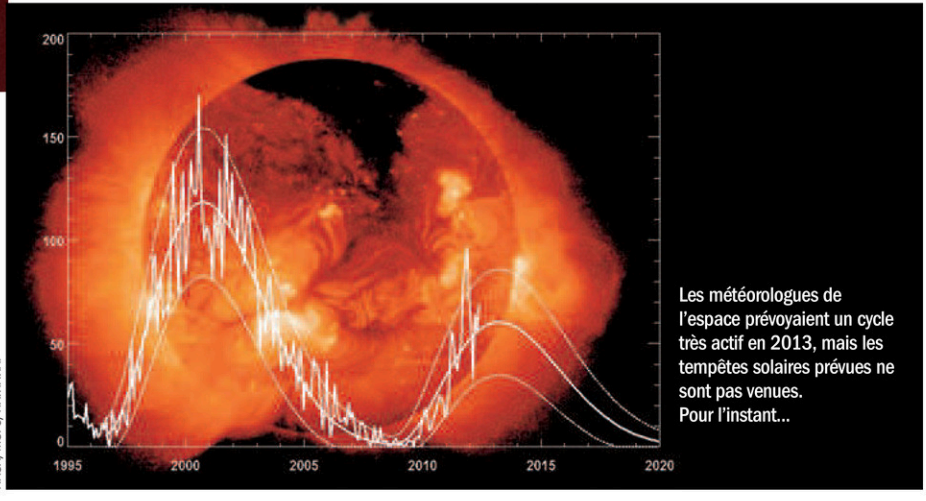
Des rapports européens et états-uniens, rédigés par des comités d'experts et des gens de divers secteurs, recensent en détail les répercussions potentielles. Mais, conclut Doug Biesecker : « Les technologies évoluent très rapidement. Nous ne connaissons probablement pas toutes les conséquences qu'entraînerait une importante éruption solaire. »

Plusieurs scientifiques mènent une croisade pour sensibiliser l'industrie et les gouvernements à une meilleure préparation aux tempêtes solaires et le message commence à faire son chemin. « Les transporteurs aériens sont devenus l'un des groupes de pression les plus importants qui réclament une amélioration de la météo spatiale », dit Paul Charbonneau.

Jusqu'ici, les climatologues spatiaux se sont fiés à l'expérience passée pour prédire l'intensité des cycles solaires. « Les scientifiques comptent les taches solaires. Quatre cents ans de données nous ont appris que, plus il y en a, plus le réservoir d'énergie est important. Donc, plus le cycle risque d'être actif », résume Paul Charbonneau. « Nous sommes entrés dans l'ère des modèles solaires plus sophistiqués qui tentent de décrire la dynamo solaire et sa magnétohydrodynamique », souligne Doug Biesecker. Plusieurs groupes de recherche, dont celui de Paul Charbonneau, arrivent à reproduire, avec des modèles informatiques, la physique solaire et la complexité de ses mouvements magnétiques.

Pour le prochain cycle, le cycle 25, lequel s'amorcera vers 2019, les scientifiques disposeront de nouveaux satellites pointés en direction de notre étoile. Notamment la paire de satellites jumeaux états-uniens *STEREO*, placés de chaque côté du Soleil, lesquels ont donné aux scientifiques, en 2009, les toutes premières images tridimensionnelles d'explosions solaires. « L'objectif était de voir une éruption solaire de plus d'un point de vue », explique Jason Byrne, un chercheur postdoctoral à l'Institut d'astronomie d'Honolulu à Hawaii, qui développe des méthodes d'analyse d'images adaptées au double point de vue qu'offre *STEREO*. « Sans ces satellites, il était impossible de définir la structure tridimensionnelle de ces explosions », précise le chercheur. Ce duo d'instruments, comme une paire d'yeux braquée sur l'astre, aidera aussi les scientifiques à mieux veiller sur la Terre. « À présent, nous avons une idée du mouvement de la masse éjectée par le Soleil et de sa vitesse de déplacement. Nous pouvons savoir si elle prend de l'expansion, si elle frôle la Terre ou la frappe de plein fouet », ajoute Jason Byrne.

Après cette période d'excitation, dans deux ou trois ans, le Soleil retournera à son état d'hibernation, laissant aux scientifiques et aux manitous de la gestion de risque le temps de souffler et de se préparer à la prochaine grosse tempête. QS



NASA/MSFC/HATHAWAY

Les météorologues de l'espace prévoyaient un cycle très actif en 2013, mais les tempêtes solaires prévues ne sont pas venues. Pour l'instant...

Le vertige des

Pour certains enfants, apprendre à compter est une lutte de chaque instant. Leur problème? La dyscalculie, un trouble méconnu encore mal pris en charge.

Par Marine Corniou

Aussi loin qu'elle se souvienne, Aurélia s'est battue avec les chiffres. Encore aujourd'hui, à 20 ans, des opérations aussi simples que 7-3 la laissent perplexe. « La réponse ne me vient pas spontanément, ou alors j'ai un doute sur le résultat, donc je vérifie en comptant sur mes doigts. À l'école, je n'arrivais pas à lire l'heure ni à apprendre mes tables de multiplication », explique-t-elle.

Certes, équipés de téléphones intelligents et de calculatrices, nous sommes aujourd'hui nombreux à avoir un peu oublié nos tables de 7 ou de 9… Mais Aurélia, elle, a fait tous les efforts du monde pour combler ses lacunes en maths. Elle a suivi des cours particuliers et travaillé d'arrache-pied pendant toute sa scolarité. Sans grand succès; la jeune femme souffre de dyscalculie développementale, sorte d'équivalent numérique de la dyslexie. Pour elle, les chiffres sont indéchiffrables.

« La dyscalculie se définit comme une difficulté d'apprentissage spécifique au domaine des mathématiques, plus précisément de l'arithmétique, chez des enfants d'intelligence normale. C'est un trouble du calcul, en somme », résume Daniel Ansari, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en neurosciences cognitives du développement et chercheur spécialiste de ce trouble à l'université de Western Ontario, à London.

Selon les études, entre 3 % et 6 % des enfants seraient dyscalculiques. Autant de petits pour qui les opérations élémentaires sont une vraie torture, sans parler de la règle de trois ou des nombres négatifs.

« Leur compréhension des nombres et des symboles numériques est altérée. Ils ont par exemple du mal à dire lequel de deux nombres, disons 53 et 32, est le plus grand. Idem pour les quantités », précise Daniel Ansari.

Voilà qui rend laborieuse, voire impossible, l'estimation des distances ou des durées, l'évaluation du nombre de sièges libres dans une salle de cinéma ou de la quantité de fruits dans un panier à l'épicerie. « Cela me pose des problèmes dans la vie quotidienne, pour rendre la monnaie correctement, pour faire une conversion d'unités. C'est handicapant et stressant », poursuit Aurélia, interviewée par l'intermédiaire d'une page Facebook consacrée à la dyscalculie (dyscalculie-Infos).

« Les enfants dyscalculiques évitent les jeux où il faut lire des nombres ou compter, comme la cachette et le *Monopoly*. Quand ils jouent avec des dés, ils doivent recompter chaque fois le nombre de points sur les faces du dé; ils ne mémorisent pas ce que tout le monde connaît par cœur », observe Anne Lafay, fondatrice de la page dyscalculie-Infos et orthophoniste de

La dyscalculie

- Entre 3 % et 6 % des enfants d'âge scolaire sont touchés, selon les rares études sur le sujet (autant que pour la dyslexie).
- Environ les deux tiers présentent un trouble associé (dyslexie, TDAH, etc.).
- Pas de critères diagnostiques précis.
- Diverses manifestations possibles : mauvaise lecture et écriture des nombres, stratégies erronées de calcul, pauvre estimation des quantités, difficulté à mémoriser les tables d'addition et de multiplication, difficulté à ordonner les nombres.
- En 2009, une étude a estimé que 2,95 % des adultes français seraient potentiellement dyscalculiques, et 0,55 % auraient une dyscalculie « profonde ».



ISTOCKPHOTO/FE

chiffres



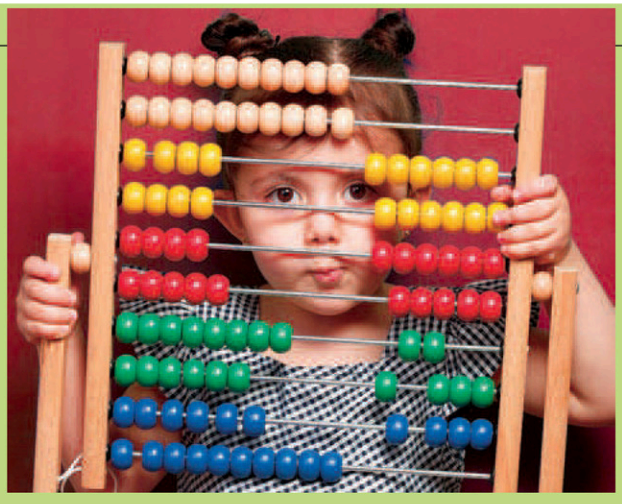
formation. La jeune femme, qui a travaillé plusieurs années en France avec des enfants dyscalculiques, est aujourd'hui étudiante au doctorat en médecine expérimentale à l'Université Laval, à Québec. Elle tente de mettre au point des jeux et des outils pour aider ces petits à retrouver – ou acquérir – le sens des nombres. « C'est un trouble très méconnu sur lequel il existe encore peu de recherches, déplore-t-elle. En 2007, pour 14 études publiées sur la dyslexie, il n'y en avait qu'une sur la dyscalculie. » Pourtant, ces deux troubles seraient aussi fréquents l'un que l'autre.

D'où vient cette étrange réticence au calcul? C'est ce que cherche à comprendre le neurobiologiste Daniel Ansari grâce à l'imagerie cérébrale par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Son équipe a été la première, en 2007, à démontrer que, lorsque de jeunes dyscalculiques évaluent ou comparent des quantités (des amas de points, par exemple), leurs cerveaux ne s'« allument » pas de la même façon que ceux des enfants du groupe contrôle. « On a remarqué un déficit d'activation des neurones situés dans le sillon intrapariétal, une aire du cerveau normalement impliquée dans le traitement des nombres, précise le chercheur. Nos travaux en cours démontrent aussi que leur cerveau est "câblé" différemment. » Récemment, plusieurs études ont également souligné que la dyscalculie était associée à un volume de matière grise – de neurones – plus faible dans cette zone du cerveau, ainsi qu'à une organisation anormale des fibres nerveuses. Autant d'anomalies biologiques qui pourraient altérer cette sorte d'intuition mathématique que nous avons tous dès la naissance, et que les spécialistes désignent comme le sens inné des nombres (voir l'encadré à la page 27).

Est-ce à dire que l'on naît dyscalculique? « C'est une question à 1 million de dollars! répond Daniel Ansari. La dyscalculie est probablement en partie génétique. Mais, comme tous les troubles d'apprentissage, c'est un problème complexe : beaucoup de facteurs entrent en jeu. On parle de dyscalculie développementale, car le développement joue un grand rôle : le sens inné des nombres peut en effet être déficient, mais la difficulté peut aussi se situer au niveau de la compréhension des symboles. »

Car, pour manier les maths, en plus de percevoir les quantités, il faut être capable

En cas de dyscalculie, l'aire cérébrale des nombres interagit avec quantité de processus, dont le langage, la mémoire, la logique et l'imagination. La bonne nouvelle? Il est possible de rééduquer certaines fonctions neuronales, à condition de déceler tôt les problèmes.



ISTOCKPHOTO

Maths: pourquoi tant d'aversion?

S'il fallait décerner la palme de la matière la plus haïe à l'école, les mathématiques l'obtiendraient haut la main. Aux États-Unis, 4 adultes sur 10 affirment avoir détesté les maths en classe, selon un sondage Ipsos publié en 2005. Et combien d'entre nous se prétendent «nuls en maths»? Ou restent bloqués à l'idée de calculer un pourcentage?

«Les maths, abstraites par définition, peuvent paraître déstabilisantes. Mais le fait de les détester est causé par un malentendu, déplore Jean-Marie de Koninck, mathématicien à l'Université Laval, à Québec. Elles sont extrêmement intéressantes et accessibles si on prend la peine de bien s'y connecter.»

Selon lui, c'est aux enseignants de vendre aux jeunes l'utilité, l'importance et le plaisir des maths. Mission accomplie? Pas vraiment, estime Yvon Blais qui, avant de venir en aide aux dyscalculiques, était professeur de mathématiques au secondaire. «On enseigne les maths avec un papier et un crayon. C'est une grande erreur pédagogique, à mon sens, car, pour comprendre les concepts, les enfants ont besoin de manipuler des objets, bâtons ou allumettes...» Et sans ces bases solides, acquises dès le plus jeune âge, point de salut mathématique. Pour autant, qui dit nul en maths ne dit pas forcément dyscalculique, comme le rappelle Anne Lafay. «Il y a plein de raisons d'avoir des difficultés en maths, à commencer par un environnement non stimulant, le faible niveau socioéconomique des parents, un trouble de l'attention, une déficience mentale, auditive ou langagière, voire une déficience motrice, car la mobilité des doigts est essentielle pour apprendre à compter», précise-t-elle. Et puis, inutile de le nier, les maths demandent plus d'efforts que d'autres matières. «Elles synthétisent toutes les compétences: le raisonnement, la logique, la fluidité dans les processus cognitifs, la finesse en lecture, la maîtrise d'un lexique où chaque mot a une définition précise», résume Yvon Blais concédant que l'accès à la pensée abstraite n'est facile pour personne.

d'associer le symbole «2» à deux pommes, à deux maisons, et de l'utiliser dans un tout autre contexte pour désigner la deuxième place dans une compétition ou pour couper une tarte en deux. «Or, il n'y a pas de connaissance innée des symboles, lesquels sont des inventions culturelles. Ils doivent être appris, et ce processus d'apprentissage peut être altéré par la dyscalculie, poursuit le chercheur. Certains enfants sont incapables de faire le lien entre ces symboles et la perception des quantités.»

Bref, il y a probablement autant de types de dyscalculie que de dyscalculiques. Il n'y a d'ailleurs pas de consensus sur la définition précise du trouble. «En théorie, la dyscalculie est associée aux mathématiques, mais les enfants atteints cumulent très souvent d'autres difficultés, notamment concernant la lecture, le langage ou le raisonnement», précise Anne Lafay.

C'est ce qu'a confirmé il y a quelques mois une étude menée à l'université de Cambridge, au Royaume-Uni, auprès de 1 000 enfants âgés de 10 ans. «Parmi eux, nous avons cherché ceux qui étaient de niveau moyen ou élevé dans toutes les matières, mais mauvais en maths sans pour autant présenter d'autres problèmes, comme par exemple un trouble d'attention ou une dyslexie, explique Kinga Morsanyi, chercheuse en neurosciences de l'éducation à Cambridge. Nous avons trouvé 43 de ces dyscalculiques "purs" et nous avons réalisé qu'ils avaient aussi des difficultés à résoudre des problèmes logiques ne comportant aucune notion de nombre.» Autrement dit, en cas de dyscalculie, l'aire cérébrale des nombres n'est pas seule en jeu: elle interagit avec quantité de processus, dont le langage, la mémoire, la logique et l'imagination. La bonne nouvelle? «Grâce à ces interactions dynamiques entre les aires du cerveau et les habiletés intellectuelles, il est possible de rééduquer certaines fonctions, à condition de déceler tôt les problèmes», ajoute la chercheuse.

Hélas, le trouble, méconnu des profs et des parents, passe souvent inaperçu. D'autant que certains enfants contournent leurs difficultés en comptant sur leurs doigts, en apprenant par cœur les tables de multiplication ou en appliquant des règles de calcul sans en comprendre le sens. «À l'école primaire, où on demande peu aux enfants de raisonner, passe encore. Mais quand ils commencent à apprendre l'algèbre ou les fractions, ceux qui n'ont pas compris la numération de base se retrouvent complètement perdus», dit Yvon Blais, un orthophoniste de Gatineau spécialisé en dyscalculie.

«Les maths sont une matière cumulative, souligne de son côté le neurobiologiste Daniel Ansari. Si on n'en comprend pas

profondément les bases, on ne peut pas rattraper le retard. Les élèves sont stigmatisés toute leur scolarité, et ils développent une angoisse des mathématiques. »

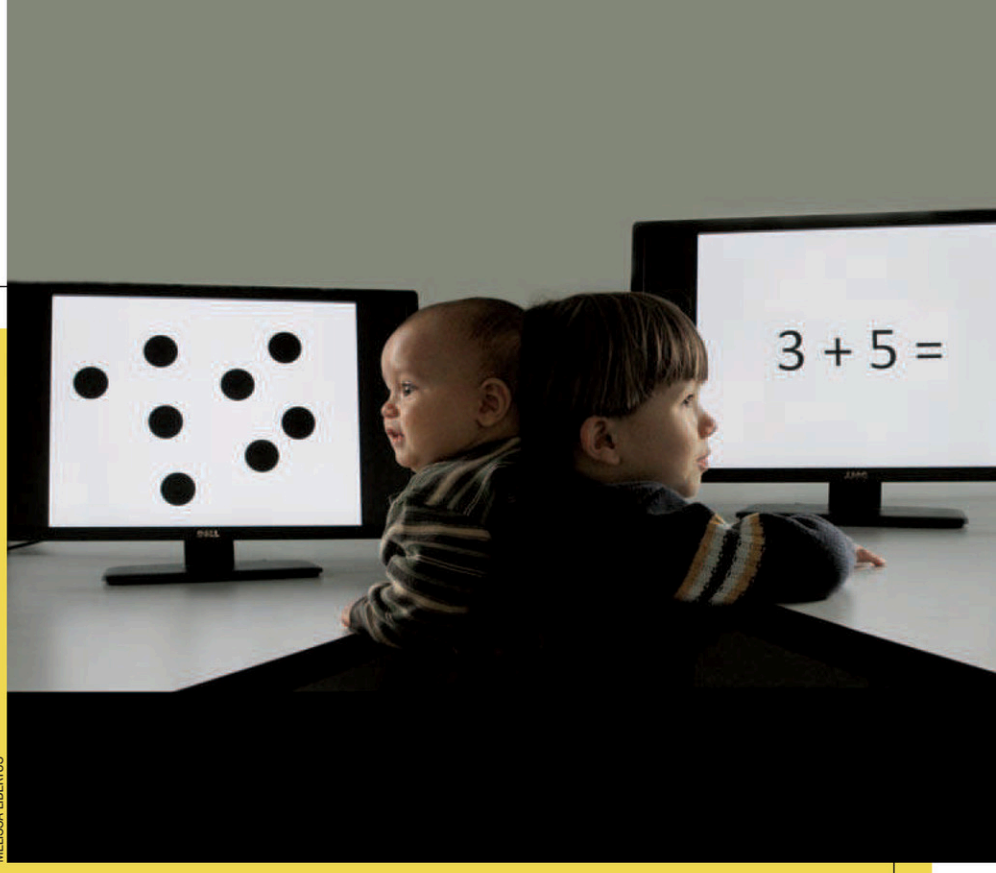
Aurélia, elle, n'a reçu son diagnostic (et la prise en charge en orthophonie) qu'à l'âge de 12 ans. Le ventre noué avant l'examen, le cerveau incapable de réfléchir, la panique devant un problème d'algèbre, elle connaît bien. « Enfant, personne n'a pris mon problème très au sérieux, raconte-t-elle. Les profs disaient que j'étais un peu plus lente que les autres, ou que c'était de la mauvaise volonté. J'ai fini par ne plus aimer les maths; je les redoutais. Quand on devait passer un test, en classe, je perdais tous mes moyens. » Aujourd'hui, malgré son suivi en orthophonie, elle se débat encore avec les nombres et peine à réussir ses examens pour devenir kinésithérapeute.

« Si on ne dépiste pas rapidement la dyscalculie, on empêche les enfants d'aller au bout de leur potentiel », croit Daniel Ansari. Il vient de mettre au point un test, qui ne prend que deux minutes, destiné aux enfants en garderie. Ce test devrait permettre d'aider dès le plus jeune âge ceux qui ont des difficultés avec le calcul. « La capacité des tout-petits à comparer des quantités – nombres de points ou chiffres – présage leur niveau en arithmétique en première année du primaire », affirme-t-il.

Comment repêcher les plus perdus? En leur faisant lire des nombres, estimer de petites quantités, ranger des groupes d'objets par ordre de taille, s'entraîner grâce à des jeux d'arithmétique comme *La course aux nombres*. « Nous n'avons pas encore assez de recul pour savoir si la rééducation permet de pallier les lacunes, nuance Anne Lafay, car les premières études datent seulement de 2005. On sait tout de même qu'il est possible de progresser, de compenser en contournant les problèmes, mais il s'agit d'un trouble persistant et certains dyscalculiques le restent toute leur vie. »

Quoi qu'il en soit, il faut parvenir à trouver les professionnels capables de mener cette véritable rééducation mathématique. « Tous les orthopédagogues ne sont pas formés pour prendre en charge la dyscalculie. Et il n'y a qu'une vingtaine d'orthophonistes qualifiés au Québec pour le faire », note Yvon Blais, l'un des premiers de sa profession à s'être formé à la rééducation mathématique… en France.

Pourtant, dans notre société high-tech, des connaissances minimales en numératie sont aussi essentielles que les compétences en lecture. « Maîtriser les maths est un véritable atout. Malheureusement, les parents n'en sont souvent pas conscients. Ils ne s'inquiètent pas si leur enfant est "nul en maths", parfois même ils s'en amusent. On sous-estime gravement l'importance des nombres dans la vie quotidienne, par exemple pour calculer les pourboires, gérer ses finances, ou comprendre une ordonnance médicale », estime Daniel Ansari. Il est donc temps de tendre la main à ceux qui se battent avec les chiffres, le plus tôt possible, pour éviter qu'ils ne décrochent complètement. QS



MELISSA LIBERTUS

Inégaux face aux nombres

Même les nourrissons savent compter! Du moins approximativement. Ainsi, si l'on cache, devant des bébés, 5 objets dans une boîte, puis qu'on fait seulement semblant d'en cacher 5 autres, quand on soulève le couvercle, ils se montrent surpris de n'y voir que 5 objets au lieu des 10 attendus. Ce « sens approximatif des nombres » est universel : on le retrouve dans toutes les cultures, et même chez les autres primates.

Universel, certes, mais pas équitable. Chez certains enfants, l'intuition mathématique est naturellement plus aiguisée que chez d'autres. C'est ce qu'a conclu en 2010 une équipe du Duke Institute for Brain Sciences en Caroline du Nord, en observant le comportement de 48 bébés âgés de 6 mois.

Placés devant deux écrans, les petits voyaient défiler rapidement des amas de points, dont la disposition variait systématiquement. Mais, sur un des écrans, le nombre de points (10) était constant, alors que sur l'autre, des lots de 10 ou 20 points s'affichaient alternativement. Certains bébés ont montré une nette préférence visuelle pour les lots au nombre variable, plus stimulants. Ces enfants, selon les chercheurs, avaient un meilleur sens des quantités que ceux qui ne remarquaient pas les variations. En 2013, l'équipe a réévalué les mêmes petits, en leur demandant de déterminer parmi deux groupes de points celui qui en contenait le plus, et en les soumettant, entres autres évaluations, à un test de QI et à un examen de maths pour les préscolaires. Bilan? Ceux qui réussissaient mieux à six mois étaient également plus à l'aise à trois ans et demi. « Certains enfants ont une meilleure compréhension intuitive des nombres, et ils ont de meilleures habiletés mathématiques ensuite. Cependant, on ne sait pas d'où viennent ces différences, explique la docteure en psychologie Melissa Libertus qui a conduit l'étude. Elles sont probablement héréditaires, mais de récentes recherches ont démontré que ce sens des nombres peut être amélioré jusqu'à l'âge de 30 ans. »

+ Pour en savoir plus :

Mathis n'aime pas les maths, Anne Lafay, éditions Dominique et compagnie, 2014, 24 p.

Qui a peur des mathématiques?, Anne Siety, Le livre de poche, 2013, 320 p.

La course aux nombres
www.lacourseauxnombres.com



lait

PRÉSENTE

GVO

FESTIVAL
GO VÉLO MTL

EN COLLABORATION AVEC

Jean Coutu

À
CHACUN
SON
TOUR
30E TOUR DE L'ÎLE DE MONTRÉAL
TOUR LA NUIT
DÉFI MÉTROPOLITAIN
OPÉRATION VÉLO-BOULOT

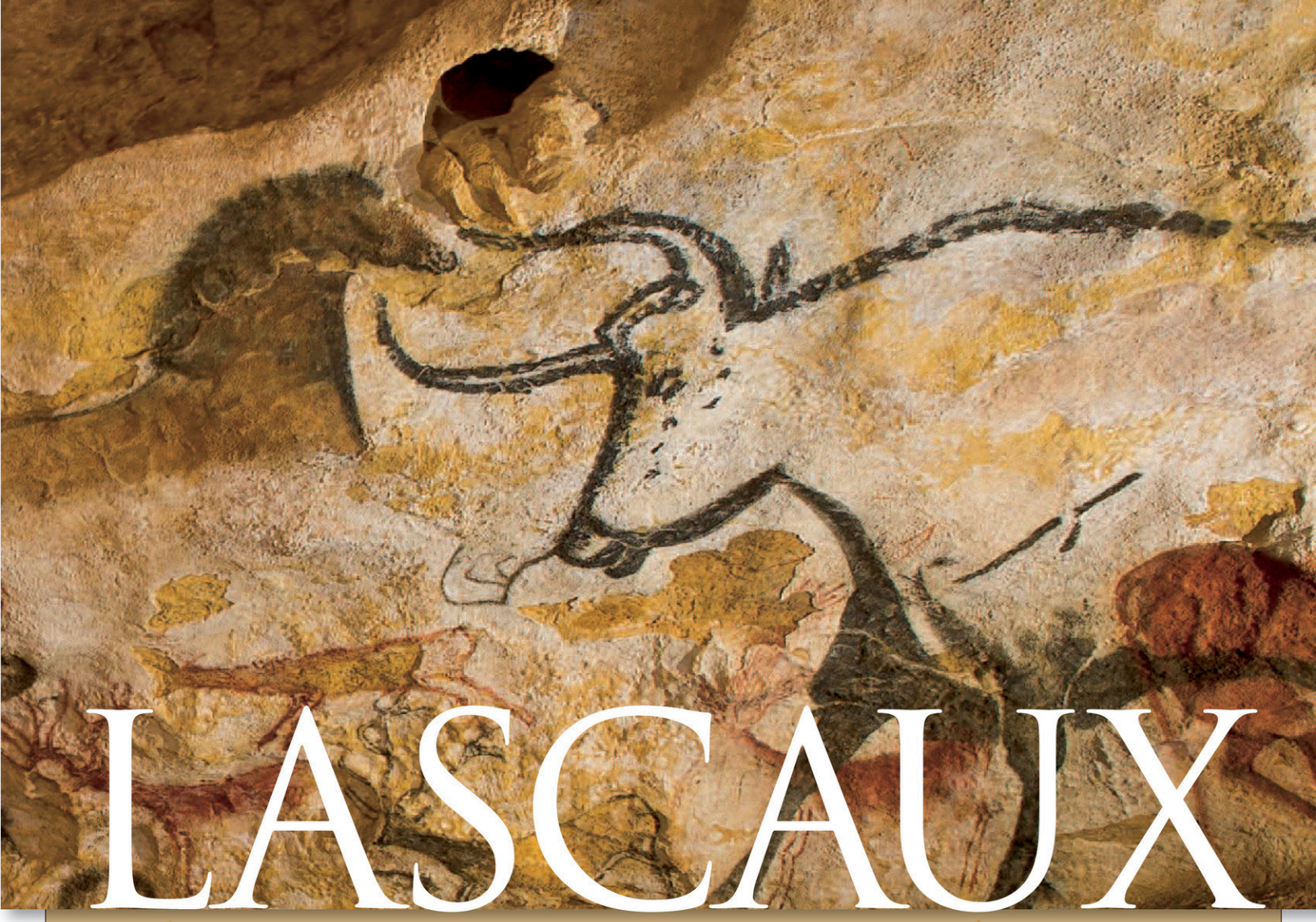
FESTIVAL
GO VÉLO MONTRÉAL
DU 25 MAI AU 1ER JUIN 2014

Desjardins provigo MEC

INSCRIVEZ-VOUS

INFO Aire bleue GazMétro
velo.qc.ca

NRJ Rouge 107,3 fm LA PRESSE+ stm TOURISME Montréal Montréal Québec



LASCAUX
À MONTRÉAL

Abonnez-vous à *Québec Science* et recevez un des 250 billets pour l'exposition Lascaux, présentée par le Centre des sciences de Montréal.

En visitant l'exposition, courez la chance de gagner **un voyage dans le Périgord**, offert par le Conseil général de la Dordogne.

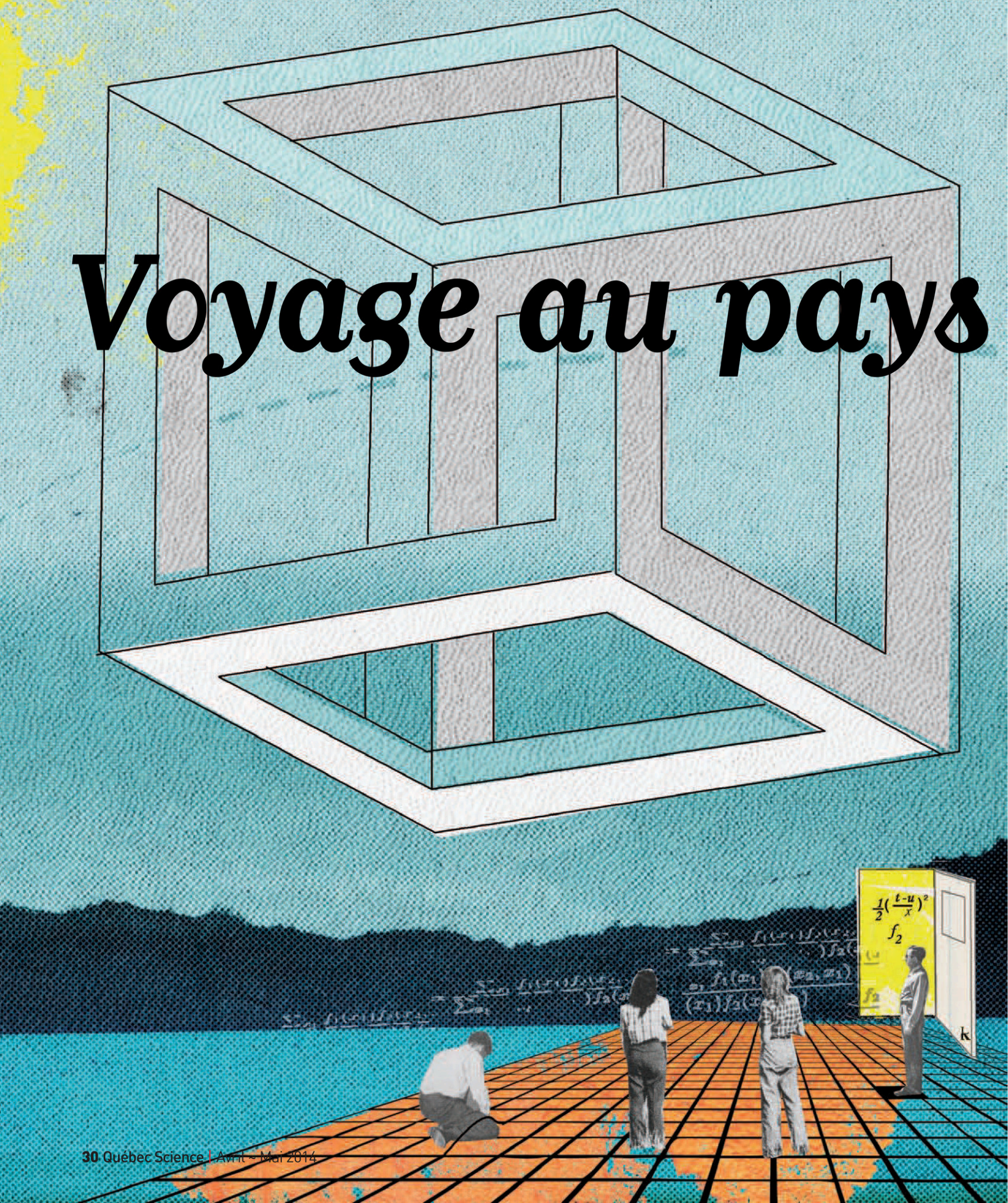
Rendez-vous sur **www.quebecscience.qc.ca/lascaux**

QUÉBEC SCIENCE

CENTRE DES SCIENCES MONTRÉAL

Offre valide jusqu'au 15 juin 2014, pour les 250 premiers abonnés

Voyage au pays



Théorèmes, conjectures, matrices, équations, inconnues… L'univers des mathématiques a ses lois et son langage, que maîtrisent une poignée de chercheurs passionnés. Comment font-ils progresser leur discipline? Comment mènent-ils leurs travaux? Comment choisissent-ils leur sujet? Incursion dans un monde à part.

Par Marine Corniou

de l'abstrait

Sur l'estrade, Curtis McMullen fait mine d'enrouler un objet imaginaire sur lui-même pour expliquer à ses auditeurs les mystérieuses propriétés des espaces de modules et des surfaces de Riemann. Ce chercheur état-unien de l'université Harvard au visage poupin et aux yeux rieurs, est l'un des plus grands experts mondiaux en géométrie. Il décrit en gesticulant le trajet de boules de billard évoluant sur des tables aux formes complexes, en particulier des pentagones, son « motif favori ». Jusqu'ici, on suit à peu près. Les choses se compliquent quand il faut imaginer que deux des côtés dudit pentagone sont virtuellement collés l'un à l'autre, si bien que la boule, plutôt que de rebondir sur une paroi, la transperce pour rejaillir du côté opposé…

Après une heure d'efforts et d'attention soutenus, force est de constater que les espaces de modules restent totalement impénétrables. « À moins d'être spécialiste du sujet, la conférence était vraiment difficile à suivre », me rassure Matthieu Vanicat, un jeune Français de 23 ans venu lui aussi en Allemagne assister au Heidelberg Laureate Forum. Il fait partie des 200 étudiants en mathématiques et informatique théorique, en provenance de 49 pays, qui assistent à cette rencontre hors du commun, organisée dans la vieille ville de Heidelberg, fin septembre. Pendant une semaine, ces jeunes, sélectionnés parmi des étudiants en maîtrise, en cours de thèse ou au postdoctorat, sont invités à côtoyer 40 des plus grands mathématiciens, lauréats de la médaille Fields, des prix Abel ou Turing – les équivalents du Nobel en maths et en informatique. L'objectif de la rencontre? Motiver et inspirer cette brillante relève, favoriser les échanges et promouvoir les mathématiques trop souvent synonymes, pour le grand public, de discipline obscure, sinon cauchemardesque.

Si les maths effraient autant qu'elles fascinent, il en est de même pour les mathématiciens, véritables excentriques aux yeux de ceux qui n'ont pas hérité de la fameuse « bosse » du calcul. Souvent dépeints comme des fous solitaires, ils pâtissent du triste destin de certains de leurs prédécesseurs, comme Kurt Gödel ou Ludwig Boltzmann, qui se sont suicidés; ou comme John Nash, un génie qui a lutté pendant des années contre la schizophrénie.



Au forum de Heidelberg, l'automne dernier

TOBIAS WOJTANOWSKI

L'air jovial, Curtis McMullen fait mentir ces clichés, comme les autres lauréats qui se prêtent de bon cœur au mélange des générations en s'attablant avec les étudiants. « La solidarité est beaucoup plus grande en maths qu'en biologie : il n'y a pas de compétition, les noms des auteurs des articles sont inscrits par ordre alphabétique, alors qu'ailleurs on se bat pour mettre son nom en haut de la liste », faisait remarquer l'un des chercheurs lors d'une conférence. Dans cette ambiance bon enfant, on discute de maths et de carrière, bien sûr, mais aussi de toutes sortes de sujets plus ou moins futiles, depuis l'*Oktoberfest* jusqu'aux relations entre Israël et la Palestine. Le tout dans un anglais teinté d'innombrables accents. « Il faut faire savoir au monde que nous sommes normaux! » lâche avec un large sourire Franziska Jahnke, une blonde pétillante que l'on croit sur parole. Elle fait son doctorat à l'université de Münster, en Allemagne, dans le domaine de la logique. On n'en saura pas plus. « Je n'ai pas encore trouvé les mots pour expliquer ce que je fais, c'est trop abstrait. Mais c'est comme ça que je réfléchis. Les images et les métaphores ne me parlent pas, ça ne m'aide pas à penser! dit-elle avec énergie. Ce que j'aime dans ma recherche, c'est que tout est dans ma tête. C'est un jeu que je joue contre moi-même. »

C'est peut-être justement ce qui rend les mathématiques inaccessibles au commun des mortels, et si difficiles à vulgariser. Ni expériences ni microscopes, rien de concret à quoi se raccrocher : la recherche se fait avec un papier, un crayon et un cerveau imaginatif qui jongle aisément avec les concepts d'intégrales, de variétés, de groupes ou encore de courbes de Teichmüller ou de Weierstrass. « En plus d'être un langage, les maths sont un art, un processus créatif », soutient Michael Atiyah, ancien professeur aux universités d'Ox-

ILLUSTRATION : KARY LEMAY - POUR ÉRIKA, PROF ET PASSIONNÉE DES MATHS

« En plus d'être un langage, les maths sont un art, un processus créatif. »

ford, de Cambridge et de Princeton, récipiendaire de la médaille Fields en 1966 et du prix Abel en 2004 (entre autres récompenses). Pour ce vétéran de la discipline, la démonstration d'un théorème, ce n'est que la dernière étape, l'aspect technique du travail. « Ce qui compte avant tout, c'est d'avoir une idée. »

Et des idées, il en faut pour se lancer à l'assaut d'équations ou de conjectures (un énoncé mathématique qu'on pense juste, mais qui n'a jamais encore été démontré) sur lesquelles bon nombre de chercheurs se sont déjà cassé les dents. Slawomir Dinew, un étudiant au postdoctorat à l'université de Cracovie, en Pologne, en sait quelque chose. Il tente de résoudre des équations de la théorie des cordes, cette fameuse théorie physique sur laquelle des centaines de chercheurs planchent depuis des années. « Quand on travaille sur des équations connues, on est sûr que tous les théorèmes standard ont déjà été essayés. Il faut donc trouver une idée nouvelle, regarder le problème sous un angle différent », explique-t-il timidement, faisant écho aux conseils qu'ont prodigués sans relâche les lauréats à leurs successeurs.

Ceux-là, à l'aube de leur carrière, savent qu'ils ne manqueront pas de travail. Les maths sont loin d'être le monde figé qu'on nous enseigne à l'école, avec son nombre fini de théorèmes dans lesquels il suffit de puiser pour résoudre des problèmes dont la solution est déjà connue. Les chercheurs évoluent au contraire dans un espace sans limites, où ils imaginent constamment de nouveaux champs de recherche. « La beauté des maths, c'est de pouvoir inventer les outils nécessaires au fil du cheminement », précise Matthieu Vanicat qui va entreprendre l'an prochain un doctorat en physique théorique.

Physique, informatique, génie, mais aussi biologie, neurologie, évolution ou même économie ou météo, toutes les sciences s'appuient sur des équations mathématiques, surtout depuis l'essor des modèles informatiques. « Je n'aime pas la distinction entre maths pures et appliquées. Il n'y a que des maths appliquées et des maths qui n'ont pas encore été appliquées », aime à répéter Michael Atiyah. Mais au-delà de leur aspect utilitaire, les maths plaisent aussi pour leur beauté, leur esthétique, et pour leurs fascinantes énigmes qui attendent d'être résolues, parfois depuis plusieurs siècles. Certaines d'entre elles sont impossibles à expliquer à un non-initié; d'autres, comme le problème de Syracuse, sont simples à énoncer mais tout aussi insolubles.

En 2000, l'institut Clay, fondé par un homme d'affaires de Boston pour promouvoir les mathématiques, a publié la liste des « problèmes du millénaire »; sept « colles » extrêmement difficiles, dont la résolution s'accompagnera d'une récompense de 1 million de dollars. Avis aux intéressés, il ne reste plus que six de ces casse-têtes car, en 2003, Grigori Perelman, un mathématicien russe, a annoncé avoir résolu la conjecture de Poincaré qui résistait depuis un siècle aux esprits les plus acharnés. Au terme de sept ans de travail solitaire et secret, Perelman est venu à bout de cette conjecture, refusant cependant d'empocher sa prime.

« Heureusement, la recherche ne progresse pas seulement lorsqu'une de ces énigmes légendaires est résolue, indique Srinivasa Varadhan, chercheur à l'université de New York et lauréat, entre autres distinctions, du prix Abel en 2007 pour ses travaux dans le domaine des probabilités. Chaque fois qu'on avance d'un pas dans la résolution d'un problème, on fait surgir 10 nouvelles interrogations. On postule de nouvelles conjectures, on crée des liens entre des choses qui a priori n'ont pas de rapport entre elles. Faire de la recherche mathématique, c'est un peu comme gravir un escalier sans fin. »

Mais alors, comment les mathématiciens savent-ils qu'ils sont sur une bonne piste? Où trouvent-ils la force de travailler pendant des années sur le même problème, à l'instar de Grigori Perelman, sans savoir ce qu'il y a au bout ni se décourager?

« Parfois, on continue alors qu'il n'y a plus d'espoir et on trouve la solution. Parfois, on continue et on perd tout. La décision d'abandonner une piste ou de persévérer dépend de notre goût pour le danger et de notre foi en ce qu'on fait », répond le Français Cédric Villani, le plus jeune des lauréats présents, dont les travaux ont permis de comprendre en profondeur plusieurs phénomènes physiques.

Cette volonté, cette persévérance, ce sont probablement les qualités que partagent tous les virtuoses des mathématiques. « Il faut être patient », acquiesce le jeune Slawomir Dinew qui est resté bloqué deux ans sur son problème de doctorat. La solution lui est finalement venue en trois heures…

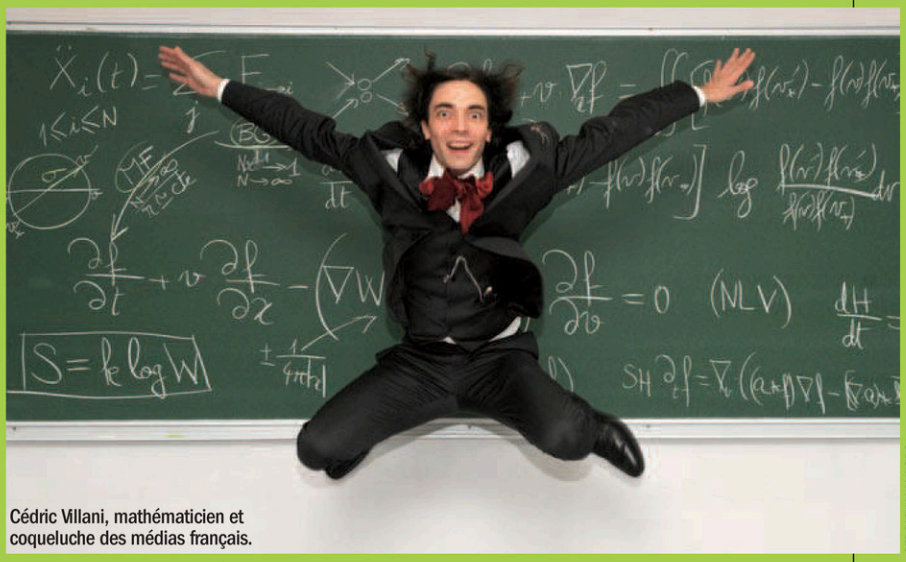
« Tous les mathématiciens savent

«LA RECHERCHE MATHÉMATIQUE, C'EST UN PEU COMME GRAVIR UN ESCALIER SANS FIN.»

La médaille Fields

Regrettant le manque de reconnaissance des mathématiques et l'absence de prix Nobel dans cette discipline, le mathématicien canadien John Charles Fields proposa au congrès international des mathématiciens de 1924, à Toronto, de décerner des médailles pour récompenser et encourager les meilleurs chercheurs de moins de 40 ans.

Les premières médailles Fields furent décernées à Oslo en 1936, quatre ans après la mort du professeur et spécialiste des fonctions algébriques. Depuis 1950, la médaille est décernée tous les quatre ans à un, deux, trois ou quatre jeunes mathématiciens, lors de la cérémonie d'ouverture du congrès organisé par l'Union mathématique internationale. La dernière fois, en 2010 à Hyderabad, en Inde, ce sont Ngô Báo Châu, Elon Lindenstrauss, Stanislav Smirnov et Cédric Villani qui ont reçu la prestigieuse médaille en or. Le prochain congrès se déroulera à Séoul, en Corée du Sud, en août 2014.



Cédric Villani, mathématicien et coqueluche des médias français.

CEDRICVILLANI.ORG

LE PROBLÈME DE SYRACUSE

L'énoncé est simple: prenez un nombre entier positif. S'il est pair, divisez-le par 2; s'il est impair, multipliez-le par 3 et ajoutez 1. Vous obtenez alors un nouveau nombre, sur lequel vous répétez la procédure.

Par exemple, partons du nombre 6, qui est pair. On obtient cette séquence : 6,3,10,5,16,8,4,2,1,4,2,1...

Quel que soit le nombre de départ, la suite finit toujours par répéter à l'infini le cycle 4,2,1. Cette propriété est-elle vraiment générale?

« Le problème a été testé avec des milliards de nombres par ordinateur, et cela semble toujours vrai, explique le mathématicien Cédric Villani. Mais cela ne suffit pas pour prouver que c'est le cas. » Posé en 1950 à l'université de Syracuse, aux États-Unis, ce problème « enfantin » n'a encore jamais été démontré ni infirmé.

qu'il faut alterner des phases de concentration intense avec des phases de discussion avec les autres. Mais l'inspiration vient parfois de nulle part. Après des mois dans un tunnel, on aperçoit une lueur, puis vient l'illumination, le moment où on comprend tout et où on rédige la démonstration qui fait parfois des centaines de pages », poursuit Cédric Villani, coqueluche des médias et ambassadeur de sa discipline depuis qu'il a reçu la médaille Fields en 2010. Il faut dire que le bonhomme ne passe pas inaperçu, toujours vêtu d'un costume trois pièces du XIX^{e} siècle, d'une lavallière et d'une broche en forme d'araignée, dont il possède des dizaines de modèles. À Heidelberg, il était constamment entouré d'étudiants admiratifs qui connaissent la portée de ses travaux sur l'amortissement Landau ainsi que sur l'équation de Boltzmann, qui décrit le comportement physique d'un gaz, et dont il est le spécialiste. Le public amateur, lui, connaît Cédric Villani plutôt pour ses talents pédagogiques et son livre, *Théorème vivant*, qui relate à grand renfort d'équations la genèse d'un théorème sur lequel il a travaillé plus de deux ans. « J'ai voulu montrer la réalité crue de la vie de mathématicien, le degré de difficulté avec lequel on jongle. Il n'y a peut-être que cinq personnes dans le monde qui peuvent comprendre ces pages d'équations », a-t-il ajouté lors du Forum, où il s'est plu à rappeler les sept ingrédients qui, selon lui, sont nécessaires à la naissance d'une idée mathématique. « D'abord, il faut se documenter en lisant, en assistant à des conférences et en discutant de ses idées avec ses pairs. Il faut de la motivation, ce qui est peut-être l'aspect de notre travail le plus difficile à comprendre; il faut des contraintes; de la communication; un environnement de travail propice; un équilibre entre l'inspiration et le travail; et de la chance. »

Ni de sa bouche ni de celle des autres lauréats ne sort jamais le mot « génie ». Ces artistes de l'abstraction préfèrent parler de « talent », avec beaucoup de modestie. « Il faut voir les mathématiques comme un jeu. On ne sait jamais si on va trouver ou non, ni même s'il y a une solution. Mais si on y prend plaisir, la recherche est à la portée de tous », a assuré lors d'un souper Srinivasa Varadhan en demandant aux jeunes de l'appeler par son surnom, Raghu. « Le talent mathématique est distribué de façon égale partout dans le monde, mais il doit être cultivé», a souligné quant à lui Michael Atiyah lors d'une conférence intitulée *Conseils à un jeune mathématicien*. Pour Slawomir Dinew, il n'y a pas de secret: « Les maths, c'est comme un sport. Il faut s'entraîner, essayer de redémontrer ce qui a été fait, s'imprégner des articles déjà publiés. Le talent n'est rien sans le travail. »

À écouter les vétérans parler aux jeunes, on comprend que les mathématiques de haut vol relèvent en effet de la performance athlétique. « Cela demande beaucoup de concentration et il y a souvent une grosse pression psychologique. Prenez le temps de vous relaxer, de cultiver vos amitiés », poursuit Michael Atiyah, du haut de ses 85 ans.

La vieille génération en est convaincue : les jeunes commencent leur carrière à un moment charnière, dans un monde très différent, où l'informatique se développe à toute vitesse. De quoi faire gagner du temps et permettre de défricher de nouveaux domaines. Mais la recette du succès ne change pas. « Les simulations numériques peuvent permettre de vérifier une intuition, ou au contraire nous faire changer d'idée à propos d'une équation. Mais l'informatique ne remplace pas la pensée humaine », avertit Cédric Villani. Ce que confirme Srinivasa Varadhan : « Faire des maths, c'est comme méditer. Il faut se concentrer sur un problème, ne penser qu'à ça. Mais si on le résout, on atteint le nirvana », promet-il. Une extase à laquelle les jeunes chercheurs présents au Heidelberg Laureate Forum aspirent tous à goûter un jour. QS



Vus du dessus, la tête et l'avant du corps fossilisés l'*Elpistostege watsoni*, poisson qui vivait il y a 380 millions d'années.

ELPI, LES PREMI



ERS PAS

Surgi de la pierre après 380 millions d'années, un fossile révèle comment sont apparus les premiers vertébrés terrestres.

Par Joël Leblanc

On dirait un bijoutier. Dans son laboratoire de l'Université du Québec à Rimouski, Richard Cloutier manipule avec d'infinies précautions un coffret de bois comme s'il contenait des perles venues du fond des mers. Puis il l'ouvre, tout doucement. Alors apparaît, sur un lit de polystyrène rose, une grande galette triangulaire, noire et minérale. Bien difficile de distinguer ce que c'est.

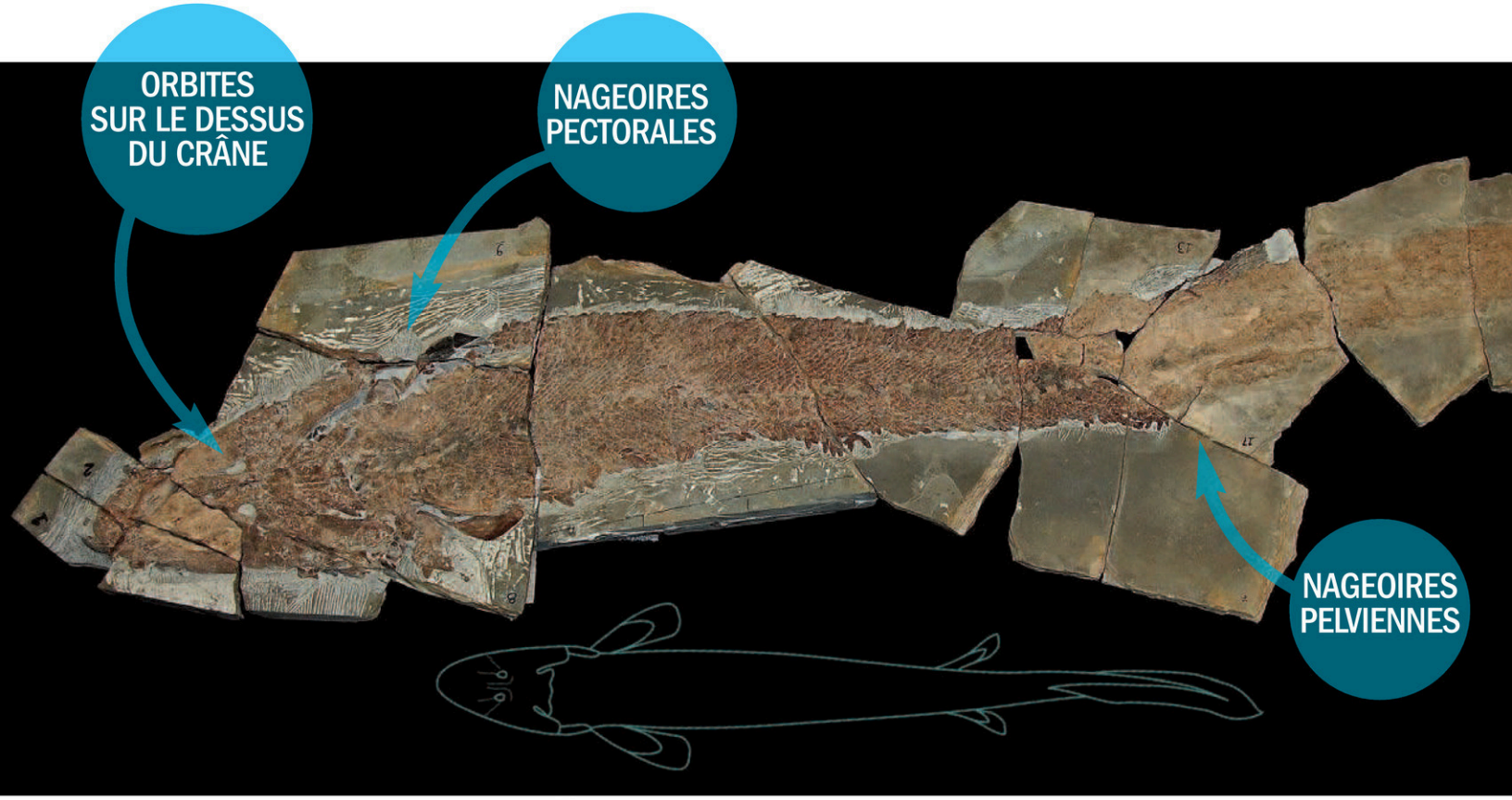
« C'est le crâne d'un *Elpistostege watsoni*, annonce avec fierté le paléontologue en présentant son trésor. Ici, on voit quelques dents à la marge de la mâchoire, et là, ce sont ses orbites. Le reste de son corps est au parc national de Miguasha, en Gaspésie, où on l'a mis au jour. Même s'il est très aplati, c'est le premier spécimen complet jamais découvert de ce poisson fossile. »

Elpi, comme l'appelle affectueusement le professeur, est mort il y a 380 millions d'années au fond d'un estuaire qui n'existe plus. Il a été enseveli par des sédiments qui se sont pétrifiés sous la pression des couches successives. C'est l'un des poissons dont l'anatomie ressemble le plus à celle des tétrapodes, ce groupe d'animaux principalement terrestres, à quatre membres, qui ont des poumons. Autrement dit, tous les vertébrés, sauf ceux qu'on appelle les poissons. Trouver un *Elpistostege*, c'est ouvrir la porte sur ce moment lointain du passé où nos ancêtres poissons sont apparus sur la terre ferme, à la fin d'une époque appelée Dévonien.

Avec son 1,60 m et son corps étroit, ce spécimen a des allures de serpent aquatique. Mais les nageoires pectorales et pelviennes ne mentent pas : il s'agit bien d'un long poisson. La tête, massive, aplatie et triangulaire, rappelle un peu celle de l'alligator, surtout les deux yeux placés sur le dessus. Or cette tête, c'est tout ce qu'on a connu de l'animal pendant plus de 70 ans.

Été 1937. Sur la plage de Miguasha, deux paléontologues britanniques négocient l'achat d'un bout de fossile auprès d'un col-

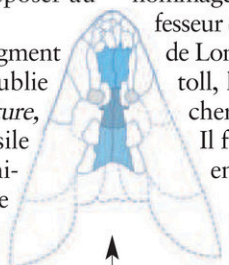
JOHANNE KERR/PARC NATIONAL DE MIGUASHA



«Avec cette découverte, le parc de Miguasha, site de choix pour l'étude de cette grande

lectionneur local. Le site de Miguasha, loin des grands centres, est à cette époque pratiquement ignoré des scientifiques québécois, mais visité chaque année par des équipes de paléontologues européens et états-uniens, qui prélèvent des spécimens par centaines et les emportent dans leurs musées. Les jeunes Thomas Stanley Westoll et William Graham-Smith repartent donc avec un morceau du crâne d'une espèce encore inconnue, qu'ils iront déposer au British Museum de Londres.

L'année d'après, sur ce seul fragment de 15 cm de longueur, Westoll publie un article dans l'illustre revue *Nature*, annonçant la découverte du fossile et le décrivant comme un amphibien. Pour lui, aucun doute, le dessin des os crâniens présente « la transition parfaite entre les Crossoptérygiens et les Ichthyostegidés », les premiers étant un groupe de poissons fossiles et les seconds, un groupe de tétrapodes, fossiles aussi. Position tout à fait défendable car, comme chez les tétrapodes primitifs, l'animal possède **trois paires d'os** sur le dessus de la tête : les frontaux (devant les yeux), qui n'existent pas chez les poissons, les pariétaux (entre les yeux) et, derrière, les post-pariétaux, dont le rebord est concave, comme chez les tétrapodes (mais pas chez les poissons).



JOHANNE KERR/PARC NATIONAL DE MIGUASHA

Westoll donne à sa trouvaille un nom qui reflète bien ses attentes : *elpistos*, qui signifie « espoir », en grec, et *stegi*, qui veut dire « toit crânien ». *Elpistostege* est donc le « crâne tant espéré », en référence aux tétrapodes dont on cherchait alors le premier ancêtre. Il ajoute une épithète, *watsoni*, en hommage à David M.S. Watson, alors professeur de zoologie au University College de Londres. Malgré l'assurance de Westoll, le doute demeure chez plusieurs chercheurs. Tétrapode ou poisson? Il faudrait d'autres spécimens pour en avoir le cœur net.

On devra attendre les années 1970 et 1980 pour qu'un autre bout de museau et une petite section de corps soient retrouvés à Miguasha. Mais pas moyen de trancher. « On n'avait toujours pas de membres qui auraient pu révéler concrètement si on avait affaire à un poisson ou à un tétrapode, se rappelle Richard Cloutier. On a quand même pu déterminer indirectement qu'il s'agissait d'un poisson, grâce à sa très grande ressemblance avec le *Panderichthys*, une espèce de la même époque trouvée en Lettonie et dont on connaissait bien mieux l'anatomie. »

Le doute persiste donc. Au fil des étés, à Miguasha, tout le monde, depuis les chercheurs jusqu'aux guides-interprètes, garde l'œil grand ouvert. Mais pendant 20 ans, il ne se passe rien. Jusqu'à ce jour ordinaire d'août 2010. « La journée s'achevait, se rappelle Olivier Matton, coresponsable de la conservation et de la recherche au parc national. Benoît Cantin, notre patrouilleur, venait de partir pour sa ronde, et voilà qu'il revient. Il me tend un fragment de pierre trouvé sur la plage et demande : "C'est quoi, ça?" »

« Ça », c'est un bout de queue imprimé dans la roche. La matière osseuse et les rayons de la nageoire ne mentent pas. Mais «ça » ne ressemble à rien de connu, même pour les deux hommes, habitués à identifier les fossiles de Miguasha au premier coup d'œil; parfois même à partir d'une seule petite écaille. Le lendemain, ils retournent sur les lieux de la trouvaille. Là, sur la plage dégagée du sable et des galets par une marée plus importante qu'à l'accoutumée, une grande strate de grès gît au soleil. « En fait, il s'agissait d'un prolon-

Le coresponsable de la conservation et de la recherche Olivier Matton, lors de l'extraction des blocs de roche renfermant le fameux spécimen.



MICHEL HACHÉ, PARC NATIONAL DE MIGUASHA

en Gaspésie, vient de se positionner comme transition évolutive.»

gement de la falaise sous la plage, se rappelle Olivier Matton. À quatre, on a commencé à retirer la strate, morceau par morceau. On ne voyait rien d'autre du fossile qu'une lisière brun-noir, plate, qui courait le long de la tranche de la roche. Comme un signet dans un livre.» Quelques heures plus tard, l'équipe, impressionnée par la longueur du fossile, apporte au laboratoire un gros puzzle d'une quinzaine de morceaux. L'enthousiasme est à son comble. «On ne savait toujours pas ce qu'il y avait dedans, mais rien que par sa taille de 1,60 m, on avait déjà battu le record du plus gros fossile de Miguasha!»

Les jours suivants, Jason Willet, préparateur au musée du parc national de Miguasha, commence tout doucement le dégagement au micro-burin pneumatique. «Assez rapidement sont apparues des dents de type labyrinthodonte, c'est-à-dire dotées de replis caractéristiques, et des bourrelets sus-orbitaires – des arcades sourcilières – placés haut sur le sommet du crâne, continue Olivier Matton. Du peu qu'on en savait, ça ne pouvait être qu'un *Elpistostege*. On a tout arrêté et on a contacté Richard à Rimouski.»

Devant le fossile, Richard Cloutier ne peut que confirmer l'identification. «J'étais à la fois enthousiasmé comme un enfant et effrayé par la grosseur de l'animal. À peine moins grand que moi, avec des crocs pointus. Quel prédateur ça devait être! L'importance évolutive du spécimen nous imposait de recourir aux meilleures techniques d'analyse. On l'a fait transporter à l'université du Texas, à Austin, pour le passer au scanner.»

Isabelle Béchard, étudiante de Richard Cloutier à la maîtrise, est alors incluse dans l'aventure comme «préparatrice numérique» du spécimen. «On ne pouvait pas envoyer le fossile par la poste régulière, raconte-t-elle, et risquer que les boîtes soient ouvertes aux douanes et le fossile, endommagé. On a donc emballé Elpi et on l'a chargé dans une voiture. Munis de nombreuses lettres officielles, nous lui avons fait traverser les douanes états-uniennes jusqu'à Presque Isle, dans l'État du Maine. Là, nous l'avons confié aux messageries pour qu'elles l'emportent au Texas.»

Quelques jours plus tard, Isabelle Béchard et Richard Cloutier prennent l'avion pour assister à l'examen de leur poisson. Tel un patient dans un hôpital, Elpi, toujours coincé à plat dans sa gangue de pierre, est passé au scanner à haute énergie. «Chaque morceau pouvait nécessiter une vingtaine d'heures de travail, continue Isabelle Béchard. On en tirait un millier de coupes transversales et quelques centaines de coupes sagittales.» Après quelques semaines, Elpi apparaît sur les écrans dans toute sa splendeur.

Mais avant de l'étudier en détail et de publier sa description, il faut bien sûr le dégager de sa gangue de pierre. Le fossile revenu à Miguasha, Jason Willet entame donc le travail au micro-burin et à l'aiguille. Pendant ce temps, à Rimouski, Isabelle Béchard, épaulée par les spécialistes du Centre de développement et de recherche en imagerie numérique (CDRIN) de Matane, s'attaque au dégagement numérique. «Les milliers de scans nous ont permis d'obtenir une représentation 3D de la roche et de son contenu. Avec le logiciel approprié, j'ai pu enlever les pixels de roche un à un, pour conserver les pixels d'os. J'ai vu le spécimen apparaître sous mes yeux à peu près au même rythme que Jason à Miguasha. Mais, contrairement

LA GRANDE MARCHE DES POISSONS



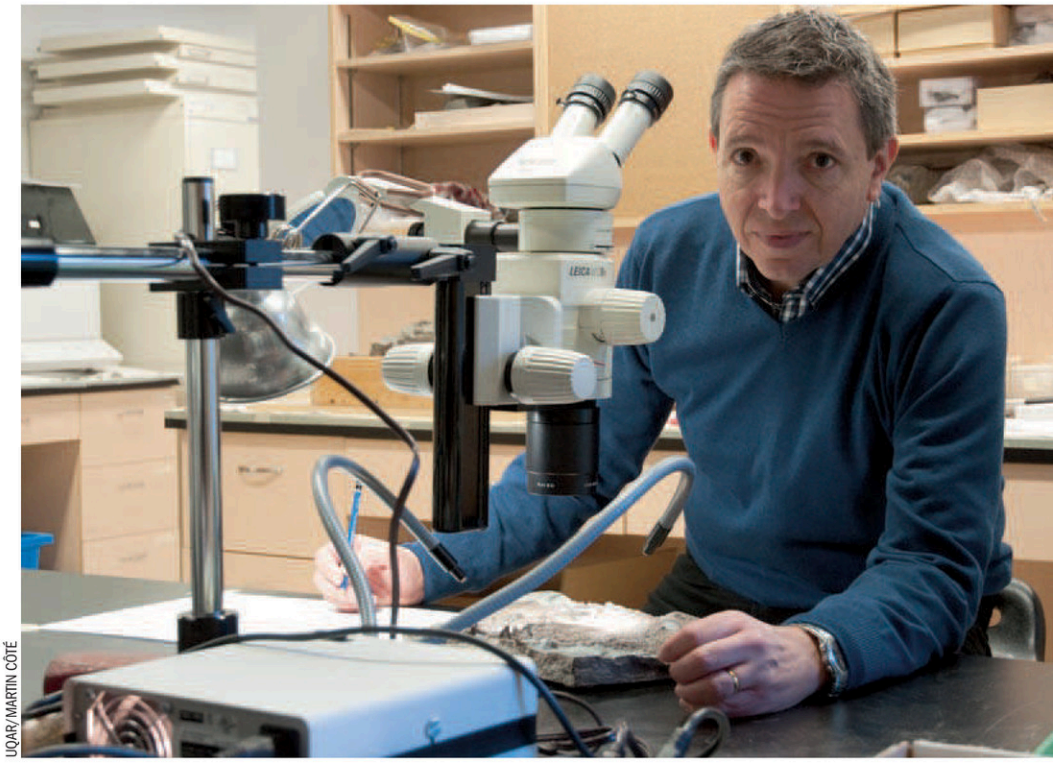
Eusthenopteron, 380 Ma | *Panderichthys,* 380 Ma | *Tiktaalik,* 380 Ma | *Acanthostega,* 365 Ma

à lui, j'avais une marge d'erreur avec l'ordinateur : si je me trompais et que j'enlevais un bout d'os, je pouvais annuler l'opération. Pas Jason avec le vrai fossile ! Mais je pouvais le conseiller à mesure que son dégagement progressait. »

En tout, il faudra aux deux préparateurs environ 2 200 heures d'un travail fin et minutieux pour dégager leurs poissons jumeaux, l'un réel et l'autre virtuel. Trois ans après sa découverte, Elpi est enfin prêt pour sa première sortie. Il est officiellement présenté à la communauté scientifique le 31 octobre 2013, à Los Angeles, lors de la 73e édition du congrès annuel de la Society of Vertebrate Paleontology. Et il y vole la vedette !

Et qu'ont appris les paléontologues du monde entier ? « Qu'*Elpistostege* est le poisson fossile le plus près des tétrapodes que nous connaissons à ce jour, résume Richard Cloutier. Il déclasse le *Tiktaalik,* un fossile qui a fait les manchettes en 2006, au moment de sa découverte dans l'Arctique canadien. »

Il faut savoir que le petit monde des paléontologues spécialisés dans la transition des poissons aux tétrapodes est alimenté par cette saine compétition qu'est la course au « plus tétrapode » des poissons. Si *Elpistostege* a été candidat lors de sa description première, en 1938, il a été supplanté par *Panderichthys,* découvert en 1941. Puis *Tiktaalik* a été propulsé à l'avant-scène des « plus tétrapodiens » en 2006. Sept ans plus tard, revoici *Elpistostege* qui réclame son trône.



UQAR/MARTIN CÔTÉ

Richard Cloutier, paléontologue : « J'étais à la fois enthousiasmé comme un enfant et effrayé par la grosseur de notre animal. À peine moins grand que moi, avec des crocs pointus. Quel prédateur ça devait être ! »

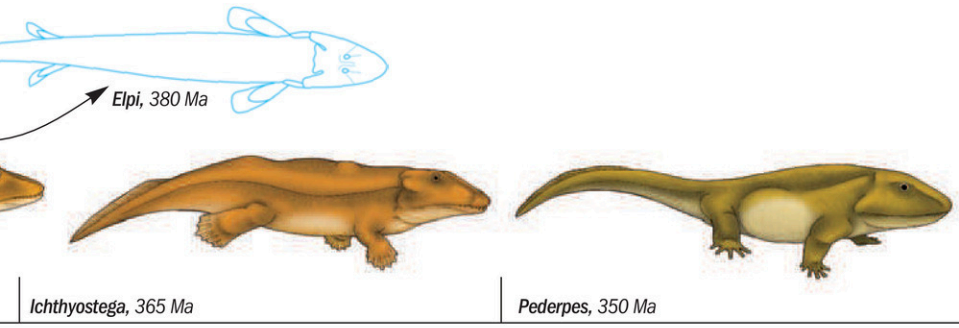
Les trois espèces se ressemblent beaucoup, en fait. Un corps allongé, pas de nageoires dorsales ni de nageoires anales, mais de fortes nageoires pectorales et pelviennes. Chez les trois cousins, on trouve la série d'os crâniens (frontaux, pariétaux, post-pariétaux) et, surtout, un arrangement d'os dans la nageoire pectorale qui ressemble fortement à celui des membres des tétrapodes, depuis la baleine jusqu'à la salamandre : un humérus qui s'articule à l'épaule, suivi de deux os parallèles, le radius et l'ulna (cubitus); un fémur, un tibia et un fibula (péroné) dans les nageoires pelviennes.

Aïeul ou vieux frère ?

Des tétrapodes existaient déjà au Dévonien, comme en témoignent des fossiles retrouvés en Écosse, en Lettonie et au Groenland. Alors comment *Elpistostege,* qui n'était pas encore un tétrapode, pourrait-il être leur ancêtre ? « Attention, nuance la paléontologue québécoise Catherine Boisvert, spécialiste de la transition poissons-tétrapodes à l'université Monash de Melbourne, en Australie. Personne n'a dit qu'*Elpistostege* était l'ancêtre des tétrapodes. En paléontologie, on proscrit le mot "ancêtre"; on parle plutôt de groupe-frère ou d'espèce-sœur. Le groupe-frère des tétrapodes, c'est le groupe d'animaux qui compte le plus grand nombre de ressemblances anatomiques avec les tétrapodes. Ça ne veut pas nécessairement dire qu'il en est l'ancêtre. Et en ce moment, le groupe-frère des tétrapodes, c'est l'*Elpistostege.* »

Un exemple plus familier de cette nuance : notre proximité génétique (98,7 %) avec les bonobos. Ils sont considérés comme le groupe-frère des humains. Ils ne sont pas nos ancêtres, mais nous avons un ancêtre commun avec eux, encore inconnu, qui a vécu quelque part en Afrique il y a six à huit millions d'années. Si, dans 300 millions d'années, des paléontologues découvrent des fossiles d'humains et des fossiles de bonobos, ils pourront affirmer qu'il s'agit de groupes-frères sur la foi de leurs nombreuses ressemblances. Mais ils seront dans l'erreur s'ils disent que l'un est l'ancêtre de l'autre.

« Même chose pour la transition poissons-tétrapodes, poursuit la paléontologue. Les plus anciens fossiles de tétrapodes datent de la fin du Dévonien, comme l'*Elpistostege,* le *Panderichthys* et le *Tiktaalik.* Mais on a retrouvé des empreintes fossilisées de tétrapodes beaucoup plus vieilles, du début du Dévonien, et peut-être même de la fin du Silurien, soit il y a environ 400 millions d'années. Il est possible que l'*Elpistostege* ait été une "branche morte" de l'évolution, alors que le groupe des tétrapodes avait déjà émergé. Ce qui n'enlève rien à la superbe découverte de Miguasha, car elle ressemble probablement beaucoup à l'ancêtre commun; elle peut donc servir de modèle. »



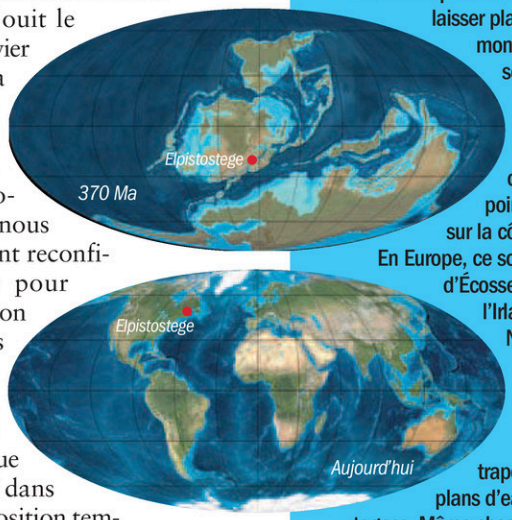
Autre détail d'importance, outre les bourrelets sus-orbitaires et les dents labyrinthodontes dont nous avons parlé: la présence de choanes, deux petits orifices dans le palais qui communiquent avec les deux fosses nasales, qui elles-mêmes communiquent avec l'extérieur. Chez les tétrapodes modernes, elles permettent de respirer la bouche fermée, et les trois poissons en possédaient.

Mais il s'agit encore de poissons, comme le prouve l'absence de doigts au bout des « pattes », celles-ci étant garnies des rayons et du voile typique des nageoires. La queue est toujours dotée d'une nageoire, un peu semblable à celle des anguilles. La ceinture pelvienne, ces quelques os auxquels s'attachent les nageoires pelviennes, est complètement indépendante de la colonne vertébrale, contrairement aux tétrapodes chez qui les deux éléments sont liés (favorisant le support du corps hors de l'eau). La ceinture pectorale, quant à elle, est solidement intégrée aux os du crâne, alors que chez les tétrapodes, le crâne et la ceinture sont indépendants.

Joli mélange de caractères! Lequel des trois prétendants s'approche donc le plus du tétrapode? « Mes premières observations sur Elpi m'ont permis de voir des détails importants. Par exemple, ses vertèbres présentent des zygapophyses, c'est-à-dire de petites projections qui permettent aux vertèbres de s'articuler les unes avec les autres, ce qui, chez les tétrapodes, renforce la colonne et offre un meilleur soutien. On n'en a jamais vues chez les deux autres poissons. Même chose pour l'interclavicule du côté ventral, un os typique des tétrapodes. Elpi en a un, mais pas les deux autres. Il en va de même avec certains petits détails du crâne et de l'humérus. Selon moi, on est vraiment en présence de l'animal le plus proche du tétrapode, sans qu'il en soit un. »

Elpi a avivé l'enthousiasme des paléontologues de partout. À l'université Monash de Melbourne, en Australie, la paléontologue québécoise Catherine Boisvert, spécialisée dans la transition poissons-tétrapodes, est enchantée : « Enfin, de nouvelles informations! Le *Tiktaalik* avait apporté quelques réponses, mais sa queue et sa ceinture pelvienne n'ont toujours pas été décrites, parce que les premiers spécimens étaient incomplets. Avec cet *Elpistostege* entier, on va avancer beaucoup. On attend la publication prochaine d'une description complète du *Tiktaalik*. Ce sera amusant de comparer les deux fossiles en détail. »

Au musée du parc national de Miguasha, on se prépare à mettre le trésor en valeur. « Avec cette découverte, le parc vient de se positionner comme site de choix pour l'étude de cette grande transition évolutive, se réjouit le conservateur Olivier Matton. Ce sera le joyau de notre institution; la pièce centrale. Dans les prochaines années, nous allons entièrement reconfigurer le musée pour centrer l'exposition et le discours des guides sur Elpi. Mais il sera possible de l'admirer dès cet été, puisque nous l'installons dans notre salle d'exposition temporaire et que nous montons une animation rien que sur lui. »



Et maintenant que tout le corps de « Crâne-tant-espéré» a été retrouvé, que reste-t-il à faire? « Nous allons presser le citron, s'exclame le conservateur. Tirer toutes les informations possibles de ce fossile pour apporter un autre éclairage sur l'apparition des tétrapodes. Bien sûr, nous continuerons de fouiller le site. Et si la prochaine surprise de Miguasha était un tétrapode, un vrai?»

L'hypothèse est plausible et, dans son labo de Rimouski, Richard Cloutier est conscient de sa chance. Il a une petite pensée pour ses prédécesseurs paléontologues qui n'ont jamais pu faire parler un tel fossile. « On l'attendait depuis 75 ans! » dit-il, en refermant délicatement son écrin précieux sur 380 millions d'années d'évolution.

Les Appalaches, lieu de naissance des tétrapodes

Si les trois poissons quasi-tétrapodes découverts à ce jour ont vécu à peu près à la même époque (la fin du Dévonien), leurs restes fossilisés sont bizarrement répartis. Le *Panderichthys* en Lettonie, l'*Elpistostege* en Gaspésie et le *Tiktaalik* dans l'Arctique canadien. Difficile de croire qu'ils aient été apparentés compte tenu de si grandes distances entre eux. « C'est que les continents ont bougé depuis ce temps, explique Catherine Boisvert, paléontologue à l'université Monash de Melbourne, en Australie. Les vallons de la Lettonie, les montagnes de la Gaspésie et celles de l'île d'Ellesmere dans l'Arctique faisaient partie du même paysage. C'était un large continent situé à la hauteur de l'équateur et qu'on appelle maintenant Laurentia. »

Le paléocontinent était traversé par une jeune et haute chaîne de montagnes que les géologues appellent Calédoniennes. Lorsque le continent s'est fracturé et que les blocs se sont éloignés pour laisser place à l'Atlantique, les montagnes ont été dispersées. En Amérique du Nord, on les appelle maintenant Appalaches; elles courent de l'Alabama à la pointe de la Gaspésie, puis sur la côte ouest de Terre-Neuve. En Europe, ce sont les Highlands d'Écosse, les collines du nord de l'Irlande, les montagnes de Norvège et du Svalbard, sans oublier les massifs montagneux de la côte est du Groenland.

« Les trois poissons-tétrapodes vivaient dans les plans d'eau au pied de ces montagnes. Même chose pour les plus anciens tétrapodes connus, continue Catherine Boisvert. Les restes de l'*Elginerpeton*, par exemple, ont été retrouvés en Lettonie, alors que les fossiles d'*Acanthostega* et d'*Ichthyostega* proviennent de l'est du Groenland. De toute évidence, c'est dans les plans d'eau au pied des anciennes Appalaches que cette fameuse transition s'est opérée. Fait intéressant, on sait que ces premiers tétrapodes, malgré leurs pattes et leurs doigts, étaient encore aquatiques et ne se comportaient pas très différemment de leurs ancêtres poissons carnivores. »

Plus tout à fait poissons, pas complètement tétrapodes, tous ces animaux vivaient en eaux peu profondes. « On sait par les études géologiques que les fossiles de Miguasha se sont déposés au fond d'un grand estuaire, explique Richard Cloutier, paléontologue à l'Université du Québec à Rimouski. Il semble que l'*Elpistostege* ne vivait pas nécessairement sur place, qu'il était peut-être une espèce transitoire dans l'estuaire. Sinon, comment expliquer qu'en plus de 140 ans de fouilles, on ait retrouvé seulement 4 spécimens d'*Elpistostege* sur plus de 20 000 fossiles? Son habitat exact demeure encore un mystère. »



LES FÈVES DU BONHEUR

C'est la folie. Producteurs, industriels et artisans, gourmets et gourmands – même les nutritionnistes –, tout le monde s'est entiché de lui. Mais le chocolat haut de gamme n'en a peut-être plus pour bien longtemps.

Par Fabien Gruhier



OCEAN/CORBIS



Pâques, Noël, la Saint-Valentin, les anniversaires, soudain coup de blues, banale dépendance au grignotage, envie festive inopinée... Le point commun à toutes ces occasions, la solution, le remède et toujours la bonne idée quand on veut faire (et se faire) plaisir : le chocolat !

Le mot apparaît dans la langue française au XVII[e] siècle pour désigner un nouveau bienfait gustatif issu de la cabosse du cacaoyer. Quant à la chose, elle est aujourd'hui à la base d'une industrie alimentaire colossale qui vaut au moins 150 milliards de dollars à l'échelle mondiale. Pour le Québec – pourtant bien éloigné des climats tropicaux –, les produits chocolatés constituent la troisième source d'exportation agroalimentaire, après le porc et les graines de soya.

Le plaisir chocolaté est très ancien. Selon John Henderson, anthropologue à l'université Cornell, dans l'État de New York, les autochtones d'Amérique centrale, d'où le cacaoyer est originaire, l'appréciaient déjà il y a plus de 3 000 ans. C'était, il est vrai, sous la forme d'une boisson alcoolisée, obtenue à partir des fèves fermentées. De nos jours, le chocolat s'apprécie le plus souvent sans alcool, ce qui le met à la portée des enfants gourmands.

Liquide, en boisson chaude ou froide; solide, en tablettes; ou mou, en somptueuses ganaches. Sucré, épicé, poivré, voire salé – au sel rose de l'Himalaya de préférence ! Hyper sucré en friandises commerciales ou ruineux sous forme de spécialités sophistiquées, le chocolat a envahi nos vies, nos fêtes et nos habitudes. Au point qu'on ne saurait plus s'en passer, partout où on peut s'en offrir – ce qui exclut, hélas, la plupart des pays qui le produisent avec le travail des enfants.

C'est grâce au chocolat que la Saint-Valentin a pénétré jusqu'au Japon, pays pourtant peu catholique, où on célèbre parfois cette fête avec des bains de chocolat chaud. Ces derniers – qui peuvent s'accompagner de massages avec crèmes chocolatées censément bienfaisantes pour la peau – sont d'ailleurs proposés à Hershey – alias Chocolate City –, en Pennsylvanie, aux États-Unis. Une ville où l'on peut même, très légalement, snifer de la poudre de cacao comme des lignes de cocaïne… Bref, nous baignons aujourd'hui dans la folie du chocolat, entre les intérêts de la très grosse industrie – qui uniformise les variétés en paupérisant toujours plus les cacaoculteurs – et les tentatives artisanales de créer des crus rares, menacés ou inédits.

Une certitude : nous vivons une sorte d'âge d'or, et il faut nous hâter d'en profiter, car cela ne durera sans doute pas. « Si vous êtes amateur de chocolat, vous avez bien raison de vivre à l'époque actuelle », plaisante Jordan LeBel, de l'Université Concordia à Montréal. Ce professeur, qui enseigne le marketing des produits alimentaires, est aussi un très fervent dégustateur de chocolats, lesquels ont fini par devenir sa spécialité. À ce propos, nous apprend un article intitulé *L'homme chocolat* sur Canoe.ca, des artisans de partout dans le monde lui demandent de se prononcer sur la saveur et même l'emballage de leurs produits. « Son bureau est rempli de friandises tentantes, valant des milliers de dollars », y est-il précisé.

Pour ce connaisseur, « le chocolat est peu à peu devenu le dernier plaisir à la fois légal, moral et abordable ». Si fumer ou boire est désormais souvent très mal vu, croquer du chocolat reste parfaitement honorable. Alors profitons de cette époque bénie. D'autant plus que la consommation du chocolat est volontiers préconisée par les plus hautes autorités sanitaires et médicales. C'est dire qu'il est bon pour la santé, pourvu qu'il ne contienne pas trop de sucre.



omme « chocophile » avéré (et, paraît-il, inventeur du mot), Jordan LeBel s'affiche en vaillant chevalier des vrais bons chocolats. Il a exploré tous les mariages gustatifs du cacao avec les ingrédients les plus variés, depuis les plus simples, comme le lait, jusqu'aux plus insolites, comme le stilton et la moutarde, en passant par la rhubarbe ou les tranches minces de canard fumé. Il n'exclut pas le chocolat blanc, souvent raillé par les puristes, dont il affirme même qu'il « se rapproche pas mal du lait maternel ».

Couramment surnommé « docteur Chocolat », il reconnaît que « l'industrie est contrôlée à 90 % par les grandes multinationales », ce qui nous vaut, au Québec, d'être un peu considérés comme des cobayes. « Le consommateur québécois est friand de nouveauté. Il est beaucoup plus simple pour les grosses compagnies de tester un produit ici que de le lancer directement sur le marché états-unien », confirme le professeur. Partisan actif et enthousiaste de la popularisation des saveurs inexplorées, Jordan Lebel espère voir bientôt apparaître, dans la préparation du « chocolat de dépanneur », des épices comme le piment, la cardamome ou la cannelle, que « les chocolatiers de renom utilisent déjà depuis des années ». Grâce à l'industrialisation, on devrait donc assister à une démocratisation du chocolat haut de gamme. Puis, devant la sélection de cacaos précieux

Le chocolat s'est avéré très tôt source de fabuleuses fortunes. Il suffit de se souvenir de l'immense succès du chocolatier français Henri Menier qui s'est offert en 1895 l'île d'Anticosti tout entière.



RENACA/ISTOCKPHOTO

Les cabosses desquelles on tire le chocolat. Certaines espèces sont maintenant en voie de raréfaction.

dits « de terroir », constater bientôt l'émergence, en chocolaterie, « d'un vocabulaire semblable à celui du vin ».

Depuis sa très lointaine origine amérindienne et sa découverte enthousiaste par la vieille Europe au XVI[e] siècle, le cacaoyer fascine la planète. La grande industrie alimentaire s'en est emparé dès qu'elle a pu, et le chocolat s'est avéré très tôt source de fabuleuses fortunes. Il suffit de se souvenir de l'immense succès du chocolatier français Henri Menier qui, non content d'acheter en 1895 l'île d'Anticosti tout entière comme réserve de chasse à la disposition de ses amis, s'offrit rien de moins que le château de Chenonceau huit ans plus tard, en 1913. Ou du fait que, peu d'années avant d'être détrônée par Microsoft, la plus vaste fortune du monde reposait sur la barre chocolatée Mars.



C'est que, décidément, le chocolat est devenu irrésistible, d'autant plus que le risque d'obésité qu'il présente est compensé par de nombreuses vertus diététiques. Parmi les publications récentes, un livre peut être signalé: *Le chocolat et le chirurgien* (par Henri Joyeux, cancérologue, et Jean-Claude Berton, aux éditions du Rocher), qui énumère tous les bienfaits allégués du cacaoyer et de ses produits dérivés, et explique comment soigner (presque) toutes les maladies en se régalant de chocolat. Le cacao contient en effet de la théobromine, vasodilatatrice, diurétique et cardiostimulante. Des flavonoïdes antioxydants. Des hypotenseurs. Des anti-cholestérols. Des antidépresseurs naturels dépourvus de tout effet secondaire, et toutes sortes d'autres ingrédients bénéfiques. Cette merveilleuse substance, découverte au Mexique en 1519 par le navigateur espagnol Hernán Cortés, constituerait donc un vrai trésor.

Mais hélas!, notre chocolat adoré est en péril. Cela, pour au moins trois raisons. D'abord, compte tenu de sa popularité sans cesse croissante, l'offre devient inférieure à la demande, et les prix flambent. En-

suite, le réchauffement climatique menace la productivité de certains pays africains parmi les principaux fournisseurs – sans être toutefois suffisant pour permettre au capricieux cacaoyer de s'acclimater à des latitudes plus nordiques comme celle du Québec. Enfin et surtout, on note un appauvrissement accéléré des variétés de cacaoyers pour cause de sélection outrancière de celles qui sont les plus rentables, mais rarement les plus goûteuses.



Heureusement pour les chocophiles, ou « chocolâtres », il ne semble pas encore exister de cacaoyers OGM. Pourtant, depuis plusieurs années, le célèbre chocolatier bruxellois Pierre Marcolini dénonce la rareté croissante de certains cacaos traditionnels, remplacés par des hybrides beaucoup plus productifs, « aux cabosses certes séduisantes, mais ne possédant aucun des arômes qui font un grand cru de chocolat ». Il s'agit en particulier du cacaoyer CCN-51, dit aussi Don Homero, croisement créé en Équateur dans les années 1970. Porteur de deux à huit fois plus de fruits sur ses arbustes rustiques à croissance rapide (productifs dès l'âge de deux ans au lieu de six ou sept), le CCN-51 supporte le soleil direct et n'a donc pas besoin de l'abri complice de la forêt tropicale, contrairement aux cacaoyers plus délicats. Du coup, il se prête à la grande culture mécanisée, incite à la déforestation et séduit les grands groupes chocolatiers qui peinent à s'approvisionner. Selon le *Wall Street Journal*, qui poussait un cri d'alarme, le 13 février dernier : « La demande explose, surtout dans les marchés émergents où les consommateurs s'enrichissent. En 2013, le monde a absorbé pour la première fois plus de 4 millions de tonnes de cacao, 32 % de plus qu'il y a 10 ans. » Les cours boursiers du cacao montrent que, depuis 2008, la demande excède la production. La première augmenterait deux fois plus vite que la seconde, selon Planétoscope. Il n'est donc pas absurde de craindre que la qualité moyenne finisse par pâtir de cette boulimie planétaire, tandis que les prix continueront à s'envoler.

Dans l'avenir incertain du chocolat, la science aura forcément son mot à dire. C'est en 2010 que le génome du cacaoyer a finalement été décrypté, pour le meilleur ou pour le pire – car la création de nouvelles variétés (plus goûteuses ou plus rentables?) peut déboucher sur le meilleur comme sur le pire. Heureusement, l'année 2014 a débuté sous de bons auspices. Le 15 janvier dernier, le *Journal of Agricultural and Food Chemistry* publiait la signature ADN de la plupart des variétés de cacaoyers. Ainsi, des tests irréfutables vont permettre de vérifier et de garantir les provenances chocolatières alléguées. Jusqu'ici, on ne pouvait s'en remettre qu'à ses papilles. Bientôt, le vrai chocolat coûtera encore plus cher, mais au moins on aura la garantie que c'en est. Du bon.





Jérusalem : le site de fouilles où l'on pense mettre au jour le temple de David.



À LA RECHERCHE DU TEMPLE PERDU

En Israël, des archéologues préfèrent encore la Bible au carbone 14 pour dater les vestiges du passé. Déjà que science et religion ne font pas bon ménage, ajoutez-y de la politique et vous obtenez un cocktail explosif.

Par Dominique Forget

« La pioche dans une main, la Bible dans l'autre. » L'archéologue israélienne **Eilat Mazar** exagère à peine lorsqu'elle décrit comment, depuis une trentaine d'années, elle travaille à mettre au jour les vieilles pierres sur lesquelles s'est bâtie Jérusalem. D'accord, elle met sa pioche de côté et recourt aux services d'une pelle mécanique quand vient le moment de retirer les gros débris qui bloquent l'accès aux ruines. Mais sa Bible n'est jamais loin.



Dans son bureau de l'université hébraïque de Jérusalem aux murs garnis de photos d'excavations et de fragments de poteries, la petite femme au visage rond se laisse aller à l'émotion en parlant de ses fouilles. Déjà, enfant, elle accompagnait son grand-père, le célèbre historien biblique et archéologue israélien Benjamin Mazar, sur le terrain. Depuis 1986, c'est elle qui mène les recherches.

« Ma découverte la plus retentissante est survenue ici », dit-elle en plaçant le doigt, sur une photo aérienne, au sud de la vieille ville – ce kilomètre carré où se côtoient l'esplanade des Mosquées, troisième lieu saint de l'islam, le mur des Lamentations révéré par les Juifs et le lieu supposé de la crucifixion du Christ. En 2005, à une centaine de mètres au sud de cet endroit trois fois sacré, Eilat Mazar a déterré une imposante structure de pierres blondes érigée, selon son expertise, 1 000 ans avant Jésus-Christ. « Ce sont les vestiges du palais du roi David, celui qui a fondé le premier État israélite avec son fils Salomon », affirme-t-elle avec une belle certitude.

Pour appuyer ses dires, l'archéologue n'hésite pas à brandir le deuxième livre de Samuel, que les chrétiens retrouvent dans l'Ancien Testament. Il y est décrit comment des tailleurs de pierre bâtirent une maison pour le roi David qui comprit alors que Dieu l'avait choisi pour diriger les destinées du peuple d'Israël. « C'est là que tout a commencé », s'émeut l'archéologue, dont les grands-parents sionistes sont venus de Pologne, d'Ukraine et d'Allemagne pour retrouver la « Terre des ancêtres ».

Aux yeux d'un néophyte, les ruines exposées par Eilat Mazar ressemblent à n'importe quel mur de vieilles pierres. « Mais non, corrige-t-elle en montrant des photographies. Les pierres sont imposantes et bien taillées. Ce n'est pas n'importe quelle famille qui habitait ici ! »

Apparemment, les touristes n'ont pas de mal à la croire. Chaque année, ils sont près de un demi-million – pour la plupart des Juifs venus ici à la rencontre de leurs origines – à passer le tourniquet de la Cité de David. Sur le site archéologique, ils suivent des trottoirs jalonnés de citations bibliques et de noms de riches donateurs, souvent états-uniens, qui financent les fouilles. « Voir d'où vient mon peuple, ça me procure une grande paix intérieure », soupire en souriant Josh Perlman qui repartira avec un puzzle acheté à la boutique, histoire de rapporter au New Jersey un souvenir de sa visite en 500 morceaux.

S'ils veulent préserver ce précieux sentiment de plénitude, les voyageurs ont intérêt à monter rapidement dans leur autobus au sortir du site. Car les fouilles, qui prennent sans cesse de l'expansion, sont situées dans le quartier de Silwan, où vivent près de 35 000 Palestiniens musulmans qui n'en ont rien à cirer des quêtes

PHOTOS : DOMINIQUE FORGET



« Certains Israéliens de droite, opposés à la création d'un État ce qui est écrit dans la Bible pour appuyer leurs revendications

NOAM CHEN

identitaires de touristes comme Josh Perlman. « Je m'en fous, si un David a vécu ici il y a 3 000 ans », tonne Ahmed Qarraeen, gérant d'un dépanneur ayant pignon sur rue à une centaine de mètres du site, et où les touristes ne s'aventurent jamais. « Moi, je suis né ici et, depuis plus de 1 000 ans, mes ancêtres regardent le soleil se coucher sur la mosquée al-Aqsa. Les fouilles des Juifs, c'est un prétexte pour gruger notre territoire. »



DOMINIQUE FORGET

Selon Ahmed Qarraeen, les fouilles archéologiques sont un prétexte pour gruger le territoire palestinien.

Il n'y a pas que les musulmans qui mettent en doute les procédés d'Eilat Mazar. Plusieurs archéologues juifs, dont le très en vue Israel Finkelstein, qui dirige l'Institut d'archéologie de l'université de Tel Aviv, estiment que leur collègue devrait se fier un peu moins à la Bible et davantage à la science pour dater ses découvertes. Selon le professeur Finkelstein, en effet, la structure exposée par Eilat Mazar aurait été construite au IX^{e} siècle av. J.-C., *après* les règnes de David et Salomon, qui auraient exercé le pouvoir respectivement de 1010 à 970 av. J.-C. et de 970 à 931 av. J.-C., si l'on se fie aux chronologies établies dans la Bible.

« David était un simple berger et, à son époque, Jérusalem était un village », assène Israel Finkelstein de sa voix grave et assurée, à l'occasion d'un colloque à Tel Aviv. « Ça n'a rien à voir avec l'histoire de la Bible qui parle d'un David régnant sur un État organisé et doté d'une grande armée. Tout ça, c'est un mythe. »

Entre l'année attribuée par Eilat Mazar à la construction du fameux mur de pierre (1000 av. J.-C.) et celle que propose Israel Finkelstein (900 av. J.-C.), il n'y a qu'un petit siècle, mais cela représente un fossé abyssal sur le plan des idéaux politiques.

La question est tellement chargée que Yonathan Mizrachi, ancien étudiant d'Eilat Mazar à l'université hébraïque, a tourné le dos à sa professeure pour fonder Emek Shaveh (« terrain d'entente », en français). Depuis 2009, cette ONG dénonce le détournement de l'archéologie au profit de l'identité nationale israélienne. « Certains Israéliens de droite, opposés à la création d'un État palestinien, cherchent à "prouver" ce qui est écrit dans la Bible pour appuyer leurs revendications territoriales », assure l'archéologue dans ses bureaux décorés d'affiches de mouvements anticonformistes et situés, ironiquement, dans la même rue que la résidence officielle du premier ministre Benyamin Netanyahou.

Chaque semaine, Emek Shaveh organise des visites guidées « alternatives » de la Cité de David, pour rappeler aux visiteurs que, depuis l'époque du grand roi, bien d'autres peuples ont vécu sur ce site, dont des Babyloniens, des Romains et, bien sûr, des Palestiniens. « Les guides officiels racontent que l'État d'Israël est né à cet endroit, il y a 3 000 ans, s'insurge Yonathan Mizrachi. En plantant solidement cette idée dans les esprits, ils veulent entretenir le mythe selon lequel Jérusalem a toujours appartenu au peuple juif. Pourtant, rien ne prouve que la structure mise au jour par Eilat Mazar est bien le palais de David. »

Les pierres des murs anciens, contrairement aux résidus organiques, ne peuvent pas être datées au carbone 14. Pour estimer l'année de construction du prétendu palais de David, les archéologues se penchent donc sur des noyaux, généralement d'olives ou de dattes, trouvés sur le site. « Lorsqu'on extrait un noyau des ruines, c'est très difficile de savoir s'il



palestinien, cherchent à “prouver” territoriales.»

remonte à l'époque de la construction », fait valoir l'archéologue Ilan Sharon, un solide gaillard spécialiste des méthodes statistiques appliquées à l'archéologie. Si un gourmand a recraché par terre quelques noyaux d'olive 100 ans après la construction du mur, sa datation lancera les archéologues sur une mauvaise piste. « Idéalement, les noyaux doivent se trouver dans la couche du sol juste en dessous des fondations, mais c'est assez rare », dit Ilan Sharon.

Les quelques centaines de noyaux prélevés à la Cité de David présentent des degrés de fiabilité variables, selon l'endroit où ils ont été trouvés. Pour cette raison, au moment d'effectuer ses analyses statistiques, un archéologue exclut généralement ceux qui lui semblent douteux. Deux chercheurs de bonne foi n'arrivent donc pas toujours au même résultat de datation.

Pour compliquer les choses, la marge d'erreur du carbone 14 est de ± 25 ans. C'est assez précis pour dater des artefacts de la préhistoire, mais pas assez pour résoudre la dispute des archéologues israéliens.

Grâce à ses analyses, Ilan Sharon attribue au « palais de David » la date de 960 av. J.-C., quelque part entre l'année proposée par Eilat Mazar et celle défendue par Israel Finkelstein. « Soit, comme l'avance Finkelstein, que David n'était qu'un berger

TOURISME ISRAEL

SUR LES TRACES D'ADAM

En fouillant des tonnes de gravats récupérés dans un dépotoir, un archéologue entend prouver que les Juifs ont bel et bien leurs racines au mont du Temple.

Gabriel Barkay s'est battu pendant cinq années pour récupérer quelques centaines de tonnes de sable, de terre et de gravats balancées dans un dépotoir près de Jérusalem. « C'est notre histoire, qu'il y a là-dedans », clame l'archéologue en pointant les amas de débris qu'il a fait déplacer au pied du mont Scopus, au nord-est de la vieille ville. Depuis huit ans, une poignée de travailleurs et plusieurs bénévoles, certains venant d'aussi loin que les États-Unis, passent leurs journées à tamiser ce « trésor », à la recherche d'artefacts qui pourraient documenter l'histoire du mont du Temple. « Avant que j'arrive à mettre la main là-dessus, il était impossible de sonder le sol de ce lieu saint », maugrée le Hongrois arrivé en Israël en 1950, deux ans après la création du pays.

Pour les Juifs, il n'y a pas d'endroit plus sacré sur Terre que le mont du Temple, situé dans la vieille ville de Jérusalem. Selon certains orthodoxes, c'est ici que Dieu aurait prélevé quelques poussières pour créer Adam et qu'Abraham aurait plus tard offert son fils Isaac en sacrifice. C'est ici aussi que, au X^e^ siècle av. J.-C., le roi Salomon aurait fait construire le Premier Temple, détruit 400 ans plus tard par les Babyloniens. Encore ici que le roi Hérode aurait érigé le Second Temple, détruit à son tour, par les Romains cette fois, en 70 de notre ère, et dont le mur des Lamentations reste le seul vestige.



Simples gravats ou vestiges d'un temple?

Pour les musulmans, le même site se nomme Haram al-Sharif ou esplanade des Mosquées. C'est le troisième lieu saint de l'islam, après La Mecque et Médine. On y trouve le rocher de la Fondation, duquel Mahomet se serait élevé au ciel sur le cousier fantastique Bouraq, et la mosquée al-Aqsa, construite au VII^e^ siècle ap. J.-C.

Les archéologues qui rêvent de planter leur pioche dans cette terre sacrée se butent à un refus catégorique. Car le site est aujourd'hui sous le contrôle strict de la Waqf (l'organisme islamique qui gère les lieux) et toute fouille y est interdite. En 1999, cependant, les musulmans ont dû ajouter une sortie d'urgence à une mosquée de l'esplanade. Ils ont creusé le sol et des centaines de chargements de camions contenant de la terre et des débris ont été largués pendant la nuit dans la vallée de Cédron. « Ils en ont pris largement plus que nécessaire, pour détruire les traces de l'histoire juive », s'insurge Gabriel Barkay. Certains Palestiniens, rappelle-t-il, nient qu'un temple juif ait déjà existé là où se trouve l'esplanade des Mosquées.

Les bénévoles et les employés de Gabriel Barkay, dont l'opération est financée par la fondation Elad, ont repêché divers artefacts, notamment une pièce de monnaie qui remonterait à l'époque de la révolte contre les Romains (environ 70 ap. J.-C.) et sur laquelle on peut lire en hébreu « Sion libre » (dans la Bible, le mont du Temple est nommé Sion; le même mot désigne aussi Israël et sa population). L'équipe de Gabriel Barkay a aussi retrouvé des morceaux de tuiles qui, selon l'archéologue, sont typiques d'une technique utilisée à l'époque d'Hérode.

Après huit années de besogne, seulement le quart des résidus ont été tamisés. Mais pour plusieurs archéologues, d'Israël ou d'ailleurs, Gabriel Barkay perd son temps. « Les couches de sol ont été complètement chamboulées et endommagées, on ne peut plus rien dater avec certitude », dénonce Jon Seligman, responsable de la région de Jérusalem au sein de l'Autorité des antiquités d'Israël, l'instance gouvernementale qui supervise les fouilles et les sites archéologiques. « Ce projet de tamisage, c'est un spectacle à la gloire de l'histoire juive, présenté sous de fausses prétentions scientifiques. »

et que le palais découvert par Eilat Mazar n'était pas du tout sa maison; soit que les dates dans la Bible sont décalées et que David a vécu plus tard, analyse-t-il. Tout est possible. Après tout, les récits bibliques, dont le livre de Samuel, ont été écrits 300 ans après les faits, par des auteurs qui n'étaient pas objectifs. La Bible, c'est un amalgame de mythologie et d'histoire. »

Les scientifiques, peu importe leurs convictions religieuses, admettent depuis longtemps que la Terre n'a pas été créée en sept jours et que l'arche de Noé n'a pas sauvé les animaux du déluge. « Mais les passages de la Bible qui décrivent les règnes de David et de Salomon font encore l'objet de vifs débats chez les archéologues, dit Ilan Sharon. Ce qui est en jeu, c'est bien plus que les croyances religieuses. » En effet, on touche au fondement du sionisme pur et dur, celui qui prône le retour des Juifs à la Terre promise au nom du droit divin, et qui soutient que Jérusalem est la capitale éternelle et indivisible de l'État d'Israël. Y compris Jérusalem-Est, où se trouve Silwan. Cette portion de la ville a été annexée en 1967 lors de la guerre des Six Jours, et l'ONU la considère toujours comme territoire occupé.

Elad, la fondation privée qui finance les travaux d'Eilat Mazar, ne cache pas ses intentions. Son directeur, Doron Spielman, soutient que les fouilles visent à corroborer les récits de la Bible et que cette légitimation historique est indéniablement liée à la souveraineté d'Israël. Sa fondation a déjà aidé à installer plusieurs familles de colons à Silwan et l'étoile de David flotte maintenant sur des maisons de la ville arabe, ce qui devrait faciliter la poursuite des fouilles. Selon Eilat Mazar, seulement 10 % de la Cité ancienne aurait été excavée jusqu'à maintenant.

Yonathan Mizrachi se décrit comme un sioniste, convaincu du bien-fondé de l'État d'Israël. Mais il est aussi en faveur de la paix avec les Palestiniens. « Le passé ne peut pas occulter le présent, insiste le fondateur d'Emek Shaveh. Chaque pelletée de terre soulevée dans la Cité de David compromet l'espoir d'un accord. »

La science, insiste l'archéologue de gauche, a des limites. « Finalement, qu'importe si le palais a été construit il y a 3 000 ans ou seulement 2 900 ans, soupire-t-il. On ne va quand même pas laisser quelques noyaux d'olive décider du sort du Moyen-Orient ! » QS

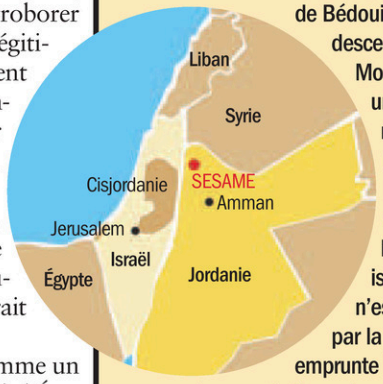


L'électron de

En Jordanie, l'accélérateur de particules SESAME, la coopération scientifique au Moyen-Orient. Et si la

Par Dominique Forget

Depuis Jérusalem jusqu'au village d'Allan, en Jordanie, il n'y a qu'une centaine de kilomètres. Mais pour les parcourir, il faut compter trois bonnes heures d'autobus. Après avoir roulé dans le désert de Judée, parsemé de tentes de Bédouins, puis être descendu vers la mer Morte, on s'arrête à un *check point* pour montrer patte blanche à l'armée. Après quoi, on franchit la frontière israélienne, qui n'est pas reconnue par la Jordanie, on emprunte la navette qui traverse le fleuve Jourdain et on passe un autre poste frontalier, jordanien cette fois. Enfin, on repart à bord d'un nouvel autobus, immatriculé au pays du roi Abdallah II. À côté de ça, aller des États-Unis au Canada est un jeu d'enfant.



« C'est extraordinaire qu'on arrive à traverser ! » se réjouit pourtant le physicien Eliezer Rabinovici, vêtu d'un cardigan et coiffé d'une casquette dont la visière surplombe de grandes lunettes. Il est encore tout ébahi du fait que les autorités se soient entendues pour laisser passer une dizaine de journalistes et une poignée de scientifiques, en novembre dernier. « Il y a quelques années, cela aurait été totalement impossible. Ce sont les scientifiques qui ont fait sauter le verrou », poursuit le spécialiste de la théorie des cordes, professeur à l'université hébraïque de Jérusalem.

Une fois à bord de l'autocar jordanien, il faut gravir quelques montagnes avant d'arriver au site où, ces dernières années, Eliezer Rabinovici a pris ses habitudes. C'est ici, à une trentaine de kilomètres au nord-ouest d'Amman, la capitale, et à 90 km de la frontière avec la Syrie en proie à la guerre civile, que des scientifiques jordaniens, palestiniens, iraniens, pakistanais, égyptiens, turcs, chypriotes et israéliens travaillent ensemble à mettre au point un accélérateur de particules. Baptisé SESAME (pour Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East), le projet doit ouvrir la porte à la collaboration scientifique au Moyen-Orient et – pourquoi ne pas rêver? – promouvoir la paix dans la région.

Périodiquement, des représentants du gouvernement iranien déclarent vouloir rayer Israël de la carte. Le gouvernement israélien, de son côté, ne reconnaît pas la Palestine. Et pourtant, malgré les tensions politiques souvent explosives, les scientifiques de chacun de ces pays ont obtenu de leurs gouvernements qu'ils s'engagent à collaborer pour financer SESAME et faciliter la circulation des chercheurs.

« Quand on entre ici, on laisse les conflits dehors », annonce Eliezer Rabinovici, avant de pénétrer dans l'imposant édifice de pierres blanches, où les parquets imitent le marbre. Au sous-sol, des techniciens assemblent un anneau à l'intérieur duquel des électrons pourraient commencer à circuler dès 2016.



la réconciliation

qui sera mis en fonction en 2016, pourrait servir de creuset à paix passait par la science?



L'imposant édifice qui abrite SESAME.

PHOTOS : SESAME

Le professeur israélien n'est pas aussitôt entré qu'il salue chaleureusement Khaled Toukan, un colosse qui le dépasse d'une tête. Cet ancien ministre jordanien de l'Éducation préside aujourd'hui la Commission de l'énergie atomique du pays, en plus d'occuper les fonctions de directeur général de SESAME. Ici, il n'y a ni juifs ni musulmans. Seulement des scientifiques. « On arrive tous avec nos blessures, confiera plus tard le professeur Rabinovici. Mais la science est un langage universel qui évolue en marge de la politique. »

Dans les années 1950, les bases du Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) avaient été posées sur les cendres laissées par la Deuxième Guerre mondiale. On voulait encourager les scientifiques européens à faire table rase du passé et à travailler de concert entre anciens ennemis. De la même façon, SESAME vise à faire collaborer des chercheurs du Moyen-Orient indépendamment de leurs religions ou allégeances politiques.

L'accélérateur qu'on construit en Jordanie n'a cependant rien à voir avec le Grand collisionneur de hadrons (LHC pour Large Hadron Collider) opéré par le CERN à la frontière franco-suisse. À 100 m sous terre, le LHC fait 27 km de circonférence. L'anneau de SESAME, lui, ne mesure que 133 m de circonférence. « Ce n'est pas le même type d'accélérateur », précise Khaled Toukan. Dans un collisionneur, comme son nom l'indique, on force des particules à se percuter, pour les faire éclater et ainsi découvrir leurs composantes. « Dans notre anneau, il n'y aura pas de collisions, explique le directeur. Nous allons accélérer des électrons à très haute vitesse, pour qu'ils émettent des rayonnements synchrotron. Ce type de rayonnement permet de sonder d'infimes portions de matière, un peu comme un microscope ultra puissant. »

Ainsi, SESAME permettra autant à des biologistes moléculaires d'élucider la structure de protéines qu'à des physiciens d'ausculter des nanostructures ou à des spécialistes des sciences de la nature d'étudier des pollens.

« Nous avons besoin d'équipements spécialisés pour former nos étudiants, mais les appareils coûtent extrêmement cher, fait valoir Mahmoud Tabrizchi, professeur de chimie physique à l'université d'Ispahan, en Iran, qui compte bien envoyer ses pupilles en Jordanie. Un synchrotron comme celui de SESAME a plusieurs usages, de sorte que des scientifiques de différentes disciplines pourront y avoir recours. »

Pour financer SESAME, Israël, l'Iran, la Turquie et la Jordanie se sont chacun engagés à fournir au moins 5 millions de dollars, tout comme l'Union européenne. Le Pakistan a aussi promis l'équivalent de 5 millions en biens et services. On est loin des milliards nécessaires à la construction du LHC!

En fait, SESAME est un gigantesque projet de recyclage. En 2000, les Allemands étaient sur le point de mettre à la casse un vieux synchrotron (appelé BESSY, pour Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung), quand quelques professeurs ont eu l'idée de faire don des pièces au Moyen-Orient. « On avait le choix : attendre et espérer trouver l'argent pour obtenir une machine de premier rang ou profiter de l'offre des Allemands et commencer dès maintenant à trouver des moyens de faire avancer la science au Moyen-Orient », dit le professeur Rabinovici.

Ce dernier attribue au synchrotron hérité des Allemands « deux étoiles Michelin » (sur un maximum de trois, selon le barème établi par le célèbre annuaire gastronomique français). « Je n'aurais pas fait de compromis sur l'excellence de la science, assure le physicien. Des prix Nobel ont été gagnés grâce à des travaux faits sur des machines inférieures à celle-là. »

Meir Zadok, directeur général de l'Académie des sciences et des humanités d'Israël, est d'un avis plus mitigé. « C'est comme si vous donniez votre vieux iPhone à votre neveu. Que voulez-vous qu'il en fasse? Les meilleurs scientifiques israéliens, on les envoie à Grenoble, pour utiliser le LHC. » Certes, Israël a donné 5 millions de dollars à SESAME, mais c'est surtout pour faire preuve de bonne volonté, poursuit-il : « C'est un projet diplomatique avant tout. »

Les chercheurs de SESAME ne décrocheront peut-être jamais de prix de Nobel de physique ou de chimie. Mais si leur vision se concrétise, peut-être obtiendront-ils un jour celui de la paix ! « Nous allons commencer avec la science et puis nous jetterons d'autres ponts qui déborderont du champ scientifique, rêve Eliezer Rabinovici. Nous arriverons peut-être à ouvrir des portes, closes depuis des décennies. »

Par Catherine Girard

Que la lumière soit !

Après Chicago et New York, l'exposition *Bioluminescence : Quand la nature s'illumine* s'arrête à Ottawa.

Depuis la nuit des temps, les hommes sont fascinés par les lucioles. À preuve, de nombreuses légendes circulent à leur propos. Les Apaches, par exemple, racontent que la lumière émise par ces insectes est à l'origine du feu. Les Japonais croient plutôt que cette lueur représente l'âme des défunts.

En réalité, cette lumière n'est que la réaction entre deux substances aux propriétés lumineuses : la luciférine et la luciférase. Quand ces composés chimiques s'unissent en présence d'oxygène, il y a émission de photons, donc de lumière. Cette bioluminescence ne concerne pas seulement les lucioles. On l'observe aussi chez des champignons, des bactéries, des poissons, etc. Toute cette bande d'« illuminés » est d'ailleurs en vedette dans la nouvelle production du Musée canadien de la nature (MCN).

« Ce n'est pas une expo pour ceux qui ont peur du noir ! » rigole Nicole Dupuis, chargée de contenu au MCN. En effet, comme la bioluminescence s'observe mieux dans l'obscurité, tous les murs et autres éléments structuraux de la galerie ont été peints de couleurs sombres et l'éclairage a été tamisé au possible. « La facture visuelle qui en résulte est à la fois dramatique et mystérieuse; elle diffère beaucoup de celle des autres salles du musée », ajoute la responsable.

Bioluminescence : Quand la nature s'illumine se distingue aussi par son concept immersif. Ainsi, la première section de l'exposition offre toutes les apparences d'un pré. Au milieu des points lumineux évoquant la présence de « mouches à feu » – qui, en réalité, ne sont pas des mouches, mais bien des coléoptères –, se dresse un modèle surdimensionné d'un clitocybe de l'olivier, un champignon dont les lames luisent dans le noir. « La réplique est 40 fois plus grande que l'original. C'est comme si on se retrouvait dans *Alice au pays des merveilles* et qu'on avait consommé la potion qui fait rétrécir », illustre Nicole Dupuis.

L'exposition nous transporte ensuite dans une « grotte » aux curieuses stalactites. Pour créer cet environnement, les concepteurs se sont inspirés des cavernes de Waitomo, en Nouvelle-Zélande, où vivent d'importantes colonies de vers luisants. Agrippés au plafond, ces derniers laissent pendre des filaments gluants et luminescents dans le but d'attraper de quoi se nourrir. Une fois la proie prise au piège, le ver ramène son filament, un peu comme le moulinet enroule la ligne à pêche. « Dit de cette façon, ça peut sembler dégoûtant, mais lorsqu'on lève les yeux pour regarder ces bestioles, on a vraiment l'impression d'être sous un ciel étoilé», indique la chargée de contenu. Et que les plus dédaigneux se rassurent : les vers utilisés par le MCN sont tous des faux.

L'odyssée se poursuit dans le monde sous-marin, où vivent 80 % des espèces bioluminescentes. Première escale, la baie Mosquito qui se trouve au sud de l'île de Vieques, au large de Porto Rico. « Là-bas, l'eau est si concentrée en micro-organismes bioluminescents – des dinoflagellés, pour être exact



TSUNEAKI HIRAMATSU, DIGITALPHOTO.COCOLOG-NIFTY.COM

DENIS FINNIN/AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY

Matières à lire

QUAND LES CAILLOUX PARLENT

Roche magmatique ou sédimentaire? Métamorphique ou pleine de fossiles? « Lire » les roches, c'est retracer une histoire vieille de plusieurs millions d'années, celle des continents, des glaciations, des fleuves et des mers intérieures disparues. Mais c'est aussi comprendre le monde qui nous entoure aujourd'hui, car les roches du Québec fournissent la matière première de plus de 50 % des objets du quotidien ! Afin de permettre aux randonneurs de décrypter le langage des minéraux, le ministère des Ressources naturelles publie une réédition du *Guide pratique d'identification des roches* qui décrit 30 minéraux communément rencontrés sur les sentiers québécois, et explique comment les identifier.



Guide pratique d'identification des roches, Publications du Québec du CSPQ, 2014, 137 p.

SUSPENS AU LABO

Sébastien Balibar est physicien et spécialiste de la matière froide, dans la vie comme dans la fiction. Avec son roman intitulé *Chercheur au quotidien*, il raconte la découverte de cristaux d'hélium aux propriétés étonnantes; ce solide peut couler comme un liquide, dans certaines conditions ! Commence alors une compétition internationale pour expliquer cette particularité inusitée. Dans un récit court et haletant, le physicien devenu romancier raconte la course

Le photographe Tsuneaki Hiramatsu a combiné des photos prises à faible vitesse d'obturation, à Okayama au Japon, pour composer ces images étonnantes représentant les signaux des lucioles. Cette œuvre est présentée au Musée canadien de la nature.

– que la moindre petite vague provoque de véritables explosions de lumière. Grâce à un plancher interactif, nous avons voulu reproduire cet effet. Lorsqu'on pose les pieds à quelques endroits précis, le sol s'illumine, comme si on se trouvait dans la baie en question », explique Nicole Dupuis. Cette section de l'exposition abrite aussi un aquarium peuplé d'anomalops katoptron et d'autres poissons bioluminescents.

Après s'être attardée à la fluorescence (un phénomène semblable à la bioluminescence, mais qui n'est pas déclenché par le duo luciférine-luciférase), l'exposition nous entraîne à la découverte des créatures qui hantent les abysses. « Sous l'eau, la luminosité décroît rapidement. À 200 m de profondeur, l'obscurité est déjà presque totale ! Pour suppléer à ce manque de lumière, de nombreuses espèces sont devenues bioluminescentes », explique Nicole Dupuis. C'est le cas, notamment, de la baudroie abyssale, dont la femelle est dotée d'une espèce de lampe frontale. Comme chez les vers luisants, cet organe lumineux lui sert d'appât.

Nicole Dupuis précise toutefois que la bioluminescence n'a pas pour unique but d'attirer des proies. « Chez les lucioles, elle sert plutôt à communiquer avec d'éventuels partenaires. Pour d'autres, comme les calmars, elle permet aussi de repousser les prédateurs », dit-elle. Les scientifiques ne savent pas toujours quel avantage peut procurer la bioluminescence à un organisme. Mais peu importe; admirer le formidable spectacle qui se déroule sous nos yeux, c'est déjà en apprendre beaucoup.

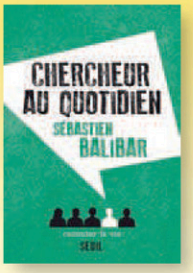
Bioluminescence : Quand la nature s'illumine, au Musée canadien de la nature, à Ottawa, du 3 mai au 9 novembre 2014.
www.nature.ca

Autre rendez-vous

UNE FINALE ÉLECTRISANTE

Qui a dit que les jeunes boudaient les sciences? Chaque année, ils sont des centaines à s'inscrire à Expo-sciences, une compétition qui consiste à vulgariser un concept, à mener une expérience ou à concevoir un produit. Du 10 au 13 avril prochain, les 100 projets ayant retenu l'attention des jurys régionaux seront confrontés lors de la finale provinciale, qui aura lieu au Cégep régional de Lanaudière à Terrebonne. À la clé, près de 275 000 $ en argent et en bourses d'études, en plus de la chance de représenter le Québec lors des finales pancanadienne ou internationale.

Super Expo-sciences Hydro-Québec, Cégep régional de Lanaudière à Terrebonne, du 10 au 13 avril 2014, entrée libre.
www.exposciences.qc.ca



quotidienne des chercheurs pour obtenir du financement, recruter des postdoctorants, damer le pion à leurs concurrents... et publier avant tout le monde. Tout cela ponctué de périodes de doute, de frustration et d'euphorie. Même si la science qui explique la «supersolidité» des cristaux d'hélium est ardue, le récit, lui, ne l'est jamais. Au fil des pages, c'est au cœur même du processus créateur de la science que le lecteur est plongé.
Chercheur au quotidien, Sébastien Balibar, Éditions du Seuil, 2014, 70 p.

Sur la toile

Par Marine Corniou



LA DÉFORESTATION DANS LE COLLIMATEUR DE GOOGLE

On le sait, les forêts du globe perdent constamment du terrain, cédant la place à l'agriculture ou aux villes. Chaque minute, depuis 13 ans, l'équivalent de 50 terrains de soccer de forêts disparaissent. Dans certaines régions, il est bien difficile pour les gouvernements, les communautés locales ou les ONG de suivre l'évolution de la déforestation. Le constat est donc souvent fait trop tard, après que les terres soient dévastées.

L'Institut des ressources mondiales (WRI), un *think tank* états-unien, vient de lancer un outil d'observation des forêts, en temps quasi réel. Mis au point en collaboration avec Google et une quarantaine de partenaires, dont le Programme des Nations unies pour l'environnement, *Global Forest Watch 2.0* – c'est le nom de l'outil – combine l'imagerie satellite, le calcul à distance, les données ouvertes et la participation collective pour surveiller les poumons de la planète. Le but : suivre, sur une carte interactive, l'évolution du couvert forestier n'importe où dans le monde, avec une résolution de 30 m et une mise à jour mensuelle.

Pour constituer la base initiale de données, il a tout de même fallu analyser 700 000 images satellites prises entre 2000 et 2012, ce qui représente 20 térapixels d'information ! Un travail colossal, complété en quelques jours par l'outil Google Earth Engine en mettant à contribution 10 000 ordinateurs en parallèle. Un exploit, quant on sait qu'il aurait fallu 15 ans à un ordinateur seul pour effectuer le travail !

La plateforme fournira notamment des informations inédites sur l'état des forêts, les risques d'incendie, les abattages d'arbres (illégaux ou non), le remplacement de parcelles boisées par des plantations d'huile de palme, etc.

Cet équivalent vert de Google Earth est précieux, surtout dans les pays comme l'Indonésie ou la République démocratique du Congo, où les gouvernements ont peu de moyens pour documenter et contrer la déforestation intensive. Mais le Canada pourrait lui aussi bénéficier d'un meilleur suivi, puisqu'il fait partie des pays perdant le plus de surface boisée chaque année, tout comme la Russie, le Brésil, les États-Unis et l'Indonésie. Avec près de 400 millions d'hectares de forêt, le Canada détient à lui seul 10 % des surfaces forestières mondiales et 30 % de la forêt boréale. Des ressources à protéger sans tarder.
www.globalforestwatch.org

CHARITÉ FACEBOOK

Boire autant d'alcool que possible en se filmant et défier ses amis de faire de même dans les 24 heures qui suivent, voilà le concept du «neknominate», un jeu qui fait rage sur les réseaux sociaux et serait déjà à l'origine de plusieurs décès (car plus le défi est relevé dans des situations dangereuses, mieux c'est). Pour contrer ce phénomène, un jeune Français a lancé la «smartnomination». L'idée? On se filme en train de faire une bonne action, et on suggère à ses amis virtuels de faire de même. En quelques jours, le jeu est devenu viral. Ainsi, on encourage par exemple la distribution de nourriture aux itinérants, l'aide à un voisin âgé ou le don de sang. Les actions sont recensées sur une page Facebook (Smartnomination et, spécifiquement pour le Québec, Smartnomination Québec officiel).

À lire dans notre prochain numéro



Bière, une tournée générale

Le Québec s'est donné des airs de Belgique. Un vaste réseau de microbrasseries s'est maintenant établi de l'Outaouais à la Gaspésie. Et les microbrasseurs rivalisent d'ingéniosité pour surprendre papilles et palais. Bien sûr, il y a un art dans la fabrication de la bière mais il y a aussi une science. Une incursion qui rafraîchira les épicuriens.



Rosetta : le rendez-vous de l'année

Cet été, après un voyage de 10 ans, la sonde Rosetta tentera de se mettre en orbite autour d'une comète, pour larguer un module à sa surface en novembre prochain. Un rendez-vous inédit qui devrait permettre de mieux connaître la composition et le comportement des comètes, vestiges de notre système solaire. Cette mission périlleuse permettra peut-être de savoir si les comètes ont contribué à l'émergence de la vie sur Terre.



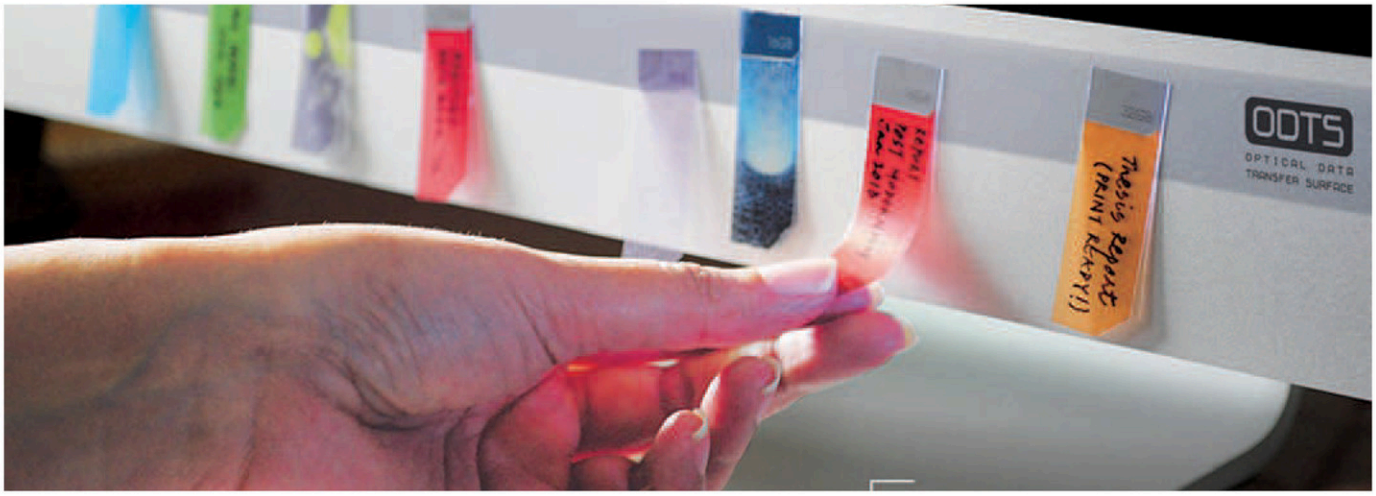
ALAIN DÉCARIE

La traversée manquée

Il y a 100 ans, le navire *Empress of Ireland*, sombrait dans les eaux froides du Saint-Laurent. Plus d'un millier de personnes périssaient dans ce naufrage. Une tragédie que l'on va bientôt commémorer mais que l'on a encore beaucoup de mal à raconter. Depuis l'amélioration des outils de plongée dans les années 1960, des dizaines d'aventuriers ont pris l'initiative d'explorer, à leur péril, l'épave. Que nous ont-ils appris ?



Aujourd'hui le futur | Par Joël Leblanc



PENSE-BÊTE TECHNO

Le Red Dot Award, un grand prix international de design, vient d'être remis par l'inventeur de la clé USB, Hideshi Hamaguchi, à deux designers indiens qui proposent d'hybrider sa création avec les petits pense-bêtes autocollants qui inondent nos bureaux. Les *dataSTICKIES* sont des clés USB fines et flexibles à base de graphène, dotées d'une zone autocollante conductrice. Plutôt que de les brancher dans une prise USB, il suffit de les accoler sur une surface spéciale de transfert, laquelle est connectée à l'ordinateur. Une fois les données enregistrées, on décolle la clé et on la recolle où on veut. On peut même en empiler plusieurs pour augmenter l'espace mémoire.

http://datastickies.com



ET ZOU !

Voici *Urb-E*, le plus compact des véhicules électriques. Il ne pèse que 13 kg, et on peut le plier. Avec une autonomie d'environ 32 km, le bolide d'aluminium, inventé à Pasadena en Californie, se branche dans une prise ordinaire et se recharge en trois heures. Livré dans toute une gamme de couleurs, il offre même le support pour téléphone intelligent, permettant de naviguer avec un GPS. Les premiers exemplaires sont annoncés pour la fin de l'été 2014.

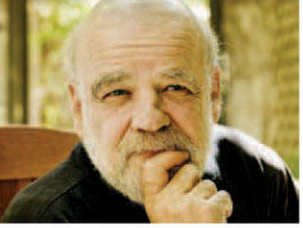
http://urb-e.com



PREMIER SOIN

Destinée aux champs de bataille, la seringue xStat de la compagnie de l'Oregon RevMedX a séduit l'armée états-unienne grâce à sa simplicité d'utilisation. Elle est remplie de comprimés qui sont en fait de petites éponges ultra compressées imbibées d'un agent coagulant. Leur utilité? En cas de blessure, vous les injectez dans la plaie et les éponges absorbent alors le sang et quadruplent de volume en quelques secondes. La pression ainsi créée comprime le vaisseau sanguin abîmé, ce qui stoppe l'hémorragie, pendant que le coagulant aide à la formation d'un caillot.

www.revmedx.com/#!xstat-dressing/c2500





Un jeune homme nommé Ahuntsic

Au mois de juin de l'année 1625, au sein d'une flottille huronne, le récollet Nicolas Viel, qui a passé deux ans en Huronie dans la baie Georgienne, revient parmi les siens pour se reposer à Québec. Les canots ont descendu le cours de la rivière des Outaouais, ils ont traversé le lac des Deux-Montagnes, voici qu'ils empruntent la rivière des Prairies pour passer entre les îles alors inhabitées de Montréal et Jésus. Plutôt que de faire un portage, les voyageurs décident de sauter un gros rapide, celui qui allait recevoir le nom de Sault-au-Récollet. Et pour cause. Le canot dans lequel le missionnaire prend place se renverse, le pauvre frère se noie, ainsi qu'un tout jeune homme appelé Ahuntsic. C'est un drame typique des premiers temps de la Nouvelle-France, les grands voyages en canot s'avérant souvent dangereux. Le frère Nicolas Viel est mort, victime d'un accident de travail. L'événement n'a pas été capté par un Iphone, ni diffusé sur YouTube. Seuls les compagnons hurons du frère Viel ont été témoins de la scène tragique et ils ont rapporté la nouvelle à leur arrivée à Québec. La machine à rumeurs se met en branle, si bien que quelques années plus tard, Récollets et Jésuites écriront que les Hurons ont assassiné Nicolas Viel et déguisé le meurtre en accident. Assommé, puis jeté à l'eau. Or, on raconte que le petit Ahuntsic aurait subi un sort identique. Pourquoi? Nul ne le sait.



COLLECTIONS.BANQ.QC.CA

Le Père Nicolas Viel, précipité dans le dernier saut, avec son néophyte Ahuntsic. (Œuvre de Jean-Baptiste Lagacé, 1898)

La thèse du crime sauvage arrange bien les arguments de propagande missionnaire. Les Récollets cherchaient à faire valoir leurs services dans une Nouvelle-France d'où ils venaient d'être évincés par les Jésuites. Quant à ces derniers, ils voulaient illustrer la dangerosité du métier de missionnaire afin d'émouvoir les mécènes en France. Dans les deux cas, un martyr ne nuit pas au dossier. L'histoire nationale catholique n'a jamais répugné à augmenter le nombre de ses martyrs canadiens. Pour rendre les assassins plus barbares et plus cruels, certains auteurs finiront même par accuser les Iroquois, et on fera du jeune Ahuntsic un néophyte français sans nom connu. En 1942, Archange Godbout, un prêtre historien obsédé de généalogie française, aurait démontré que le petit Ahuntsic était bel et bien un jeune Français. Ce sont les Hurons qui lui auraient donné ce surnom de Ahuntsic, le nom d'un poisson, « petit et frétillant ».

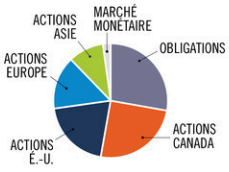
Et pourquoi un petit Français frétillant, néophyte de son état, sans nom connu, se serait-il trouvé dans un canot qui se dirigeait vers Québec en 1625? Il fallait faire un bien grand détour pour compliquer ainsi l'histoire. Car nous sommes à l'époque des Étienne Brûlé, Jean Nicollet, Nicolas de Vignau et Nicolas Marsolet. Nous connaissons assez bien les noms des jeunes Français qui se firent truchements en vivant parmi les Hurons, les Algonquins et les Montagnais. Le petit frétillant aurait-il passé entre les mailles de l'histoire? Accompagnait-il, depuis 1622, les récollets le Caron, Viel et Sagard chez les Hurons, sans que personne ne mentionne jamais son nom? Ou serait-il tout simplement un jeune Huron nommé Ahuntsic que Viel ramenait à Québec pour l'instruire et le baptiser?

L'histoire de Montréal est pleine de rendez-vous manqués de ce type. Nous avons deux quartiers dont les noms font honneur aux grandes époques amérindiennes : Hochelaga et Ahuntsic, deux mots de la famille iroquoienne. Mais il fallait ajouter Maisonneuve au premier et franciser le second, pour cacher toujours un peu plus cet Indien que nous ne saurions voir. QS

NOUVEAU

DÉCOUVREZ LE FONDS **FÉRIQUE ÉQUILIBRÉ CROISSANCE**

PLUS CONSERVATEUR QU'UN FONDS D'ACTIONS. PLUS AUDACIEUX QU'UN FONDS D'OBLIGATIONS.

DIVERSIFICATION OPTIMALE	AXÉ SUR LA CROISSANCE DU CAPITAL	RÉÉQUILIBRAGE AUTOMATIQUE	FRAIS DE GESTION PARMI LES PLUS BAS AU CANADA
			~~2,46 %~~ **1,1 %**
70 % ACTIONS 30 % OBLIGATIONS	À PARTIR DE 500 $ (50 $ DANS UN PLAN DE PRÉLÈVEMENT AUTOMATIQUE)	SUIVANT LES MOUVEMENTS DU MARCHÉ	RFG ANNUEL

Prêt à mettre un peu d'équilibre dans votre vie financière?
Visitez notre site Web ou communiquez avec nous.

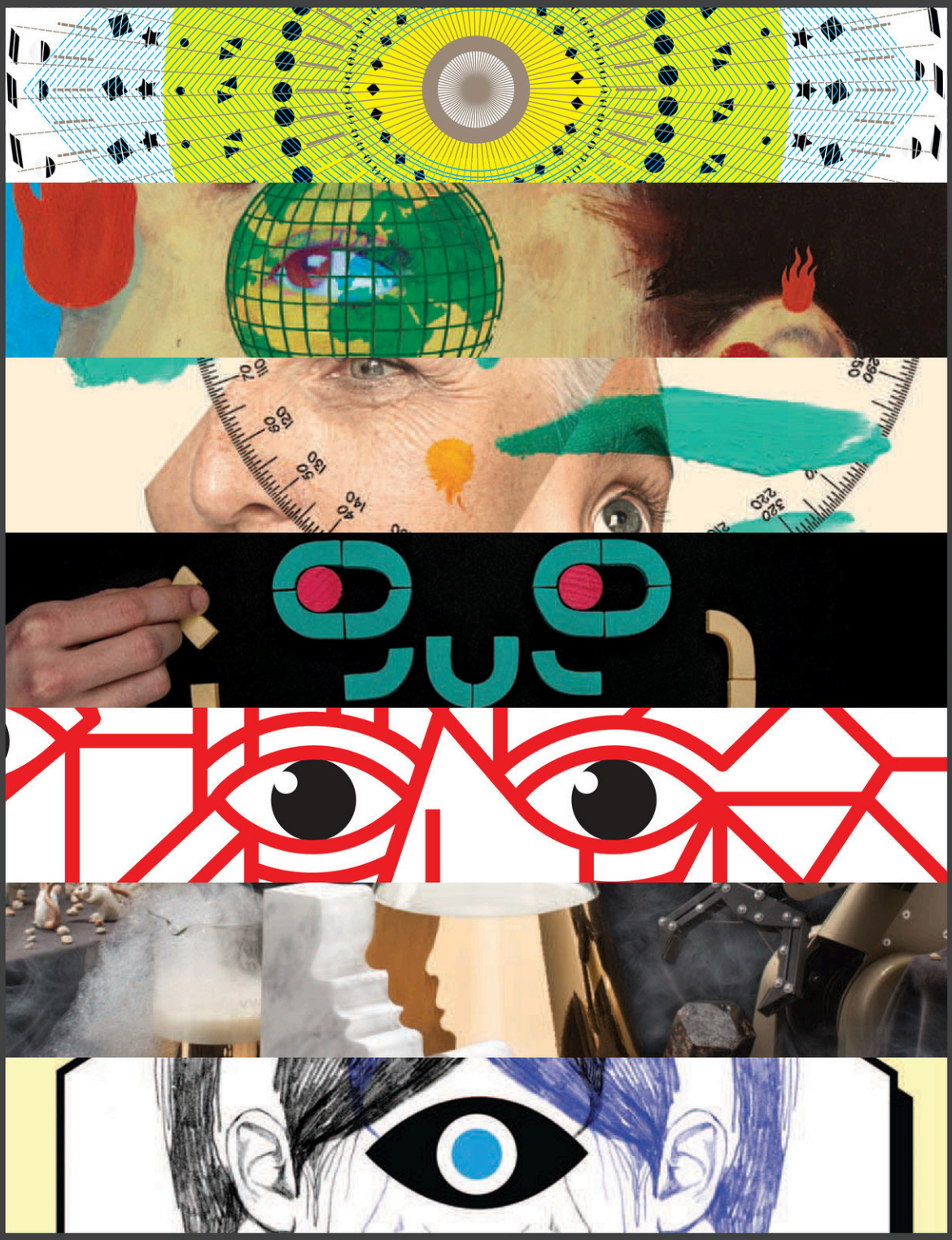
Offerts aux ingénieurs et diplômés en génie, à leurs familles et à leurs entreprises

FÉRIQUE

Les Fonds FÉRIQUE : il y a un peu de génie là-dedans.

Renseignements : **514-788-6485**
(sans frais 1 800 291-0337)
www.ferique.com

Note : un placement dans un organisme de placement collectif peut donner lieu à des courtages, des commissions de suivi, des frais de gestion et d'autres frais. Les ratios de frais de gestion varient d'une année à l'autre. Veuillez lire le prospectus avant d'effectuer un placement. Les organismes de placement collectif ne sont pas garantis, leur valeur fluctue souvent et leur rendement passé n'est pas indicatif de leur rendement futur. Les Fonds FÉRIQUE sont distribués par Services d'investissement FÉRIQUE, à titre de Placeur principal. Ce produit est présentement offert uniquement aux résidents du Québec et ne convient pas à tous les types d'investisseur. Veuillez communiquer avec un conseiller de Services d'investissement FÉRIQUE.* Le Fonds FÉRIQUE Équilibré Croissance a un ratio de frais de gestion (RFG) courant de 1,1 % au 20 février 2014, comparativement aux fonds de même catégorie sur le marché dont la médiane s'établit à 2,46 % selon l'étude PALTrak (Morningstar Research Inc.) au 31-12-2013.



INSPIRÉ PAR UQÀM

uqam.ca

L'UQAM VUE PAR 7 ARTISTES
7 PORTRAITS À DÉCOUVRIR

LA RECHERCHE DANS LE RÉSEAU DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Agents de changement

Comment les chercheurs sont en train de transformer le Québec

De gauche à droite, Lyne Douville, professeure en psychoéducation à l'UQTR et directrice de l'Université de la Rue, Jean-Félix St-Germain, travailleur de rue et président de l'Association des Travailleurs et Travailleuses de Rue du Québec et Philippe Malchelosse, directeur général de l'organisme Point de Rue, et cofondateur de l'Université de la Rue.

Éditorial

Un parti pris pour la société

Il y a la théorie et il y a l'expérience du terrain. Quand les chercheurs rencontrent les citoyens, toute la société y gagne; de nouvelles idées et de nouvelles pratiques en émergent.

Depuis quelques années, les universitaires sont appelés sur plusieurs fronts : lutte contre la pauvreté, bataille pour sauver les villages en région, protection du territoire, itinérance, etc. Leur engagement est précieux, il est devenu l'une des valeurs du Québec.

On comprendra aussi que les innovations sociales qu'entraîne la contribution des scientifiques constituent des atouts extraordinaires de développement. «Le capital financier, c'est bien; mais il faut aussi du capital social de base afin que la communauté puisse en retirer tous les fruits», a affirmé un des chercheurs rencontrés au fil des entrevues qui constituent ce dossier.

Par voie de conséquence, de nouveaux espaces de pouvoir se sont développés, là où s'exprime notamment la démocratie participative. «Un phénomène assez unique en Amérique», faisait remarquer un autre universitaire.

Dans une économie où les savoirs les plus divers évoluent, les institutions ont un beau défi : former une élite qui puisse rester au parfum des exigences du milieu, elles aussi en pleine mutation. Nous sommes tous des apprenants dans ce monde en mouvement.

Il semble que nos institutions et leurs chercheurs soient en phase avec cette nouvelle donne. Les tours d'ivoire s'effondrent et c'est heureux.

Un dossier réalisé par Raymond Lemieux

Ce dossier est inséré dans le numéro d'avril-mai 2014 du magazine *Québec Science*. Il a été financé par l'Université du Québec et produit par le magazine *Québec Science*.

Comité éditorial :
Sylvie B. de Grosbois (UQAM)
Pierre Pinsonnault (UQTR)
Stéphane Allaire (UQAC)
Frédéric Deschenaux (UQAR)
André Manseau (UQO)
Anne-Marie Nadeau (UQAT)
Josée Charest (INRS)
Josée Gauthier (ENAP)
Claude Bédard (ÉTS)
Éric Lamiot (TÉLUQ)
Céline Poncelin de Raucourt (UQ)
Valérie Reuillard (UQ)
David H. Mercier (UQ)
Raymond Lemieux (Québec Science)

Coordination :
Raymond Lemieux et Valérie Reuillard
Rédaction :
Raymond Lemieux
Graphisme :
François Émond
Révision : Hélène Matteau
Correction-révision :
Luc Asselin
Bibliothèque nationale du Canada :
ISSN-0021-6127

Les dix établissements du réseau de l'Université du Québec ont pour mission de faciliter l'accessibilité à l'enseignement universitaire, de contribuer au développement scientifique du Québec et au développement de ses régions.

Sommaire



PAGE COUVERTURE : OLIVIER CROTEAU

STUDIO DU RUISSEAU

III GÉNÉRATEURS D'INNOVATION
Les chercheurs apportent un éclairage nécessaire – et nouveau – sur les préoccupations des citoyens et des décideurs. Mais parce qu'ils agissent en coulisses, leur travail est mal compris. Dommage. Engagez-vous, qu'ils disaient!

V PLACE AUX CITOYENS !

VI UN DIPLÔME EN DIGNITÉ APPLIQUÉE
Un exil intérieur dans le refus et la rupture. Des itinérants? Plutôt des humains qui portent leur souffrance sur leur dos, dans leur chair et leur sang. Une initiative sans pareille, l'Université de la Rue, permet de mieux aider ces êtres à part.

VIII LA CLÉ DES CHAMPS
Pas de murs, pas de salles de cours; les classes sont données dans des granges et des sous-sols d'église. Bienvenue à l'Université rurale.

X LE PARADOXE MINIER
Quand les chercheurs doivent interpréter des résultats en apparence contradictoires

LE SOUFFLE DE RIO
Et si c'était sur les petites et moyennes municipalités que reposait le succès du développement durable?

XI L'ÉTINCELLE
Il y a une valeur sur laquelle on peut miser pour relancer la vie d'une localité : le sentiment d'appartenance.

XII LE POUVOIR GASPÉSIEN
Éole, dieu du vent, a élu domicile sur les rives du golfe Saint-Laurent, grâce à la complicité d'ingénieurs déterminés.



AARON McCONOMY/COLAGENE

L'université dans la cité

GÉNÉRATEURS **D'INNOVATION**

Les chercheurs apportent un éclairage nécessaire – et nouveau – sur les préoccupations des citoyens et des décideurs. Mais parce qu'ils agissent en coulisses, leur travail n'est pas toujours reconnu à sa juste valeur. Dommage. Engagez-vous, qu'ils disaient!

« Les sciences sociales sont-elles utiles?» Cette lourde et provocante question, **Madeleine Gauthier**, sociologue et chercheuse au Centre Urbanisation Culture Société de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), l'entend souvent. Qu'est-ce à dire? La société est régulièrement traversée par des débats – controverses autour de l'exploitation des gaz de schiste ou divergences au sujet de la Charte des valeurs, par exemple – qui appellent une réflexion à laquelle nombre de chercheurs en sciences humaines peuvent contribuer. Alors? « Justement, il faudrait des sociologues partout! » s'exclame-t-elle.

L'universitaire, aujourd'hui, ne peut certainement plus se cantonner dans sa tour d'ivoire. Même les organismes subventionnaires posent le travail avec les collectivités comme une condition de financement des projets. Résultat, l'image que l'on se fait des chercheurs est en train de changer. « Si on veut que nos travaux et que nos connaissances soient utiles et aient des répercussions, il faut en effet être convaincants, soutient Madeleine Gauthier. Nous ne sommes pas seuls sur la place publique. Nous sommes obligés de rester humbles et d'admettre que nous ne sommes plus en possession d'une vérité absolue. Ça nous oblige à mieux parler aux gens et ça nous force à être compétents. En démocratie, ce peut être une bonne chose. »

C'en serait donc fini du fossé qui sépare le monde savant du reste de la population? En tout cas, l'engagement communautaire ou public qu'osent les chercheurs modifie les méthodes de travail dans le monde des sciences sociales. Plus encore, il enrichit incontestablement leur expertise et la connaissance en gé-

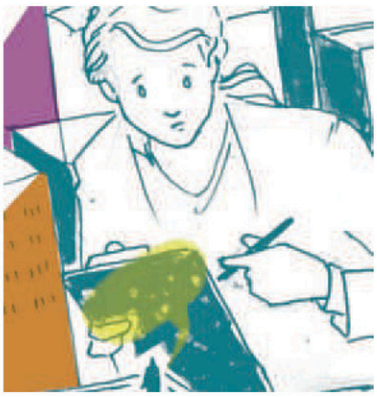


néral, estime **Martin Goyette**, professeur à l'École nationale d'administration publique (ENAP). Il parle même, comme plusieurs de ses collègues, de « coconstruction » du savoir. « Je ne suis pas dans la position d'un chercheur qui observe des poissons dans un bocal. Réaliser des travaux en partenariat avec la communauté m'oblige à adopter une approche active auprès des gens. »

« Les sciences humaines ont une complexité différente de celle de la physique ou de la biologie moléculaire, ajoute Madeleine Gauthier. Nous sommes dans un milieu de recherche où nos savoirs sont changeants, non pas cumulatifs. En biologie, si vous découvrez un gène, il ne sera pas remis en question. En intervention sociale, si vous identifiez un comportement ou un phénomène. il pourra varier d'une région à l'autre, d'un contexte à l'autre. Cela ne nous facilite pas les choses. »

« Nous sommes obligés de rester humbles et d'admettre que nous ne sommes plus en possession d'une vérité absolue. Ça nous oblige à mieux parler aux gens et ça nous force à être compétents. »

Qui plus est, le contact avec de nombreuses réalités sociales a accéléré, au fil des années, la production de connaissances, estime **Marie-José Fortin**, de l'Université du Québec à Rimouski, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en développement régional et territorial. « Pour nous, cela représente un nouvel enjeu, car il nous faut maintenant prendre le temps de traiter les données que nous accumulons », dit-elle, en pensant aux nombreuses initiatives municipales, communautaires ou citoyennes auxquelles elle a participé. « On doit gérer une abondance, tout en s'assurant de faire un travail de qualité. Et vous savez quoi? Tout le temps que nous y consacrons peut être fort bénéfique pour la société, car il permet de prendre du recul devant des sujets chauds. »



Des savoirs qui évoluent? Pourtant, les universitaires sont encore perçus comme les détenteurs d'un bagage acquis, figé. « Lorsqu'on nous invite à nous prononcer sur un problème, on nous considère souvent comme des experts ou des consultants, note Marie-José Fortin. Ce n'est cependant pas notre rôle, car nous sommes plutôt engagés dans des processus qui vont générer des connaissances nouvelles. »

Il reste que nombre d'organisations qui nous sollicitent, veulent obtenir rapidement des certitudes, fait remarquer Madeleine Gauthier. « On nous demande des statistiques – c'est toujours solide, des statistiques –, mais il faut comprendre que nous ne pourrons les produire que si nous avons d'abord complété des recherches qualitatives, ajoute-t-elle. Il s'agit d'un travail qui peut se faire avec les gens, en leur posant des questions et en les écoutant. C'est cet échange qui transforme nos connaissances, notre science. »

La sociologue de l'INRS a d'ailleurs été impliquée dans un projet qui a fait beaucoup jaser dans les années 1990. On soupçonnait alors une migration des jeunes Québécois des régions vers les grands centres urbains. « Nous avons recueilli des opinions, ça et là, ce qui nous a menés à définir un questionnaire. Ce dernier a conduit à un vaste sondage qui nous a permis d'effectuer une vérification quantitative assez solide. » Or, ce sondage a permis de confirmer un lien, beaucoup plus pertinent, entre l'emploi et la migration. « En somme, dit-elle, nous avons compris qu'il n'y avait pas un problème d'exode des jeunes; il y avait un problème de création d'emplois en région. Ce n'est pas pareil. Et c'est là-dessus que les responsables en développement économique ont eu à travailler. D'ailleurs, on constate aujourd'hui que la Gaspésie n'a plus ce problème migratoire. »

« La recherche-action peut changer plusieurs postulats de base de la recherche théorique », poursuit le professeur Martin Goyette, également titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'évaluation des actions publiques à l'égard des jeunes et des populations vulnérables. Il en va de même quand les chercheurs rencontrent la fameuse réalité du terrain, celle où s'activent bien des décideurs et des citoyens. Dans ces situations, tous les acteurs participent de facto au processus. « Les groupes communautaires ou les intervenants dans le milieu ont, tout autant que moi, une contribution à apporter, surtout en travail social. C'est ce que je dois accepter », dit-il.

Madeleine Gauthier raconte que c'est au tournant des années 1980 que les recherches en sciences humaines ont pris une tournure plus pragmatique. Sociologues, travailleurs sociaux, psychoéducateurs, gestionnaires se sont mis à travailler de plus en plus auprès des municipalités, des organisations communautaires ou des groupes populaires. Les résultats de cet engagement n'ont pas toujours fait les manchettes, mais les bénéfices, autant sur le plan de l'éducation populaire que sur celui de la prise de décision, ne font pas de doute. « De telles recherches nous permettent de comprendre davantage les choses. Elles nous apprennent à travailler plus efficacement. Nos méthodologies sont plus raffinées que jadis et cela sert mieux les décideurs et les organismes. On voit ça maintenant comme du transfert de connaissances et d'expertise vers le public. C'est du partenariat de recherche.

Nous n'avons plus rien des "pelleteux de nuages"!»

«Je suis aussi un agent de changement», affirme **Denis Bourque**, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en organisation communautaire à l'Université du Québec en Outaouais (UQO). «Les responsables d'organismes ou d'institutions doivent me voir ainsi. Beaucoup plus de chercheurs travaillent avec des partenaires parce que cela les sensibilise à des enjeux et à des problèmes qui, autrement, ne les toucheraient pas. Ce contact avec la réalité nous pousse à modifier nos savoirs, mais la réciproque est vraie : nous fournissons aux partenaires des outils qui facilitent leur démarche et leurs décisions.»

À force de travailler avec des groupes populaires ou des municipalités, les chercheurs ne risquent-ils pas de sympathiser avec leur cause ou leurs soucis? Denis Bourque répond : «Il n'empêche que nous devons garder le dernier mot. Après tout, c'est nous qui signons le rapport de recherche!»

«La liberté de recherche qui nous permet de jouer franc jeu est fondamentale et, en fin de compte, elle est utile à tous, renchérit Martin Goyette de l'ENAP. C'est ce qui contribue à la bonne marche des projets.»

«On parle souvent de recherche et développement comme levier de progrès économique, ajoute Madeleine Gauthier. L'innovation sociale peut aussi être un ressort de développement collectif. Et les sciences sociales d'aujourd'hui sont en plein dedans!»

Les sciences «molles», comme on les qualifie parfois, auraient-elles enfin acquis la reconnaissance sociale? Madeleine Gauthier reste circonspecte : «Bien que notre société soit plus scolarisée que jamais, il me semble que l'on a encore, en apparence du moins, un peu de mépris envers la fonction intellectuelle.» Encore? Il faudrait peut-être lancer une recherche pour comprendre ça! ■

PLACE AUX **CITOYENS!**

La démocratie ne se limite plus à l'exercice du droit de vote lors des élections. Elle prend maintenant plusieurs autres formes.

Le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) est un fleuron du Québec démocratique. Une référence, rien de moins. «Sa création, à la fin des années 1970, a provoqué un énorme impact sur la réflexion et les processus de consultation publique, admet **Mario Gauthier**, professeur à l'UQO. Bien des villes ont maintenant intégré cet idéal de consultation.»

Un projet de dépotoir ou de prolongement d'autoroute, une nouvelle ligne de transport électrique? Autant de projets qui peuvent susciter doutes et suspicion. Les gestionnaires se trouvent alors devant une interrogation : comment être sûr de prendre une décision dans l'intérêt de tous?

«Le BAPE a démontré la nécessité d'un lieu de rencontre entre le public, les experts et les développeurs. Il y a désormais une volonté, de la part des institutions, d'accorder une plus grande légitimité à leurs décisions. La participation sociale est, dans cette optique, impérative», reconnaît Mario Gauthier. Cela dit, la mise en place de mécanismes de consultation s'est réalisée de manière bien différente d'une municipalité à l'autre ou d'un niveau de gouvernement à l'autre – local, régional ou national –, autant pour des schémas d'aménagement que pour des plans d'urbanisme. «Toutes les municipalités n'ont pas la même culture ni les mêmes ressources pour intégrer ce processus. Parfois, elles ont peur de la participation publique, peur qu'elle entraîne des frictions, fasse augmenter les coûts et retarde les projets.»



Le rôle du chercheur en sciences sociales est donc capital dans ce contexte. «C'est un facilitateur», souligne M. Gauthier. Il permet un transfert de connaissances, par le truchement de la gestion participative, vers les instances municipales. Une nouvelle forme de participation démocratique serait-elle en train de se dessiner par son entremise? «Les élus sollicitent nos avis mais, avant d'émettre quelque opinion que ce soit, il nous faut comprendre la dynamique d'une communauté, poursuit-il. On n'est pas dans un labo de chimie, on ne travaille pas en manipulant des éprouvettes. On est plutôt dans le dialogue. En tout cas, cela donne de meilleurs projets, plus consensuels, plus aisés à mettre en œuvre.»

L'exemple le plus récent, qui a d'ailleurs occupé une bonne partie des régions du Québec, touche l'exploitation des gaz de schiste. Une bonne ou une mauvaise chose? «L'information manquait. Rien pour pouvoir prendre une décision éclairée, dit Mario Gauthier. Un moratoire a dû être décrété et, par la suite, tout le milieu universitaire a été mobilisé pour réaliser plusieurs dizaines d'études. L'ensemble de ces travaux a indiqué au ministre de l'Environnement et du Développement durable un problème d'acceptabilité sociale.»

«Les sciences sociales seront de plus en plus mises à contribution pour que l'ensemble de la société puisse réfléchir adéquatement sur l'incertitude», soutient le professeur. Est-ce que ça changera les pratiques universitaires? «Probablement, reconnaît-il, car on évolue ensemble. S'engager dans les communautés, ça fait partie de la mission fondamentale des universités. On ne peut rester en dehors de la société si on veut la comprendre.»

Un second regard

Saint-Michel est un quartier de Montréal réputé difficile. Mario Gauthier, professeur en études urbaines à l'UQO, a été appelé à regarder la situation d'un peu plus près, en collaboration avec les organisations communautaires du secteur. «On savait qu'il fallait notamment attaquer le problème des gangs de rue. Mais, par le biais de nos consultations, les citoyens nous ont indiqué qu'il fallait peut-être régler un problème de cimetière d'autos, situé sous l'autoroute Métropolitaine...» Surprenant? L'intuition citoyenne était bonne, car ce dépotoir était l'un des endroits très fréquentés par les délinquants. Les intervenants du milieu n'avaient pas vu ça. «C'est un bel exemple de jonction entre une démarche de consultation et la volonté citoyenne. Dans ce cas, comme dans bien d'autres, je constate que, lorsque nous nous octroyons la capacité d'agir collectivement sur les problèmes publics, l'action des élus devient bien plus efficace. J'oserais aussi penser que ce potentiel citoyen est propre au Québec, grâce aux organisateurs communautaires. C'est une réalité qui nous distingue assez bien du reste de l'Amérique du Nord.»

L'université dans la ville

UN DIPLÔME EN DIGNITÉ APPLIQUÉE

Des itinérants? Plutôt des humains qui portent une souffrance sur leurs épaules, dans leur chair et leur sang. Une initiative sans pareille, l'Université de la Rue, permet de mieux aider ces êtres en rupture.



Philippe Malchelosse, de l'organisme Point de Rue, Lyne Douville, professeure en psychoéducation à l'UQTR. Ils ont fondé l'Université de la Rue pour doter les travailleurs de rue d'outils, afin de prévenir l'itinérance.

Ils traînent des échecs. De sorte que, échaudés par la vie, ils sont réfractaires à l'idée d'accepter de l'aide. Philippe Malchelosse, cofondateur et directeur général de l'organisme Point de Rue qui regroupe des travailleurs de rue, à Trois Rivières, en sait quelque chose : « On les appelle itinérants, mais ce sont des personnes en rupture sociale. Qui ont brisé leurs liens avec le monde. Et aussi avec eux-mêmes. »

Comment leur parler de réinsertion? Pour le gestionnaire, il faut rester réaliste. « Il y a des jeunes qui n'ont aucune idée de ce que peut être une journée de travail; de se réveiller le matin et d'aller au boulot. Alors leur parler de réinsertion… Il faut d'abord viser à établir la communication avec eux et c'est déjà beaucoup, car ils sont en situation de rejet. » Autant dire que le travail de rue exige patience, doigté, empathie; et suppose une forte dose de responsabilité professionnelle.

Ils sont des centaines de travailleurs et travailleuses de rue au Québec, qui tentent d'accompagner et de soutenir les sans-abris. Un métier extrême dans un

anti-monde où se côtoient toxicomanie, prostitution et maladie mentale. « On a parfois un sentiment d'impuissance, avoue Philippe Malchelosse. Comme si ce n'était pas assez, nous avons souvent à défendre notre crédibilité auprès des organismes officiels que sont les services de police ou les centres jeunesse. »

En contribuant à la création de l'Université de la Rue, en avril 2011, **Lyne Douville**, professeure en psychoéducation à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), a réussi un coup de maître. Cette initiative, un microprogramme unique au monde, permet aux chercheurs d'entrer en contact avec une réalité bien mal comprise. Elle estime que, grâce à eux, les travailleurs de rue pourront acquérir un peu plus d'outils pour agir. « Les marginaux, qui ont été heurtés par le système, nous obligent à intervenir de façon différente, dit-elle. Et cela nous permet de développer des compétences spécifiques; de nous doter d'outils de prévention. »

« Lyne m'aide à savoir et à comprendre ce que je fais, ajoute Philippe Malchelosse. Nous arrivons parfois à transformer les itinérants, mais je dois aussi avoir l'humilité de dire que, avec certains jeunes, nos interventions ne sont pas efficaces. L'Université de la Rue nous aide à savoir pourquoi. »

« Traditionnellement, dit Lyne Douville, le chercheur est vu comme l'expert en *empowerment* – le mot se traduit maladroitement par "développement du pouvoir d'agir" ou "responsabilisation" –, comme celui qui pousse à l'autonomisation des personnes. C'est un résultat que l'on souhaite obtenir auprès des travailleurs de rue. »

D'abord, cesser de caricaturer les itinérants, dit Philippe Malchelosse. « Ils ont des préjugés, nous avons des préjugés, dit-il. L'itinérance n'est pas uniquement le lot des grands centres urbains; elle est partout. Mais elle diffère d'un lieu à l'autre. À La Tuque, en Mauricie, par exemple, il y a une itinérance fortement marquée chez les Autochtones; ce n'est pas la même problématique que celle des jeunes à Montréal. »

Et c'est une préoccupation pour les partenaires politiques. « Vous pensez bien qu'aucun maire n'aime avoir des itinérants dans sa ville. Toutefois, les élus comprennent de mieux en mieux qu'il faut attaquer l'itinérance de manière plus globale, puisqu'elle rejoint aussi le problème de la pauvreté, le problème d'accès à des logements sociaux et le problème du réseau social qu'ils n'ont plus, admet Philippe Malchelosse. On a beau constater les pires bêtises du système, on ne peut pas s'en tenir juste à la critique. Il faut savoir agir. » ■

OLIVIER CROTEAU

Pour en savoir plus :
uqtr.ca/universitedelarue



Un samedi à l'Accueil Bonneau à Montréal

STÉPHANIE BÉLANGER

Des étudiants à pied d'œuvre

Ils marchent. De petits pas pour l'humanité; de grands pas pour eux. Ils marchent. Et leurs pieds sont plus usés que leurs chaussures.

Un samedi par mois, une dizaine d'étudiants en podiatrie à l'UQTR se rendent à l'Accueil Bonneau, un refuge pour sans-abris situé dans le Vieux-Montréal. Depuis février 2012, ils examinent et soignent les pieds malades des itinérants.

Au total, près de 400 traitements ont été administrés jusqu'à présent. Un succès humain et pédagogique, pourrait-on dire. « Si certains d'entre nous avaient des préjugés envers les sans-abris, ils les ont vite perdus! Ces patients sont remarquables. Ils ont des parcours assez extraordinaires. J'en ai rencontré un qui parle cinq langues, raconte Angelo Macaluso, postdoctorant à l'UQTR. Leurs pieds, c'est leur liberté, leur véhicule. » Et il y en a qui marchent une heure et demie pour venir bénéficier de ces soins.

L'initiative étudiante a rencontré un tel succès que l'Accueil Bonneau prévoit établir une clinique permanente de podiatrie, l'an prochain. « Auparavant, c'étaient des infirmières qui administraient les soins de base, mais on remarque chez les itinérants des infections fongiques ou bactériennes qui nécessitent davantage d'intervention. Il faut souvent leur prescrire des traitements », poursuit Angelo Macaluso.

Cette initiative de podiatrie communautaire a reçu, en 2012, le prix national au Concours québécois en entrepreneuriat (catégorie universitaire). Et puis, les étudiants ont aussi établi un système de cueillette de chaussures. Plusieurs centaines de paires de souliers – qui n'ont pas fini de voyager – ont été envoyées à l'Accueil puis remises en état par un cordonnier.

Mais il faut prévoir que la marche contre l'itinérance et la pauvreté sera sans doute encore bien longue...

L'université à la campagne

LA CLÉ **DES CHAMPS**

Pas de murs, pas de salles de cours; les classes sont données dans des granges et des sous-sols d'église. Bienvenue à l'Université rurale.



STUDIO DU RUISSEAU

Bruno Jean, professeur à l'UQAR: « La pédagogie qui caractérise l'Universté rurale, c'est celle qui favorise le croisement des savoirs. » La prochaine édition de cette université ambulante aura lieu dans Charlevoix, l'an prochain.

« J'essaie de faire sortir l'université de ses murs; c'est ma manière de m'engager. Il y a des savoirs savants et il y a des savoirs d'expérience, comme ceux que l'on trouve en région. Je veux que ces savoirs interagissent. »

À l'entendre, on penserait que **Bruno Jean** est un idéaliste. Pourtant, ce professeur de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), qui dirige aussi la Chaire de recherche du Canada en développement rural, a les deux pieds bien sur terre. Et les yeux sur l'avenir des régions. « Leur développement, ce n'est pas juste une question d'accès au capital, cela implique aussi un engagement des citoyens, dit-il. On appelle ça le capital social! Et il faut trouver le moyen de le mettre en valeur. » C'est ce qui l'a poussé à développer une initiative unique et assez particulière, appelée Université rurale québécoise (URQ).

Née en 1997, à Rouyn-Noranda en Abitibi-Témiscamingue, l'Université rurale est une étrange institution, sorte de forum scientifique inversé. Elle se tient une fois tous les deux ans et s'est déplacée jusqu'ici dans le Bas-Saint-Laurent, sur la Côte-Nord, en Mauricie, en Outaouais, sur la Côte-du-Sud, au Lac-Saint-Jean, en Gaspésie et dans les Cantons-de-l'Est. Les professeurs-chercheurs n'accueillent pas des élèves en classe, ils partent à la rencontre des citoyens et des acteurs régionaux, selon une approche pédagogique informelle et conviviale. Les neuf éditions de l'URQ ont suscité la

participation de près de 3 000 personnes.

Pertinente? Et comment! L'Université rurale a été reconnue comme outil de formation dans la récente Politique nationale de la ruralité (PNR) déposée en décembre dernier par le gouvernement du Québec. « Je suis d'ailleurs convaincu que la formation que l'on peut offrir dans ce cadre est en elle-même un outil de développement », dit Bruno Jean.

« La pédagogie qui nous caractérise, c'est le croisement des savoirs. Il s'agit de faire une université dans le sens premier du terme, c'est-à-dire un lieu de réflexion, explique-t-il. C'est une université ambulante. On visite des fermes, des entreprises, il n'y a pas de salles de cours; ça se passe dans des granges ou des salles paroissiales. Ce sont des rencontres, comme au Moyen Âge, au temps des toutes premières universités. » Au programme, des sujets récurrents qui reflètent bien les préoccupations régionales : la gouvernance, la création d'entreprises, le maintien des services sociaux. Il y a aussi des sujets nouveaux, comme l'agriculture de proximité qui met l'accent sur les produits du terroir, le tourisme ou Internet.

À Nouvelle, en Gaspésie, les participants ont eu le bonheur de connaître des élus particulièrement avant-gardistes, lors de l'Université rurale de 2011. « Pour eux, Internet devait être considéré comme un service public essentiel, au même titre que l'électricité», rappelle Bruno Jean. Et puisque l'un des problèmes constatés dans nombre de régions éloignées est justement l'accès à Internet haute vitesse, ils ont pris l'initiative de mettre en place une antenne wimax qui permettait d'offrir une connexion à tous les citoyens dans un rayon de 5 km. « Le coût de l'installation a été inscrit au compte de taxes. Si certains ont d'abord rechigné, aujourd'hui tous l'acceptent. On comprend qu'il y a eu ce qu'il fallait d'information pour qu'une telle mesure soit acceptée. »

Dix ans après le début des activités de l'URQ, une étude a permis d'en évaluer la portée. Elle montrait que les universitaires n'avaient pas encore tout à fait apprivoisé le concept. Trop théoriciens, nos profs? Ou dépassés par les enjeux liés à la ruralité? « Il y a des chercheurs qui ne comprennent pas toujours ce que c'est, un croisement de savoirs. Pour eux, c'est un choc culturel », reconnaît Bruno Jean.

Il n'empêche que l'évaluation faite par les sondeurs a fait ressortir que tous les participants – les acteurs du milieu, comme on dit – admettent que ces échanges peuvent donner « accès à de nouvelles connaissances ». Voire que cela rend possible « de trouver de nouvelles solutions à des problèmes spécifiques ». Du côté des chercheurs, 81 % s'accordent à dire que l'Université rurale leur « a permis d'enrichir leur enseignement », tandis que la totalité d'entre eux soutiennent qu'elle « favorise le transfert de connaissances scientifiques, technologiques et méthodologiques en matière de développement ». On touche du bois.

Ce n'est pas un luxe, en tout cas. Déjà que l'on recense de 150 à 200 villages dévitalisés au Québec, il faut convenir que le développement des capacités d'innovation est un enjeu crucial, selon Bruno Jean. Si l'Université rurale permet d'apprécier la force et l'impact de ces innovations, cela peut être inspirant aussi pour les autres groupes sociaux. « Ce qui est certain, c'est que les communautés qui ont un bon capital social sont plus prospères que celles où règnent des conflits. Mais ça ne prend pas grand-chose pour renverser la tendance quand ça va mal; c'est notamment à cela que des chercheurs en intervention sociale peuvent être utiles. »

« Parler de capital social nous a conduits à parler de gouvernance. La gouvernance, ça se manifeste quand il y a des décisions à prendre, poursuit Bruno Jean. Même si les élus ont la légitimité de gouverner, il est nécessaire pour eux de consulter régulièrement leurs citoyens. Ce n'est pas toujours facile, et l'Université rurale peut être une école en ce sens. De toute façon, un scientifique engagé n'a pas à prendre la place du décideur; son rôle est d'assumer sa mission de recherche. Ce n'est pas à lui de faire de la politique. » ■

L'expérience avec l'intelligence

« Vous illustrerez encore une fois ce que toute recherche et toute formation devraient être au bout du compte, quelque chose qui surgit toujours dans cette faille où se rencontrent l'action et la volonté de comprendre. Les seuls savoirs féconds sont nés et naissent de cette zone d'interpellation que fait émerger l'expérience en quête de compréhension et d'intelligence. »

— Pierre Lucier, alors président de l'Université du Québec, lors de l'allocution d'ouverture de l'Université rurale québécoise de 2001, tenue à Baie-Comeau.



La résilience au temps des changements climatiques

Avant, la question du réchauffement climatique était une cause pour les écologistes; aujourd'hui, c'est une préoccupation de société. Encore faut-il s'y préparer.

Les communautés côtières le savent déjà, les tempêtes maritimes sont plus violentes et plus fréquentes qu'avant. « Un plan d'urgence ne suffit plus, estime **Steve Plante**, professeur à l'Université du Québec à Rimouski. Il faut aussi un plan de résilience. »

Quatre municipalités du Québec ont récemment participé à un exercice sans précédent pour ajouter ce « plan de résilience » à leurs stratégies d'aménagement : Rivière-au-Tonnerre, près de Septîles, Sainte-Flavie, près de Matane, ainsi que Maria et Bonaventure, dans la baie des Chaleurs. « On sait étudier l'impact des changements climatiques sur les animaux, mais ils sont plus difficiles à mesurer sur les humains. Ce n'est pas comme ramasser des poils de lynx et les étudier à la loupe binoculaire », fait remarquer le chercheur, qui est aussi directeur scientifique de l'Alliance de recherches universités-communautés (ARUC) sur les défis des communautés côtières.

Les communautés visées par ce projet ont toutes connu les conséquences de la tempête qui a balayé l'est du Québec en 2010 et qui a emporté de grands pans de falaises et plusieurs segments de routes. Un événement qui a rappelé combien les environnements du littoral maritime sont fragiles. « Cela a provoqué une incertitude qui peut être néfaste pour les communautés, affirme le chercheur. Il faut donc préparer nos sociétés à surmonter ces événements, ce qui exige un immense travail d'éducation. Et attention : si on débarque avec des PowerPoint et des textes, on peut vite perdre notre monde. Il faut aussi se mettre en mode écoute. »

« J'ai tout fait : assemblées de cuisine, réunions de comité de citoyens, forums, rencontres avec les décideurs municipaux, poursuit-il. Ce que nous expliquons, c'est qu'on peut contrôler les risques, pas les aléas. Autrement dit, si on ne peut pas empêcher une tempête, on peut en limiter les conséquences. »

L'automne dernier, le conseil municipal de Sainte-Flavie a finalement adopté un plan de résilience. « Comme pour la plupart des municipalités, cela peut certes contribuer à élaborer des plans d'aménagement, mais c'est normatif; quand on veut réussir des changements, il faut aussi s'assurer d'une cohésion sociale. Ça, c'est plus déterminant. »



LE PARADOXE **MINIER**

Quand les chercheurs doivent interpréter des résultats en apparence contradictoires.

Des rues neuves, une école moderne, des emplois bien payés. La compagnie minière Osisko n'a pas lésiné sur les promesses pour entreprendre ses opérations à Malartic, en Abitibi. Tout ça pour laisser la voie libre aux camions et aux pelles mécaniques qui ont commencé à extraire des tonnes de roches dont on tire de l'or, beaucoup d'or! Le projet, théâtre d'une ambition minière sans pareille au Québec, a bouleversé toute une communauté.

Le pacte : sacrifier la quiétude du village en échange d'un boom économique. Le coût : le déplacement de 200 maisons, de la poussière – la mine est à ciel ouvert – et de la pollution. Le jeu en vaut-il la chandelle? Peut-on avoir l'heure juste, concernant l'impact social qu'un tel bouleversement a sur les gens? Le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) a posé la question. Puis, il a recommandé aux chercheurs de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT) de se pencher sur le dossier. Les résultats de leur recherche, entreprise à l'automne 2011, ont été rendus publics l'année suivante.

DANIEL DUBÉ

Conclusion : 40 % des Malarticois considèrent maintenant que la qualité de l'environnement sonore est « mauvaise », le quart estime que leur eau est aussi devenue « mauvaise », plus de 28 % considèrent que la qualité de l'air est « dégradée ». Enfin, 63 % des répondants qui présentaient un niveau de stress élevé ont associé leur état au projet minier. Mais, paradoxalement, 61 % voient ce dernier de manière positive.

« On est dans une région de mines; on sait bien que ça fait beaucoup de poussière, dit le sociologue **Patrice Leblanc**, professeur à l'UQAT et directeur de la Chaire Desjardins en développement des petites collectivités. C'était, et c'est encore, un dossier politiquement difficile. On pouvait entendre toutes sortes d'avis. Les gens avaient tendance à accoler sur les uns et les autres l'étiquette de partisan ou celle d'opposant au projet minier. Notre rôle était d'obtenir une image exacte de leur perception de la situation. »

« Étonnamment, poursuit le sociologue, je pense que la consultation que nous avons menée a fait baisser le stress. La population s'est sentie écoutée. Notre appartenance à l'université a beaucoup aidé en ce sens. Et nous avons pu appuyer nos résultats avec une méthodologie sérieuse. »

Le grand dérangement n'est pas terminé. La compagnie minière souhaite maintenant agrandir sa fosse et détourner la route 117. Il faudra reprendre le pouls de la population : l'étude devait être reconduite en 2016. De concert avec l'Agence de santé et des services sociaux de la région et avec l'Institut national de la santé publique du Québec, Patrice Leblanc va donc devoir retourner écouter les Malarticois. On n'est jamais trop certain de l'acceptabilité d'un projet qui évolue.

LE SOUFFLE **DE RIO**

Et si c'était sur les petites et moyennes municipalités que reposait le succès du développement durable?

« Le développement durable, ce n'est pas rien qu'une question d'environnement. Je me tue à le dire depuis 30 ans! » **Christiane Gagnon** tient à mettre les points sur les « i ». Professeure au département des sciences humaines de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et codirectrice du Centre de recherche en développement territorial (CRDT), elle a contribué à insuffler cette idée auprès d'une centaine de municipalités au Québec.

« C'est dans l'esprit de l'Agenda 21, convenu en 1992 par plus de 170 pays lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro. Cet Agenda se veut une stratégie de mise en œuvre des notions de développement durable », précise la professeure. Peu connu, le document devait mettre les États au diapason d'un développement qui prend en compte toutes les dimensions d'une société en proposant des outils plus adéquats pour la planification du territoire. En 2012, lors du dernier Sommet de la Terre, l'idée de l'Agenda 21 s'est raffinée. « On a compris que les changements espérés peuvent être générés par des territoires et des villes, remarque Christiane Gagnon. Ce sont ces derniers qui peuvent donner l'exemple en visant concrètement des objectifs liés au développement durable. Et cela peut ensuite percoler vers de plus hautes instances. »

Cependant, les choses ne se font pas toutes seules. « Un des grands défis du développement durable consiste à passer d'une culture de la compétition à une culture de la concertation, pour finalement instaurer une culture de la coopération intersectorielle, indique le portail Internet qu'anime Christiane Gagnon. Dans un contexte où les organisations travaillent en silo (gestion par fonction) avec des objectifs, des résultats et des mandats spécialisés, la mise en place d'une approche écosystémique, qui reconnaît l'interdépendance du social, de l'environnement et de l'économie et dont les résultats découlent d'une action intégrée (transversale), peut poser des problèmes importants », y explique-t-on.

L'une des premières municipalités à entrer dans le jeu a été celle de Sorel-Tracy. Située sur la rive sud du Saint-Laurent, entre Montréal et Trois-Rivières. La Ville entend devenir une technopole en écologie industrielle. Parmi trois des objectifs définis, la municipalité convenait d'œuvrer à réduire l'émission de CO_2 d'ici six ans, d'améliorer les aménagements urbains pour assurer la santé des quartiers, puis de se doter d'un développement socioéconomique viable.

Il y a aujourd'hui une trentaine de plans inspirés par l'Agenda 21, au Québec. Ils tiennent compte de préoccupations allant du bien-être collectif à la gestion des eaux et des matières résiduelles, en passant par le développement de l'économie. L'importance qui sera accordée à l'un ou l'autre de ces défis dépend des priorités établies par les communautés. « Les discussions auxquelles les chercheurs sont conviés les placent en plein cœur de l'action. Mais il est bien évident qu'un des facteurs de succès réside dans la santé et la cohésion sociale de ces communautés. Le dialogue est d'autant plus facile », conclut Christiane Gagnon.

Pour en savoir plus :

Le portail sur les démarches territoriales de développement durable.
http ://a21l.qc.ca

L'ÉTINCELLE



Il existe une valeur sur laquelle on peut miser pour relancer la vie d'une localité : le sentiment d'appartenance.

Saint-Camille, dans les Cantons-de-l'Est. Un village comme tant d'autres? Pas tout à fait. En quelques années, il est littéralement devenu une sorte de modèle. Presque un laboratoire. « C'est un bel exemple de savoir partagé», dit **Jean-Marc Fontan**, directeur de la Chaire de recherche sur la méthodologie et l'épistémologie de la recherche partenariale à l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

Ce chercheur sociologue suit de près l'évolution récente du village de 500 habitants, situé à 35 km au nord-est de Sherbrooke. Dans les années 1980, Saint-Camille était en déclin. Le bureau de poste allait fermer; l'école aussi. Comme ailleurs, on constatait une diminution de la main-d'œuvre agricole et une baisse de population active. *No future*? Aucun projet – que l'on dirait « structurant » aujourd'hui – n'était envisagé.

« Mais on ne relance pas un village à partir des planches à dessin, dit Jean-Marc Fontan. Il faut une étincelle! Ça peut sembler intangible, pourtant c'est à partir de là que ça devient du vrai. »

Une résolution : stopper l'exode des jeunes ménages. Et pourquoi pas attirer de nouvelles familles? « La façon de préparer une relance doit être adaptée à chaque réalité. Mais comment concrétiser de belles intentions? C'est l'engagement des citoyens qui a été déterminant pour la suite des choses, ici », explique le sociologue.

Une politique familiale a donc été adoptée. « Et elle a eu un impact sur l'organisation sociale et économique du village, constate **Diane-Gabrielle Tremblay**, professeure à l'École des Sciences de l'administration de la Télé-Université (TÉLUQ). Je suis d'ailleurs persuadée que la conciliation travail-famille est fondamentale dans les stratégies pour redynamiser bien des villages. »

La communauté a aussi compris qu'elle ne pouvait pas vivre en autarcie ni uniquement de son activité agricole. Serait-ce l'autre défi de la ruralité québécoise? « Il serait possible aujourd'hui, grâce au télétravail, d'établir un lien d'emploi avec des patrons qui se trouvent à des centaines de kilomètres. Ce pourrait être une clé pour le futur, pense Mme Tremblay. Mais cela implique un changement de mentalité, une nouvelle façon de penser le travail. On fait encore un peu trop de gestion du personnel à vue, comme en France, ce qui freine le développement économique en dehors des centres urbains. Les pays anglo-saxons et scandinaves n'ont pas cette manière de gérer. Là-bas, les patrons évaluent le travail d'abord en fonction des résultats. Ce n'est vraiment pas la même chose. Ça peut plaire particulièrement aux jeunes qui misent sur la qualité de vie. Surtout que, en plus, ils pourront réduire l'utilisation de leur automobile! »

Assisterions-nous à une réconciliation urbains-ruraux? La professeure le croit : « Dans les ateliers auxquels j'ai participé, à Saint-Camille ou ailleurs comme dans Charlevoix-Est, il y a une réflexion en ce sens pour développer une proximité des services. C'est de bon augure. »

La réussite de Saint-Camille où cohabitent maintenant plus de 24 organismes communautaires pourrait-elle servir de modèle? « Pour nous, qui faisons de la recherche, ce précieux contact avec les populations permet en tout cas de voir ce qui se passe au-delà de la théorie », affirme Diane-Gabrielle Tremblay.



Ateliers des savoirs partagés à Saint-Camille. Un exemple de conciliation université-village.

« À l'inverse, une meilleure compréhension du processus de développement permet aux communautés d'acquérir le vocabulaire standard, plus scientifique, qui leur servira à mieux communiquer avec les instances administratives et à faire valoir leurs idées, dit Jean-Marc Fontan. » À Saint-Camille, les ateliers de savoirs partagés ont d'ailleurs été organisés par le Centre de recherche sur les innovations sociales (CRISES), en collaboration avec le Service aux collectivités (SAC) de l'UQAM. Un croisement de savoirs dans toute sa splendeur.

L'expérience n'a pas fini de faire jaser : l'automne prochain, un forum est prévu où on souhaite réunir les élus des 89 communautés des Cantons-de-l'Est. Les ressuscités de Saint-Camille seront présents. Ils exposeront comment on peut contrer la dévitalisation territoriale. Nul doute que l'enjeu dépasse les limites du village.

SYLVAIN LAROCHE

L'université dans l'économie

LE POUVOIR **GASPÉSIEN**

Éole, dieu du vent, a élu domicile sur les rives du golfe Saint-Laurent, grâce à la complicité d'ingénieurs déterminés.

Il y a de la Gaspésie dans l'air. Les éoliennes qui captent le vent dans le ciel du Québec sont à plus de 50 % fabriquées en Gaspésie. Les composantes électroniques sont faites à Carleton; les pales, à Gaspé; les tours, à Matane. La Gaspésie est même devenue un exportateur de technologie éolienne.

Christian Masson, professeur à l'École de technologie supérieure (ÉTS), suit le développement des éoliennes depuis plus de 30 ans. Une filière industrielle qui a atteint, selon lui, une maturité prometteuse. « Je me rappelle un congrès de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, raconte-t-il. Ça se tenait au nord de l'Ontario dans un motel bas de gamme. Les ingénieurs avaient des sandales aux pieds. Aujourd'hui, ils portent une cravate. »

Le développement a pris son essor au Québec avec le premier appel d'offres d'Hydro-Québec, en 2005. L'entreprise d'État souhaitait ajouter 1 000 mégawatts tirés de l'éolienne dans l'ensemble de la production d'électricité. Le vent était favorable, disons. Une condition : les promoteurs devaient garantir un important contenu gaspésien. Au pays de la morue disparue et du tourisme saisonnier, ce n'était pas un luxe. « Cela a lancé l'industrie, estime Christian Masson. Cela a eu un effet structurant, comme on dit. »

Mais qui allait pouvoir choisir les sites idéaux pour installer ces nouvelles turbines? Qui allait les concevoir? Qui allait les tester? Qui allait les faire marcher? « L'initiative a ouvert dans cette région des possibilités de carrière pour des ingénieurs et des technologues. Ce qui a évidemment attiré des jeunes que nous formions », explique le professeur. Ce dernier a joint le Conseil d'administration du TechnoCentre éolien, un organisme rattaché au Cégep de la Gaspésie et des Îles, devenu un joueur majeur de la révolution éolienne du Québec. « L'ÉTS permet aux jeunes d'acquérir une sorte d'expertise générique afin de pouvoir réaliser des projets novateurs et originaux pas mal partout au Québec. Ils peuvent s'adapter aux réalités régionales. Mais les Gaspésiens attendaient aussi de nous une contribution en recherche fondamentale pour les projets éoliens. »

Toutefois, les surplus d'électricité constatés dans le bilan énergétique québécois menacent-ils l'avenir de l'éolien et de sa jeune industrie? « Je trouve ça malheureux qu'on débatte du coût de production de l'électricité des éoliennes sans considérer les retombées sociales, commente-t-il. On devrait pouvoir envisager les choses d'une manière plus globale. »

Christian Masson a entrepris une tournée des entreprises pour comprendre les besoins auxquels il faudra maintenant répondre. « Pour moi, c'est important de savoir ce que ces entreprises et les institutions engagées dans cette voie – telles que Kruger, le TechnoCentre éolien, Eocycle Technologies, EDF Energies Nouvelles Canada, Senvion, Enercon et General Electric – attendent maintenant de notre relève en génie. Comme professeur d'université, ça me semble essentiel de savoir comment nos étudiants pourront faire valoir leurs compétences futures. Nous devons désormais penser à l'exportation de notre savoir-faire. Il nous faut regarder du côté des marchés émergents comme la Chine ou l'Inde. Une belle partie peut se jouer! » ■