

LE SANG
DU FUTUR



LE TRÉSOR DU
TITANIC

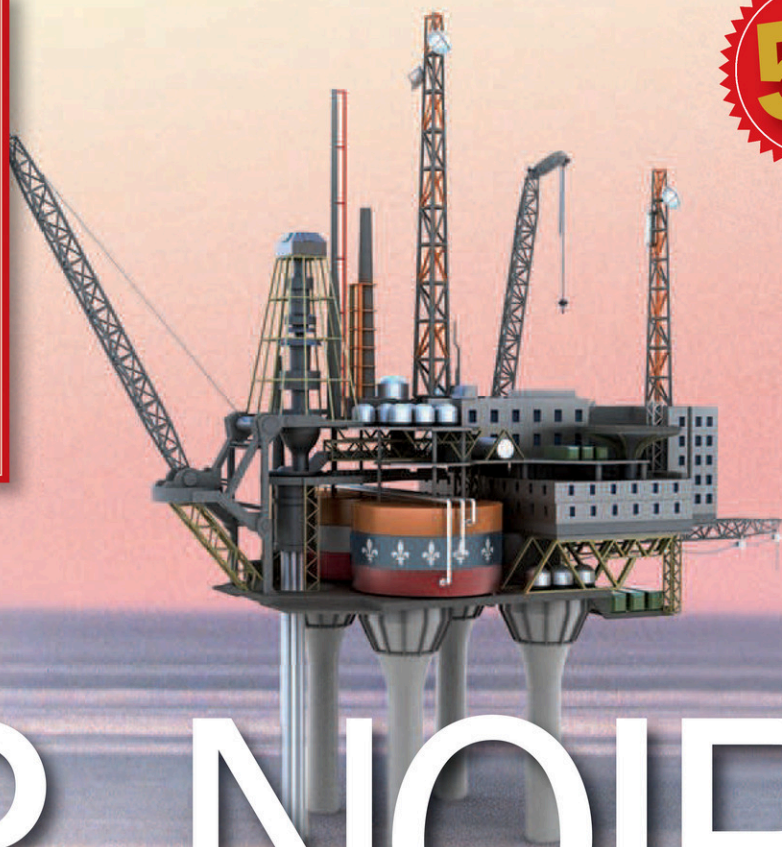


LA DÉCOUVERTE
DE L'ANNÉE
LE CHOIX DE NOS LECTEURS

QS
Québec Science

Avril - mai 2012

50
ANS



L'OR NOIR DU GOLFE SAINT-LAURENT

1962 : LE CANADA DANS
LA COURSE À L'ESPACE

CAMIL BOUCHARD :
L'HONNEUR DES CHERCHEURS

LA PLANÈTE DES MICROBES

quebecscience.qc.ca



EN KIOSQUE JUSQU'AU 24 MAI 2012

Découvertes Innovations Progrès

Centre canadien de rayonnement synchrotron

Notre centre national, qui utilise les techniques de synchrotron, constitue un outil précieux pour la recherche industrielle et académique en science des matériaux, science de l'environnement et science de la vie.

Pour en savoir plus :



Événements pour l'année 2012 destinés aux chercheurs et enseignants :

Du 3 au 4 mai

Rencontre et ateliers destinés aux utilisateurs

Du 5 au 9 juin

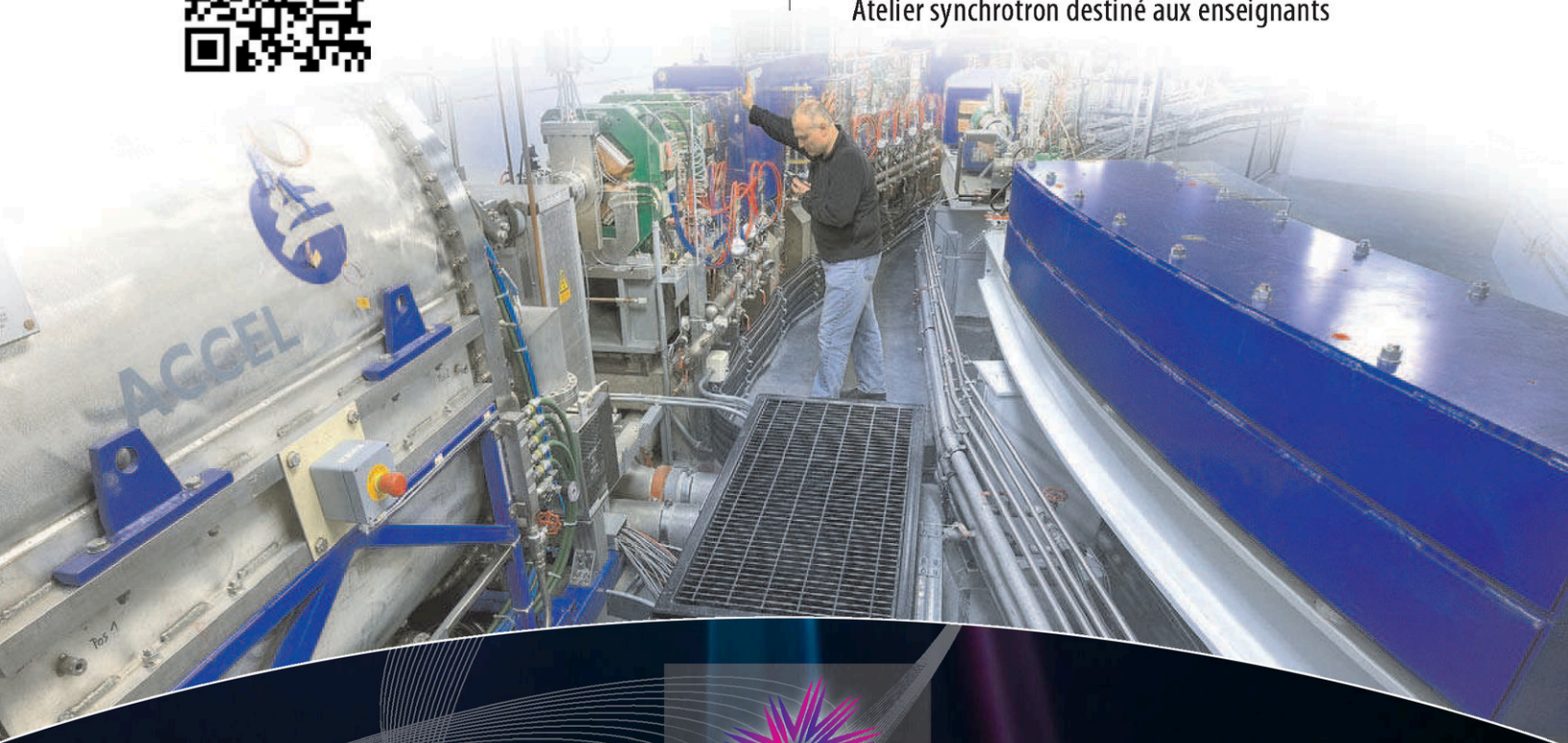
2^e série de cours annuels sur la collecte des données de cristallographie macromoléculaire (Mx)

Du 16 au 24 juillet

Cours d'été au Canada sur synchrotron – Les techniques de synchrotron au service de la recherche sur les matériaux

Du 3 au 5 novembre

Atelier synchrotron destiné aux enseignants



Du pétrole québécois

Forera, forera pas? La Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine pourraient bien devenir, dans quelques années, le théâtre d'une intense exploitation pétrolière. Car il y a de l'or noir dans le sous-sol de la région, accessible sur terre ou en mer. Ces hydrocarbures – du gaz et du pétrole –, on les trouverait au cœur de deux grands bassins géologiques vieux de centaines de millions d'années : celui de Madeleine et celui d'Anticosti. Mais si les compagnies pétrolières s'emballent, les groupes écologistes et les municipalités appellent à la prudence. Avec raison! On a pu s'en rendre compte avec l'explosion de la plateforme *Deepwater Horizon*, survenue dans le golfe du Mexique en avril 2010, ou encore avec l'accident du cargo *Rena* qui a heurté un récif à 20 km des côtes néo-zélandaises l'automne dernier, les accidents menant à des déversements ne sont jamais anodins. Une question de société reste en suspens : faut-il extraire le pétrole jusqu'à la dernière goutte, tant qu'il en reste ou vaut-il mieux miser sur les énergies vertes et investir dans des technologies qui présentent moins de risque pour l'environnement?

La rédaction

PAGE COUVERTURE : PHOTOMONTAGE / FÉ/MARJORIE GUINDON/MICHEL JULIEN



MIKELUK/ISTOCKPHOTO

EN COUVERTURE

32 Le noir désir du Québec

Le sous-sol du golfe Saint-Laurent contiendrait des milliards de barils d'or noir. De quoi relancer le vieux rêve des années 1970, celui d'un pétrole québécois. Mais à l'heure où tous lorgnent vers les énergies vertes, est-il souhaitable d'investir dans l'exploitation des hydrocarbures?

Par Nicolas Mesly



20 Du sang pour tous, tout le temps

Partout dans le monde, des scientifiques cherchent le moyen de pouvoir offrir aux malades du sang artificiel universellement compatible, exempt de toute contamination virale ou bactérienne. Des recherches récentes redonnent l'espoir d'enfin y parvenir.

Par Marine Corniou

27 Le trésor du *Titanic*

Cent ans après son naufrage, le *Titanic* fascine toujours. Et les archéologues n'ont pas fini d'explorer son épave et d'y faire des trouvailles. *Québec Science* a interviewé Paul-Henry Nargeolet, chef des expéditions de recherche.

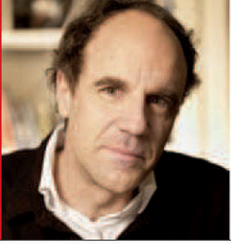
Propos recueillis par Olivier Rey



Au centre

2012 : Année internationale de l'énergie durable
10 idées pour mieux utiliser l'énergie

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



Le mal de mer

Ottawa est bien loin de la mer. Cela expliquerait-il pourquoi le Canada a un des pires bilans de la planète en ce qui a trait à la gestion des ressources marines?

Avec ses 220 000 km de littoral, le Canada borde 3 océans. Le pays n'a cependant pas le pied marin. Cette accusation vient des scientifiques de la Société royale du Canada, une entité indépendante du gouvernement. Dans un récent avis, les chercheurs ont manifesté leurs inquiétudes quant à l'avenir de notre patrimoine maritime. Leur document¹ surprend par sa sévérité et sa dureté: « Nous laissons tomber nos océans », écrivent les experts.

Pourtant, note-t-on, le Canada a signé la Convention sur la biodiversité, rédigée après le Sommet de la Terre de Rio, il y a 20 ans. Comme cela s'est produit avec le protocole de Kyoto, qui visait à diminuer les émissions de gaz à effet de serre pour lutter contre le réchauffement climatique, le pays n'a pas donné suite à ses engagements afin de protéger la biodiversité marine. Ce n'est pas rien, quand on songe que le Canada comprend la deuxième plus grande étendue de côtes et d'eau marine du monde (après la Russie). On sait par ailleurs à quel point les changements climatiques peuvent avoir des conséquences sur les écosystèmes marins. Il n'empêche, Ottawa est « loin de se conformer à ses engagements internationaux visant à établir un réseau des zones maritimes protégées avant 2012 », affirme la Société.

« Les changements observés chez les espèces du Canada sont parmi les plus importants dans le monde », lit-on ensuite dans le document qui précise aussi que la biomasse totale d'espèces y a diminué de plus de 90 % depuis les années 1960. Faut-il rappeler que cela n'a pas été sans conséquences pour l'économie? En effet, l'effondrement de la pêche à la morue a fait perdre près de 40 000 emplois et a été la plus importante « mise au chômage » de l'histoire canadienne, note encore l'organisme. Coût en prestations d'aide sociale : 2 à 3 milliards de dollars. Tout ça parce que les gestionnaires n'avaient pas su planifier écologiquement l'exploitation de la ressource. À l'instar de la morue, quatre autres espèces très prisées ont été décimées, ajoute-t-on : la plie, le sébaste, le grenadier de roche et la raie tachetée.

« Ce sont des paroles creuses qui caractérisent trop souvent la gestion des océans et de la biodiversité », accuse la Société qui, pour enfoncer le clou, cite un indice de performance environnementale mis au point par les universités Yale et Columbia, aux États-Unis. Selon leur analyse, le Canada se classe au 125^e rang sur 127 pays en ce qui concerne la préservation des pêcheries. Et il arrive au 70^e rang au chapitre de la mise en place de zones protégées. Non, nos océans ne sont pas entre

bonnes mains actuellement.

Que faire? Au pays des sables bitumineux, des mines d'uranium et des forêts, il y a d'abord lieu de revoir la Loi sur les pêches qui remonte à 1868, d'autant qu'elle donne à Pêches et Océans Canada (MPO) un « pouvoir discrétionnaire excessif qui lui permet de dicter les activités qui devraient être régies par la science et modulées par des valeurs sociales et politiques transparentes ». Puis, continue la Société, il faudrait faire en sorte que la Loi sur les océans – qui mise sur la gestion écosystémique – soit vraiment appliquée. L'an dernier, MPO a alloué 15,9 millions de dollars à la protection des océans,

soit 2,27 \$ par kilomètre carré de mer canadienne. Moins que le prix d'un kilo de poisson !

Le Canada tourne-t-il le dos à la mer? Dans le discours du trône du 3 juin 2011, la Société note que les mots « océan » et « arctique » n'ont jamais été mentionnés et que le mot « mer » ne l'a été qu'une fois pour parler – un comble! – d'une autoroute qui devait relier le Canada « d'une mer à l'autre ». Ce manque de sensibilité aurait-il un lien avec la géographie canadienne? Seules deux provinces n'ont pas de littoral maritime; l'une d'entre elles est l'Alberta, contrée du premier ministre Stephen Harper.

¹ Groupe d'experts de la Société Royale du Canada, *Le maintien de la biodiversité marine au Canada : relever les défis posés par les changements climatiques, les pêches et l'aquaculture*, février 2012. Une version française du rapport est accessible sur Internet au www.rsc-src.ca/expertpanels_reports.php.



Rédacteur en chef Raymond Lemieux
rlemieux@quebecscience.qc.ca

Rédactrice en chef adjointe Pascale Millot
p.millot@quebecscience.qc.ca

Reporter Marine Corniou
Collaborateurs Ulysse Bergeron, Camil Bouchard, Serge Bouchard, Jean-Marie De Koninck, Viviane Desbiens, Nicolas Mesly, Olivier Rey et Jean-Pierre Rogel

Correcteur Luc Asselin
Directeur artistique François Émond
Photographes/illustrateurs Steve Adams, Paul Cimon, Olivier Croteau, Frefon, Marjorie Guindon, Philippe Jasmin, Olivier Jean

Éditeur Pierre Sormany
Administration et distribution Michèle Daoust
Comptabilité Mimi Bensaid
Directrice marketing et partenariats Caroline Guay
Chargée de projets marketing et partenariats Caroline Pou
Attachée de presse Véronique Lavoie

PUBLICITÉ
Nathalie Dubreuil
Tél.: 450 441-5718 514 512-4800
ndubreuil@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 : 72 \$, Outre-mer : 95 \$
Parution : Avril 2012 (497^e 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 n° 40065387.
© Copyright 2012 – 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



Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation
Québec



Québec Science reçoit l'aide financière du ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation. Nous reconnaissons l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Fonds du Canada pour les périodiques (FCP) pour nos activités d'édition.

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

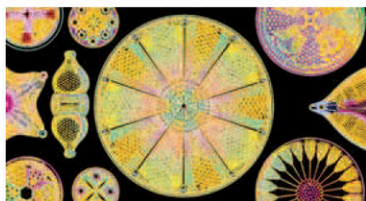


38 Alouette sans fausse note

Il y a 50 ans, en pleine guerre froide, était lancé le tout premier satellite canadien. L'instrument au nom d'oiseau a défié tous les pronostics et fait taire ses détracteurs.

Par Olivier Rey

Actualités et rubriques



9 La planète des microbes

Recenser tous les micro-organismes, c'est l'ambitieuse mission du Earth Microbiome Project.

Par Marine Corniou

10 Dans le ciel de Laval

Laval pourrait devenir la première ville canadienne à se doter d'un « tramway aérien ». Un beau défi !

Par Ulysse Bergeron

17 Nos chats rendent les phoques malades

Les parasites et agents pathogènes qui infectent nos animaux domestiques, causent des ravages dans les écosystèmes marins.

Par Marine Corniou



EURÉKA!

18 Mon avatar à l'hôpital!

Un nouvel usage des technologies numériques aide les enfants hospitalisés à mieux vivre avec leur maladie.

Par Viviane Desbiens

4 BILLET

La mal de mer

Par Raymond Lemieux

7 AU PIED DE LA LETTRE

Votre courrier

45 SUIVEZ LE GUIDE

Par Viviane Desbiens

47 AUJOURD'HUI LE FUTUR

48 LU POUR VOUS

Alex au pays des chiffres

Par Jean-Marie De Koninck

49 TOILE DE FOND

Par Marine Corniou



Nos chroniqueurs

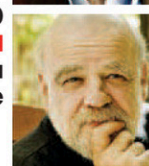
6
Camil Bouchard
Le katana du chercheur



12
Jean-Pierre Rogel
Le lézard funambule



50
Serge Bouchard
Batoche, un trou sur la carte



Le *katana* du chercheur

Quand un chercheur ou une institution sont pris en flagrant délit de conflit d'intérêt avec l'industrie, c'est la crédibilité même de la science qui est entachée.

Entre 1967 et 1970, Leo V. DiCara faisait la démonstration qu'il était possible de conditionner des rats à modifier leur rythme cardiaque, leur pression sanguine ou la production d'urine en les récompensant. Le conditionnement des réponses du système nerveux sympathique (involontaire), jugé jusque-là impossible, ouvrait alors la voie à la technique du biofeedback et répondait au vieux rêve entretenu par l'humain d'un contrôle total sur son corps.

Je me souviens d'une rencontre avec DiCara lors d'une de ces conférences mythiques du vendredi après-midi tenues au département de psychologie de l'Université McGill. Un charisme foudroyant, la carrure d'un joueur de football, DiCara était la star de la psychophysologie. Mais son étoile allait pâlir quand plusieurs chercheurs des États-Unis, empruntant le même protocole, furent incapables de reproduire ses résultats. Le doute commença alors à s'installer. Avait-il falsifié ses données? Neil Miller, coauteur de l'étude, ancien patron de thèse de DiCara et chercheur vénéré, l'invite alors à reprendre son expérience. Échec. DiCara n'y parvient pas. On apprendra son suicide peu après.

Pour un scientifique, perdre sa crédibilité, c'est perdre son honneur. La crédibilité est le *katana*, – le sabre du samouraï – du chercheur. Il triomphe avec; il se tue avec. La science s'appuie sur cette crédibilité dans ses affirmations. Sans elle, elle n'ajoute rien de significatif au bruit ambiant des opinions.

Dans une lettre percutante parue le 3 février dernier dans *Le Devoir*, un groupe très important de chercheurs nationaux et internationaux, et d'intervenants en santé publique, dénonçaient le rôle joué par l'Université McGill dans « la promotion de l'amianté ». Les auteurs évoquent des conflits d'intérêt (apparents) concernant les recherches produites par l'équipe du professeur J.C. MacDonald dans les années 1970. Cette équipe était largement subventionnée par l'Association des mines d'amianté du Québec et par les propriétaires de la mine d'Asbestos. Et leurs recherches niaient les effets délétères de l'amianté sur la santé des individus. Les auteurs reprochent

aussi à l'université d'utiliser des tuyaux en amianté-ciment dans son nouveau centre de santé et de servir ainsi de vitrine pour un matériau jugé dangereux pour la santé. Du même souffle, ils nous apprennent que madame Roshi Chadha siège sur le conseil d'administration de l'université. Or, madame Chadha et son mari négocient avec le gouvernement du Québec une garantie de prêt de 58 millions de dollars pour relancer la mine d'amianté Jeffrey d'Asbestos, dont ils sont propriétaires.

Ce type de nouvelle a de quoi inquiéter. D'abord du fait

qu'une institution aussi respectable que l'Université McGill puisse prêter flanc à de telles critiques. D'autre part, cela contribue à affaiblir le rôle de référence ultime que peut jouer la science dans le lot infini des opinions.

Dans un contexte où toutes les opinions se valent, la recherche fournit un éclairage unique en ce qu'elle tire ses conclusions de méthodologies éprouvées et qu'elle respecte un strict code d'éthique. Ces balises forcent les chercheurs à la plus grande rigueur et à la plus grande neutralité. Ce rôle est encore plus important lorsque des vies sont en jeu.

L'impartialité, la neutralité, l'absence de parti-pris, tant dans la manière d'avancer les hypothèses de recherche que dans la manière d'y répondre, est un principe sacré en science.

Manquer à ce principe, réellement ou en apparence, porte un coup fatal à la contribution scientifique, notamment en ce qui concerne les questions de plus en plus complexes et de plus en plus préoccupantes que se pose le public face à l'utilisation des technologies servant à l'extraction de l'amianté... ou des gaz de schiste, par exemple.

Les soupçons entourant la recherche risquent de se multiplier lorsque l'on constate que certaines de nos plus importantes équipes universitaires agissent comme des sous-traitants pour de grandes entreprises. Comme leur développement, ou leur survie, dépend de plus en plus du financement offert par ces entreprises, le doute s'installe quant au manque d'indépendance de membres de ces équipes vis-à-vis de leurs bailleurs de fonds. Le code d'honneur du samouraï scientifique est en jeu.



La découverte 2011, le choix de nos lecteurs

Parmi les 10 découvertes que Québec Science a identifiées l'an dernier, les lecteurs ont sélectionné celle qui leur semblait la plus importante. Le gagnant du prix du public Québec Science 2011 est... *Collaboration souterraine*, de l'UQAT.

Le moins que l'on puisse dire, c'est qu'elles ont attaqué le problème de la gestion forestière à la racine. Les deux chercheuses de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), Annie DesRochers et Émilie Tarroux, ont reçu le « prix du public Québec Science » pour leurs travaux sur « l'interconnectivité racinaire des peuplements forestiers ». Les résultats de leurs recherches qui avaient fait l'objet d'un article dans la revue scientifique *American Journal of Botany* pourraient changer notre perception de l'écologie forestière et donc nous forcer à réviser certaines pratiques.



Les chercheuses Annie DesRochers et Émilie Tarroux

Près de 1 500 personnes ont participé à notre concours. Les chercheuses de l'UQAT ont obtenu 20,1 % des votes. L'article publié dans notre numéro de février 2012 s'intitule « Collaboration souterraine ». Voici quelques commentaires de nos lecteurs. **Claude Duplessis de Laval** écrit : « C'est pour moi une découverte cruciale, illustrant les fines liaisons existant dans la nature. Et, du coup, notre vision de la forêt change. [La forêt] devient un organisme complet, où chaque arbre est relié directement ou indirectement à tous les autres! ». **Diane Touchette de Drummondville** ajoute : « J'aime le caractère naturel de cette découverte. On a foulé plusieurs fois le sol sans se douter de cette collaboration souterraine. Cela inspire le respect envers la nature et de nouvelles approches dans les pratiques forestières vont

prendre place. » « Ça ressemble presque au film Avatar! Il y a des interactions qui nous échappent complètement... nous prendrons des décisions beaucoup plus sages lorsque nous comprendrons comment fonctionne la vie », note **Véronique Cloutier de Trois-Rivières**. Une autre lectrice, **Véronique Paul de Rouyn-Noranda** commente : « Le fait que les communautés d'arbres puissent s'entraider plutôt que seulement être en compétition est très intéressant. Cette découverte démontre que nous avons encore beaucoup de chemin à faire

pour bien connaître les écosystèmes. » « J'aime les révolutions dans les pratiques! Je veux que la façon de gérer la forêt change! » lance **Véronique Trudel de Saint-Mathieu-d'Harricana**. Et comme nous, **Gabriel Martin Labrosse de Victoriaville** clame : « Félicitations à ces femmes inspirantes! »

Les Abitibiennes sont suivies de **Sylvain Martel**, de l'École polytechnique de Montréal pour ses travaux en nanomédecine (18,8 %). Il a la faveur de **Agathe Blanchette de Trois-Rivières** : « Enfin cibler la tumeur

plutôt que tout l'organisme. Quelle bonne nouvelle! Pour moi qui travaille en soins palliatifs, j'espère voir de moins en moins de patients chez qui les traitements contre le cancer échouent. » C'est aussi le choix de **Benoit Simard d'Ottawa** : « Je crois que cette découverte aura des conséquences très positives sur les traitements en permettant de diminuer les doses de médicaments et donc les effets secondaires sans parler d'une réduction significative des coûts [des traitements]. » **Martin Boisvert de Laval** écrit : « J'adore le lien très fort se développant entre la physique, l'ingénierie et la médecine dans le but de développer des médicaments. »

L'équipe de **Vasilios Papadopoulos** de l'Université McGill est arrivée troisième avec ses recherches portant sur un test diagnostique de la maladie d'Alzheimer (10,6 %). Pour **André Proulx de Montréal** : « Cette découverte pourrait permettre le dépistage précoce de la maladie et pourrait se faire de façon systématique à partir d'un certain âge pour un coût minime. »

L'équipe de **Réal Vallée**, **Yoan LeChasseur** et **Yves De Koninck** du Centre d'optique, photonique et laser de l'Université Laval

Notre podium

1. Collaboration souterraine , Annie DesRochers et Émilie Tarroux, UQAT	20,1%
2. Des médicaments téléguidés , Sylvain Martel, École polytechnique de Montréal	18,8%
3. Dépister l'alzheimer , Vasilios Papadopoulos, Université McGill	10,6%
4. Lumière sur les neurones , Réal Vallée, Yoan LeChasseur et Yves De Koninck, Centre d'optique, photonique et laser de l'Université Laval	10,2%
5. L'arme des bactéries , Sylvain Moineau, Université Laval	10,1%

a obtenu 10,2 % des suffrages avec la technique d'observation des neurones. **André Chaput de Longueuil** explique son choix ainsi : « *Le cerveau étant le centre de contrôle de la physiologie, toute découverte permettant une plus grande connaissance de son fonctionnement m'apparaît comme un grand pas vers une meilleure compréhension de la biologie humaine.* »

Enfin, l'équipe de **Sylvain Moineau**, du département de biochimie de l'Université Laval, pour ses recherches sur le système de défense des bactéries, a recueilli un tout petit peu moins de votes (avec un score de 10,1 %.) « *Cette découverte m'apparaît comme celle qui solutionnera le plus rapidement un problème majeur dans nos hôpitaux, les maladies nosocomiales* », dit **Marie Morneau de Lac-Beauport** qui ajoute qu'elle « *aime beaucoup les fromages!* »

D'autres commentaires? À propos des travaux de **Maryse Bouchard** de l'Université du Québec à Montréal, **Natalie Goyer de Montréal** écrit : « *Si nos enfants deviennent de moins en moins intelligents à cause des poisons qui nous entourent, les dé-*

couvertes qui changent le monde vont devenir plus rares! Et les dommages à ce monde plus difficiles à réparer. »

Les travaux de **Laura Stone** du Centre de recherche sur la douleur de l'Université McGill a captivé **Bernard Schami de Shédiac** : « *J'ai souvent entendu parler de mal psychosomatique, mais aujourd'hui j'apprends que l'inverse est possible. Mes félicitations à la chercheuse!* »

Les résultats des chirurgiens **Paul Martineau** et **Edward Harvey** de l'Hôpital général de Montréal ont été le choix d'**Anik Labonté de Québec**. « *Cette invention va améliorer la vie de milliers de personnes dont l'ossature fragilisée pourrait limiter leurs activités. Chapeau!* »

Jean Bérubé de Deschambault est à la fois fasciné et inquiet des résultats de recherche obtenus par l'équipe d'**Alfonso Mucci** de l'Université McGill concernant la santé des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent. « *Cela démontre les répercussions de la pollution atmosphérique sur des écosystèmes qui en semblent pourtant éloignés.* »

Enfin, les recherches de **Philip Awadalla**

et **Youssef Idaghdour** du Centre de recherche du CHU Sainte-Justine ont eu la préférence de **Carole Taschereau de Mont-Laurier** : « *J'ai toujours dit que nous étions tous des mutants... C'est donc ce choix qui m'a allumée et j'ai trouvé le reportage très édifiant!* »

Merci à toutes nos lectrices et tous nos lecteurs d'avoir répondu à cet appel pour reconnaître ce que le Québec fait de mieux en science. Rendez-vous à l'occasion de la XX^e édition des découvertes de l'année, un palmarès que nous tenons donc depuis février 1994!

Trois journalistes de *Québec Science* ont obtenu une bourse des Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) pour réaliser un reportage de fond sur un sujet touchant la santé. **Marine Corniou** traitera de la tuberculose chez les Inuits, **Marie-Pier Elie**, des nouveaux traitements contre le cancer et **Pascale Millot**, du don d'organes. À lire prochainement dans votre magazine.



La violence n'est pas un sport Notre dernier bar des sciences a rappelé l'importance du fair-play

PHOTOS : OLIVIER JEAN



Les participants au dernier bar des sciences Québec Science/Radio-Canada qui s'est tenu en mars dernier à Montréal ne regarderont plus jamais un match de boxe, de football ou de hockey de la même manière. On s'est demandé si la violence n'est pas en train de mettre knock-out l'esprit sportif. Et ce sont les athlètes de grand talent et de haut niveau qui en paient le prix, a-t-on compris. Comme au temps des gladiateurs? Le bar des sciences peut être écouté en baladodiffusion sur le site de Radio-Canada/Les années lumière.

www.radio-canada.ca/Medianet/2012/CBF/LesAnneeslumiere201203111305_1.asx



Nos cinq invités qui ont croisé le fer : **1** Jean-François Chemann, neurologue **2** Robert Frosi, journaliste sportif **3** Stéphane Gauthier, boxeur du groupe InterBox **4** Suzanne Laberge, anthropologue du sport **5** Maryse Lassonde, neuropsychologue.

QS Actualités

LE TOUR DE LA SCIENCE EN DEUX TEMPS, TROIS MOUVEMENTS



La planète des microbes

Recenser tous les micro-organismes présents sur terre comme dans les mers, c'est l'ambitieuse mission du Earth Microbiome Project.

Par Marine Corniou

Léonard de Vinci affirmait que « nous connaissons mieux la mécanique des corps célestes que le fonctionnement du sol sous nos pieds ». Il ne croyait pas si bien dire... Le sol recèle un trésor vivant incommensurable dont les scientifiques commencent tout juste à entrevoir la richesse. Il y a quelques mois, des chercheurs de l'Argonne National Laboratory, près de Chicago, ont annoncé le lancement du Earth Microbiome Project (EMP).

Ce projet multidisciplinaire, présenté lors du congrès de l'AAAS (American Association for the Advancement of Science) qui s'est tenu à Vancouver en février dernier, est sans nul doute le plus ambitieux jamais entrepris en biologie. Il vise à recenser tous les micro-organismes de la planète, rien de moins ! « Dans l'équivalent d'une tasse de terre, il y a 10 fois plus de micro-organismes que d'étoiles dans la galaxie. Et dans une seule cuillère, il y en a plus de 1 milliard », a expliqué Janet Jansson, biologiste associée au projet au Lawrence Berkeley National Laboratory, en Californie. Même chose dans l'océan, où grouillent un million de milliards de

milliards de microbes, ou encore dans les forêts, sur le bitume des villes et... dans notre corps, où les bactéries sont 10 fois plus nombreuses que nos propres cellules.

On connaît cependant très peu cette « faune » minuscule, composée de bactéries, de virus et d'animaux unicellulaires. Elle accomplit pourtant 99 % du recyclage du carbone et de l'azote, jouant un rôle majeur dans le fonctionnement de tous les écosystèmes. Qui sont ces micro-organismes ? Comment interagissent-ils entre eux et avec leur environnement ? Combien y en a-t-il d'espèces ? « C'est le mystère de la Terre, sa "matière noire" », estime Jack Gilbert, microbiologiste environnemental à l'Argonne National Laboratory et initiateur de l'EMP.

Pour accomplir ce recensement titanesque, son équipe souhaite analyser 200 000 échantillons envoyés par des chercheurs des quatre coins du globe. « Nous ne savons maintenir en vie et cultiver en laboratoire que 1 % à 2 % des microbes. L'immense majorité d'entre eux ne peuvent donc pas être étudiés facilement », explique le jeune chercheur. La solution ? La métagénomique,

c'est-à-dire le séquençage génétique de toute la « communauté » de microbes vivant dans un milieu donné. « En observant les gènes présents dans une communauté de microbes, on peut reconstituer les génomes des différentes espèces et deviner quel est leur rôle dans l'écosystème, et comment la communauté va se comporter face aux changements », explique Jack Gilbert. Car c'est bien là le but ultime du projet : modéliser le comportement des micro-organismes lorsque les conditions environnementales varient.

Les applications sont multiples. Tant en écologie qu'en agriculture ou en médecine, l'un des objectifs de l'EMP est d'analyser la composition des communautés de bactéries présentes dans le sang, sur la peau ou dans les excréments pour mettre au point de nouveaux tests diagnostiques. Il faudra toutefois être patient. Alors que le projet du génome humain a permis de déchiffrer 3 milliards de paires de bases (les « lettres » de l'ADN), le projet pilote de l'EMP vise à séquencer 35 milliards de milliards de paires de bases d'ici la fin 2012 ! Et ce n'est que le début de l'aventure.



Dans le ciel de Laval

Laval pourrait devenir la première ville canadienne à se doter d'un « tramway aérien ». Quels défis cela pose-t-il aux ingénieurs et urbanistes ?

Par Ulysse Bergeron

Tous les jours, quelque 30 000 usagers empruntent la ligne de métro orange qui traverse Montréal jusqu'à Laval. Arrivés au terminus, station Montmorency, ils gravissent les escaliers et entrent dans la gare de la Société de Transport de Laval (STL), humant au passage les effluves des gaz d'échappement, pour attraper un autobus qui est sur le point de leur filer sous le nez.

Bientôt, ces travailleurs pressés auront peut-être un autre moyen de transport à leur disposition : des cabines suspendues se suivant à quelques minutes d'intervalle, semblables au téléphérique d'une station de ski.

La STL songe en effet sérieusement à

se doter d'un « tramway aérien ». L'automne dernier, elle a annoncé son intention d'effectuer une étude de faisabilité en partenariat avec la municipalité, l'Agence métropolitaine de transport et Hydro-Québec. Si tout se passe comme prévu, les citoyens pourraient voler au-dessus des bouchons de circulation dès 2015, entre la station de métro Montmorency et le Carrefour Laval.

« Nous évaluons déjà la possibilité de nous doter d'une ou deux « interstations », explique Christine Gauvreau, conseillère aux grands projets réseau et développement durable à la STL qui chapeaute le dossier. Ces stations pourraient être nichées au sommet de hauts édifices, comme c'est le

cas à Singapour où un système de câbles aériens relie deux îles de la cité asiatique. Quatre-vingt-une cabines dotées de planchers vitrés sont suspendues à un système de câbles, 60 m au-dessus de la mer. « Relier deux pôles urbains avec un autre moyen que des autobus permettrait de faire des économies », poursuit Christine Gauvreau.

Le trajet couvrirait une distance de 3 km à 4 km et suivrait le tracé d'une ligne de métro que la ville veut réaliser.

« Le métro demeure l'option à privilégier, assure la spécialiste. Mais il coûte cher et il s'écoule toujours plusieurs années entre le début du projet et sa réalisation. C'est pourquoi nous envisageons aussi d'autres solutions. »

C'est que le temps presse. L'île Jésus enregistre la plus forte croissance démographique, en chiffres absolus, de tout le Québec. En 2011, sa population a dépassé les 400 000 habitants, engendrant une affluence record.

Outre son coût – 20 à 25 millions de dollars le kilomètre, comparativement à 200 millions pour le métro –, la construction d'une telle ligne aérienne est en général beaucoup plus rapide: de 18 à 36 mois.

Il reste à cibler la technologie adaptée à la réalité lavalloise. Sur les six principaux systèmes existants dans le monde, la STL en a retenu deux. Ils sont alimentés par un moteur électrique, et les cabines sont munies de pinces qui peuvent se détacher automatiquement du câble principal. Ce système de télécabines débrayables permet de réduire la vitesse en arrivant dans les stations pour laisser les passagers descendre, sans pour autant ralentir le tramway entre les stations.

Le système comprendrait environ 25 cabines – chacune pouvant contenir jusqu'à 15 personnes – mues à une vitesse d'au moins 20 km/h. « Avec un système monocâble, ce sont 3 600 personnes à l'heure qui pourraient être transportées. Avec un système tricâble – un câble en mouvement et deux autres qui soutiennent les cabines – on pourrait transporter plus de 6 000 personnes à l'heure », indique Gheorghe Monteanu, ingénieur à la STL.

Parfaitement adapté au climat du Québec (c'est ce genre de système qui est en usage dans les stations de ski alpin), le tramway résiste aux vents. « Selon la technologie privilégiée, il résiste à des bourrasques pouvant atteindre 80 km/h, voire plus de 100 km/h. Comme c'est la sécurité qui prime, sa vitesse serait adaptée en fonction du vent, afin que les cabines demeurent stables en tout temps », explique M. Monteanu.

Si le projet semble révolutionnaire, ce moyen de transport n'est pourtant pas nouveau. Il remonte même à très loin. Des archéologues ont en effet retrouvé dans des grottes chinoises des dessins datant de 2 500 ans attestant déjà l'utilisation de sys-

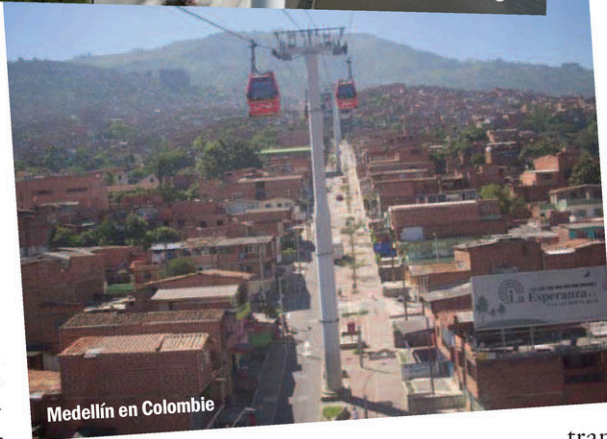
tèmes de câbles pour assurer la liaison entre deux rives d'un cours d'eau. Mais ce n'est qu'à partir du XIX^e siècle – avec l'intensification de l'exploitation minière – que des technologies par câble ont été développées à grande échelle pour assurer le transport du minerai. Au XX^e siècle, les centres de ski alpin en ont répandu l'usage.



Koblenz en Allemagne



Lisbonne au Portugal



Medellín en Colombie

Depuis près d'une décennie, la liste des métropoles qui se dotent de tels systèmes s'est considérablement allongée: New York et Portland aux États-Unis, Medellín en Colombie, Rio de Janeiro au Brésil, Caracas au Venezuela, Nha Trang au Vietnam, et

Singapour. À Londres, ce type de tramway entrera sous peu en opération et, en Algérie, sept villes l'ont adopté: Alger, Annaba, Blida, Constantine, Oran, Skikda et Tlemcen.

Ce mode de transport n'en reste pas moins marginal par rapport au métro et au tramway sur rails. « Ces moyens sont certes plus coûteux, mais ils ont une capacité plus grande. C'est pourquoi ils sont privilégiés dans les pays en voie de développement », souligne Nicolas Théberge, vice-président Québec chez Hatch Mott MacDonald, une firme canadienne spécialisée dans le transport qui a participé à de nombreux projets, dont le prolongement du métro de Montréal et la mise en place du premier train haute vitesse (TGV) aux États-Unis. « En comparaison, le nombre de passagers pouvant entrer dans les cabines d'un tramway est limité », note-t-il. Le métro

peut en effet assurer le transport de 1 000 à 3 000 personnes à la fois.

Le tramway aérien présente cependant de nombreux avantages. D'abord, il permet de franchir aisément des obstacles, comme les montagnes, les quartiers résidentiels, les autoroutes ou les cours d'eau. Ainsi, celui de Portland, dans l'Oregon, relie le quartier de South Waterfront, en contrebas, au campus principal de l'Oregon Health & Science University qui se trouve en altitude. « Avant sa mise en place, en 2006, le trajet entre les deux points pouvait prendre jusqu'à 60 minutes, aux heures de pointe », poursuit Nicolas Théberge. Aujourd'hui, ce système, muni de deux cabines aux allures futuristes qui peuvent transporter chacune 78 personnes, survole une autoroute, et franchit la distance de 1 000 m en 3 minutes!

Avec son débit constant, le tramway assure par ailleurs un service soutenu et régulier entre deux points. « Par contre, on ne peut augmenter sa fréquence aux heures d'affluence, contrairement aux tramways sur rails, aux autobus ou aux wagons de métro », déplore Nicolas Théberge. Une donnée que la STL devra considérer sérieusement si elle ne souhaite pas que les files d'attente de son système rappelle celles des monts de ski, durant les fins de semaine ensoleillées du printemps...



Le lézard funambule

Il saute dans les airs en se servant de sa queue comme balancier. Un modèle naturel pour doter les robots d'un meilleur équilibre.



Les lézards sauteurs sont de vrais cascadeurs. Il en existe plusieurs espèces, dont les agames, présents dans toute l'Afrique du Nord. Très agiles, ils se lancent dans les airs et sont capables d'atterrir en toute sécurité quelle que soit la pente du terrain. Pourquoi? Ils utilisent leur queue comme le funambule se sert d'une perche pour se stabiliser dans les airs. C'est une équipe de biologistes de l'université de Californie à Berkeley, sous la direction de Robert Full, qui vient récemment de le démontrer dans la revue *Nature*.

Quand le funambule penche sa perche dans le sens des aiguilles d'une montre, son corps va dans le sens inverse. C'est ce qu'on appelle la conservation du moment angulaire. Ce principe veut qu'un système physique (appelé moment) reste constant tant que tout changement dans un sens sera compensé par un changement équivalent dans le sens opposé.

Ainsi, de très petits mouvements de la perche permettent au centre de gravité du funambule de rester là où il doit se trouver, exactement à la verticale au-dessus du fil. On aura tout intérêt à utiliser une perche qui soit mince et longue plutôt qu'épaisse et courte, parce que, pour le même poids, elle aura un moment d'inertie plus grand. La science permet de comprendre cette réalité. Elle établit (voici un dernier rappel de physique, puis on passe à autre chose...) que le moment angulaire d'un corps est le produit de la vitesse angulaire par son moment d'inertie.

Revenons à nos reptiles. Les chercheurs ont commencé par **filmer les lézards à l'aide d'une caméra ultrarapide** au cours de différents sauts. Visiblement, l'agame utilise sa queue pour orienter son vol. Sautant d'une plateforme horizontale pour atterrir sur une paroi verticale, il relève l'avant de son corps et compense ce mouvement en orientant également sa queue vers le haut. Autrement dit, il contrebalance un mouvement de son corps par un mouvement de même ampleur de sa queue. Exactement comme le funambule.

Après avoir confirmé leurs observations par une simulation mathématique, les chercheurs ont construit un robot pour voir s'il pourrait profiter du même effet. Pour cela, ils ont bricolé une petite voiture téléguidée en la munissant d'une queue en aluminium contrôlée par un gyroscope. Ce dispositif permet de doter le robot d'un système de rétroaction dynamique. Il leur restait à

propulser le robot sur un tremplin et à filmer le tout. À chaque saut, les roues de devant commençaient à tomber dans le vide alors même que les roues arrière étaient encore en contact avec la rampe, ce qui faisait piquer du nez le robot. La queue arrivait à compenser ce phénomène, mais pas toujours de manière très efficace, ce qui donnait des atterrissages un peu rudes. Les chercheurs ont alors fait varier les conditions. Lorsque le système de rétroaction dynamique était bloqué, le robot tournait comme un corps rigide et retombait lourdement. Mais dès que le système était activé, la queue remontait dans les airs alors que le système appliquait un effet de torsion pour stabiliser la voiture, ce qui donnait un atterrissage très doux.

Ces résultats, les chercheurs les expliquent en se référant à



leurs modèles naturels. Durant leurs sauts, les lézards changent l'angle de leur queue suivant l'intensité et la direction de la perturbation du moment angulaire. Les petits robots des chercheurs reproduisent très bien ce comportement. Ils permettront de concevoir une génération de robots industriels encore plus futés, capables de sauter sur des surfaces inclinées.

Les animaux, des modèles technologiques? L'idée est très ancienne, mais ce n'est que depuis l'arrivée de la science moderne qu'on peut percer quelques-uns de leurs secrets. Il y a de quoi se réjouir, la nature sera toujours une fabuleuse source d'inspiration.

PLUS DE PLAISIR AVEC UN SEUL PLEIN.

Parcourez jusqu'à 967 kilomètres sur l'autoroute avant de refaire le plein[†]. Le Edge avec moteur EcoBoost[®] livrable consomme seulement 6,6 L/100 km sur route*. Obtenez les performances d'un V6 et l'efficacité énergétique d'un plus petit moteur.



EDGE 2012



Le véhicule illustré peut être doté d'équipements offerts en option. [†] Distance estimative – conduite sur route – pour le Edge 2012 à traction avant équipé du moteur EcoBoost 4 cyl. en ligne turbo essence à injection directe de 2,0 L et d'une boîte automatique 6 vitesses. Distance maximale parcourue en ville de 644 km. La consommation réelle peut varier en fonction des conditions routières, du chargement du véhicule et des habitudes de conduite. * Cotes de consommation de carburant pour le Edge 2012 à traction avant équipé d'un moteur 4 cyl. en ligne turbo essence à injection directe de 2,0 L et d'une boîte automatique 6 vitesses : 9,9 L/100 km en ville et 6,6 L/100 km sur route. Cotes de consommation établies selon des méthodes d'essai approuvées par Transports Canada. La consommation réelle peut varier.

ACTUALITÉS



DES CHERCHEURS EN COLÈRE

Les chercheurs se mobilisent. Pas moins de 6 700 universitaires des quatre coins du globe, dont quelques Québécois, ont signé une pétition en ligne contre Elsevier, l'un des plus importants éditeurs de journaux de recherche au monde, basé aux Pays-Bas. La raison du mécontentement ? « Les universitaires fournissent et révisent les articles gratuitement, puis Elsevier revend les journaux aux universités à un prix exorbitant », s'insurge Audrey Durand, doctorante en génie informatique à l'Université Laval. Comme nombre d'autres signataires, elle s'est engagée à ne pas réviser de textes pour la maison d'édition – plusieurs refusent même de soumettre des articles. La présidente de l'Union mathématique internationale (IMU), Ingrid Daubechies, a d'ailleurs démissionné de son poste de réviseuse en chef d'un magazine d'Elsevier en signe de protestation. Il reste à voir si ce boycott aura un effet sur la multinationale qui compte pas moins de 900 000 auteurs et réviseurs, et qui a engrangé des profits de 1,15 milliard de dollars en 2010.

FRÉFON

FRACTURATION HYDRAULIQUE, QUELS DANGERS?

La fracturation hydraulique utilisée pour extraire le gaz de schiste ne polluerait pas les eaux souterraines, selon une étude de l'Institut de l'énergie de l'université du Texas, présentée au congrès de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS). Mais ce procédé n'est pas anodin pour autant, une analyse publiée l'an dernier par la Duke University a trouvé des niveaux de méthane 17 fois plus élevés que la normale dans l'eau des puits situés à proximité des forages. Selon les chercheurs texans, qui ont insisté sur l'indépendance de leur étude, la contamination ne se produirait pas en profondeur, mais près de la surface, lorsque le gaz remonte par d'anciens puits peu étanches, ou lorsque les eaux utilisées sont « relâchées » dans la nature, sans être traitées. Par ailleurs, ces résultats ne remettent pas en question l'impact environnemental global de ce procédé d'extraction qui nécessite d'énormes quantités d'eau, entraîne la libération de méthane dans l'atmosphère et provoque de petits séismes locaux.



50 ANS DE PILULE

C'est probablement la plus grande révolution sociale du XX^e siècle. La pilule contraceptive fête cette année ses 50 ans, et elle n'a pas pris une ride. « Les risques de troubles vasculaires ou cardiaques qui peuvent lui être attribués sont minimes », a expliqué Ronald Burkman, obstétricien à la Tufts University School of Medicine, à Boston. Quant au risque de cancer associé à cette prise d'hormones, qui a pour effet « d'endormir l'ovulation », il est lui aussi très faible. « Le risque de cancer du col de l'utérus, et peut-être de cancer du sein, peut augmenter chez les femmes qui prennent la pilule contraceptive, mais cela ne représente qu'un ou deux cas par million », assure-t-il. Enfin, toutes les études sont formelles, la pilule ne fait pas grossir.



MERCI
DE SOUTENIR
L'OGC

JE DÉSIRE DEVENIR MEMBRE
de l'Observatoire de la géosphère
de Charlevoix

www.observatoiregeospherecharlevoix.org

Par la poste à : **OGC**
301, chemin Beauséjour
Crabtree (QC) Canada
J0K 1B0

Nom _____
Adresse _____

Téléphone _____
Courriel _____

COTISATION 2012

Étudiant(e)10 \$ | Corporatif.....250 \$
Individuel20 \$ | Institutionnel500 \$
Bienfaiteur.....1000 \$ et plus

Cotisation 2012.....

Je m'abonne à
Québec Science.....25 \$

Don de charité.....

TOTAL.....

MODES DE PAIEMENT

VISA MASTERCARD CHÈQUE

N° carte _____
Expiration _____
Signature _____

Fière partenaire de l'OGC



**C'EST LE TEMPS DE PLANIFIER
VOTRE SÉJOUR
DANS CHARLEVOIX**

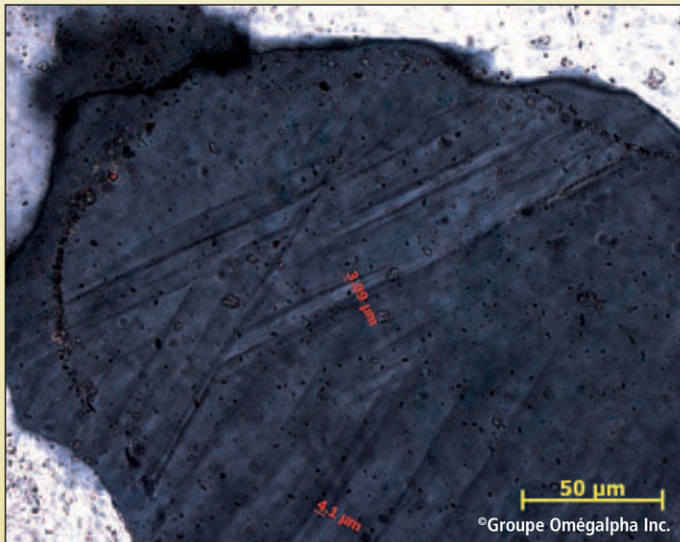
www.sabloncharlevoix.com

Le Québec en lice pour le plus grand astrolème jamais répertorié sur la Terre

DES CHERCHEURS DE L'OBSERVATOIRE DE LA GÉOSPHERE DE CHARLEVOIX (OGC) ONT DÉCOUVERT DANS LES MONTS OTISH LES TRACES D'UNE CATASTROPHE PLANÉTAIRE SURVENUE IL Y A 2,1 MILLIARDS D'ANNÉES.

Découverte majeure dans les monts Otish

Alors qu'ils étudiaient des roches au microscope polarisant, des géologues du Groupe Oméga, affiliés au GRIM-OGC (Groupe de recherche sur les impacts météoritiques de l'OGC), ont observé des microstructures planaires dans des grains de quartz et de feldspath (photomicrographie ci-dessous).



Ces textures sont caractéristiques du métamorphisme de choc provoqué dans la roche par une onde de choc lors des gros impacts météoritiques. Les échantillons de roche provenaient des monts Otish. Un examen rapide de plusieurs lames minces de roche confectionnées au début des années 80 révèle que le métamorphisme de choc a affecté une grande région des monts Otish. La distribution de ces échantillons affectés par le métamorphisme de choc est telle que l'astrolème postulé serait plus grand que 500 km de diamètre (en jaune sur la carte ci-contre), ce qui en ferait le plus grand astrolème jamais répertorié sur notre planète. L'impact aurait alors été assez puissant pour perforer la croûte terrestre et permettre l'extrusion de magma en provenance du manteau terrestre. Les chercheurs de l'OGC s'affairent actuellement à établir la limite d'influence du métamorphisme de choc responsable de ces microstructures planaires. Cette découverte représente une avancée majeure en planétologie et en géologie appliquée.

Qu'est-ce qu'un astrolème?

Un astrolème est une cicatrice de l'écorce terrestre résultant de la chute d'un corps céleste. La forme et la dimension de cette cicatrice dépendent de la dimension, de la densité, de la vitesse et de l'angle d'arrivée du bolide, et également du milieu physique sur lequel il a impacté. Une météorite, de 50 m de diamètre par exemple, qui percuterait le centre de l'océan Pacifique n'aurait pas le même effet que si elle percutait l'île d'Orléans.

Charlevoix : fenêtre sud du Plan Nord

L'astrolème de Charlevoix est la cicatrice d'un impact météoritique survenu il y a environ 350 millions d'années. Cette empreinte laissée par l'impact d'un corps céleste s'observe depuis Baie-Saint-Paul jusqu'à La Malbaie et à l'intérieur des terres de Charlevoix. Cette catastrophe a façonné le paysage montagneux de cette région.

L'OGC mettra cet astrolème en valeur en créant le Géoparc de Charlevoix et le Musée de la Terre à des fins de recherche et de vulgarisation scientifiques. L'OGC prétend que l'astrolème de Charlevoix deviendra l'école par excellence pour les géologues qui souhaitent réellement contribuer à la mise en œuvre du Plan Nord. Faciles d'accès, les affleurements rocheux de Charlevoix sont des outils pédagogiques indispensables pour la mise en valeur du sous-sol québécois.

Les astrolèmes du Québec : une richesse collective

Plusieurs astrolèmes prouvés et postulés ont été identifiés par l'OGC comme étant une source potentielle de développement scientifique et économique pour le Québec. C'est pourquoi il a été résolu de soumettre un mémoire lors de la consultation publique du MDDEP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs) relativement au Plan Nord.

Carte modifiée du ©MRNF



POUR EN SAVOIR PLUS

www.observatoiregeospherecharlevoix.org

Tout compte fait

17 C'est le nombre d'indices nécessaires pour qu'une grille de sudoku de 9 cases de côté puisse être résolue! Si la grille contient moins de 17 cases remplies, il y a plusieurs solutions possibles, selon Gary McGuire et son équipe de mathématiciens du Trinity College de Dublin, en Irlande. Cette conclusion peut paraître triviale, mais il aura fallu l'équivalent de 7 millions d'heures de calcul effectuées par des superordinateurs pour y parvenir. Et pour cause, il y a 6671 milliards de milliards de configurations de grilles possibles. En moyenne, les sudokus publiés dans les journaux comptent 20 à 25 indices. Avec seulement 17 chiffres, qui relèvera le défi?

			8	1				
							4	3
5								
			7		8			
					1			
	2		3					
6							7	5
		3	4					
			2			6		

Solution en page 46

ACTUALITÉS

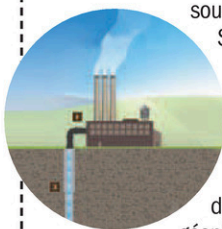
LES RICHES TRICHENT!

La moralité serait-elle inversement proportionnelle à la grosseur du compte en banque? Oui, si l'on en croit une étude publiée en février dans la revue *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS). À l'issue de sept expériences différentes, les chercheurs de l'université de Californie à Berkeley et de l'université de Toronto en sont arrivés à une conclusion qui ne surprendra peut-être pas tout le monde: plus un individu a un statut social élevé, plus il est enclin à agir de manière non éthique. Ainsi, les automobilistes les plus riches ont davantage tendance à transgresser le code de la route et à ne pas respecter les piétons. Au cours de la dernière expérience, 200 personnes ont été invitées à prendre part à un jeu virtuel de lancer de dés. À la clé pour les meilleurs? Une récompense en argent. Ce que les cobayes ne savaient pas, c'est que les dés étaient pipés, et que le résultat ne pouvait pas dépasser 12 points. Plusieurs ont pourtant affirmé avoir atteint un score supérieur à 12 (en forte majorité les plus fortunés!). Pas de doute: davantage que le sexe, l'orientation politique, l'âge ou la religion, c'est le statut social qui est le plus prédictif de la tricherie. Explication des chercheurs? Les nantis ne perçoivent pas forcément la cupidité comme un défaut. Une étude qui pourrait éclairer différemment les récents scandales qui ont secoué la finance mondiale!



DU CO₂ SIX PIEDS SOUS TERRE

Comment «éliminer» le dioxyde de carbone produit par les usines pour éviter sa diffusion dans l'atmosphère? En l'enfouissant profondément – et définitivement – sous terre. C'est ce que proposent les chercheurs du Midwest Geological Sequestration Consortium (MGSC) qui ont commencé, en novembre dernier, à injecter du CO₂ à 2 100 m sous la ville de Decatur, en Illinois. D'ici 3 ans, 1 million de tonnes captées à la sortie d'une usine de production d'éthanol devraient ainsi être séquestrées sous la forme d'un liquide dense dans le grès souterrain poreux. Le comportement et l'évolution de ce fluide sera surveillé par de nombreux capteurs et par des techniques d'imagerie géophysique, une «échographie» du sous-sol! Si tout fonctionne bien, les chercheurs estiment que ce réservoir géologique pourrait stocker jusqu'à 151 milliards de tonnes de carbone.



MONSANTO CONDAMNÉ

En février dernier, le géant états-unien des pesticides Monsanto a été reconnu responsable par un tribunal français de l'intoxication d'un agriculteur. Aujourd'hui invalide, il avait inhalé en 2004 des vapeurs de Lasso, un désherbant puissant, en ouvrant la cuve d'un pulvérisateur. Rapidement pris de nausées et de vertiges, l'homme a ensuite souffert de graves troubles neurologiques dus à la persistance de solvant et de chlore dans son organisme. Si sa dangerosité est connue depuis les années 1980, le Lasso n'a été interdit qu'en 2004, au Canada, et en 2007 en France. Ce jugement, qui pourrait faire jurisprudence, marque un tournant dans la reconnaissance des victimes de pesticides.





Toxoplasma gondii, un parasite transmis par les chats aux humains, attaque maintenant les mammifères marins. Chez les phoques, les dauphins ou les loutres, ils causent une inflammation fatale du cerveau.

ANDREW TRITES

Nos chats rendent les phoques malades

Les parasites et agents pathogènes qui infectent les humains, les chats, les chiens et les animaux de ferme causent de plus en plus de ravages dans les écosystèmes marins.

Par Marine Corniou

La mondialisation ne concerne pas que les humains. Les maladies qui touchent habituellement les animaux domestiques, dont le chat, affectent désormais les mammifères marins. C'est ce qu'ont observé des biologistes sur la côte ouest de l'Amérique du Nord, après avoir étudié les carcasses de 5 000 phoques, dauphins et loutres de mer, entre 1998 et 2010. Ils tirent aujourd'hui la sonnette d'alarme. « Le développement urbain et l'agriculture extensive près des côtes contribuent à la contamination des mammifères marins par des parasites comme *Toxoplasma gondii* », explique Stephen Raverty, vétérinaire au Centre de la santé animale au ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique.

Ce parasite, responsable de la toxoplas-

mose, infecte 25 % des humains (sans causer de symptômes) et est transmis par les chats. « Un seul chat peut libérer 100 millions d'œufs de *Toxoplasma* dans ses excréments, indique Michael Grigg, chercheur au Marine Mammal Research Unit à l'université de la Colombie-Britannique, et ces œufs peuvent survivre de deux à cinq ans dans l'environnement. »

Les eaux de pluie entraînent ensuite ces parasites vers l'océan, où ils peuvent infecter les coquillages, les phoques et les loutres de mer, chez qui ils provoquent une inflammation fatale du cerveau. Les chercheurs retrouvent aussi, chez ces animaux, des pathogènes identiques à ceux qui infectent les opossums et les ratons laveurs.

En plus, ils ont récemment identifié le premier cas de loutre infectée par *Neospora*

caninum, un parasite qui cause des avortements spontanés chez les vaches et chèvres d'élevage, et des troubles musculaires chez les chiens. « Nous observons ce phénomène de la Californie jusqu'à Vancouver, mais c'est un problème mondial qui s'amplifie », avertit Michael Grigg. D'autant que ces animaux fragiles sont également menacés par la pollution chimique et les cyanobactéries, elles aussi générées par l'activité humaine. Les chercheurs estiment qu'il faut agir vite, en cessant notamment de bétonner les côtes et de détruire les marais, ces zones « tampons » qui dépolluent naturellement les eaux de pluie. Quant aux 100 millions de chats nord-américains, inutile de s'en débarrasser. « Mais il serait temps de mettre au point un vaccin contre la toxoplas-mose », souligne Michael Grigg.

Mon avatar à l'hôpital!

Un nouvel usage des technologies numériques pourrait aider les enfants hospitalisés à mieux vivre avec leur maladie.

Par Viviane Desbiens

Les enfants cloués à leur lit d'hôpital, au CHU Sainte-Justine, à Montréal, pourront bientôt s'évader grâce à un habile simulateur. Les experts de la Société des arts technologiques (SAT), à Montréal, testent en effet un nouveau dispositif technologique – la réalité virtuelle immersive – pour aider les enfants malades, sinon à guérir, du moins à atténuer leur souffrance.

Dans les locaux de la SAT, les techniciens ont reproduit une chambre d'hôpital dont ils peuvent faire varier le décor. Cette fois, c'est un environnement polaire qui est simulé. Les murs sont blancs et la banquise bleutée miroite. Cette illusion est réalisée grâce à la technique du « vidéo mapping ». Les objets et les murs ont été modélisés, et des projecteurs sont installés à divers endroits pour transformer la pièce à l'aide d'images vidéo sur les murs et les meubles.

Cela est rendu possible grâce à la collaboration entre le *Living Lab* ou « laboratoire vivant », de la SAT, et le CHU Sainte-Justine. À l'hôpital, les médecins sont en train de tester l'environnement polaire auprès d'enfants grièvement brûlés. Un autre jeune préférera l'illusion de la chute d'eau qui coule en continu jusque sur le lit.

Car l'idée n'est pas simplement de distraire les petits patients. L'innovation a aussi des visées thérapeutiques. Ainsi, les spécialistes en programmation et en projection vidéo ont longuement discuté avec les professionnels de Sainte-Justine pour évaluer la manière dont ces technologies pourraient aider les enfants.

Sept équipes collaborent ainsi pour intégrer cette nouveauté à leur pratique : le département d'humanisation des soins, de psychiatrie, du soulagement de la douleur, de l'oncologie, le Centre



En arrière-plan, le Marionnect, un dispositif ludique qui permet de communiquer avec les enfants souffrant d'autisme. En avant-plan, Patrick Dubé, coordonnateur du laboratoire vivant de la SAT, à Montréal.

PHILIPPE JASMIN

de réadaptation mère-enfant, mais aussi le service de formation et celui de promotion de la santé auprès du personnel. « La réalité virtuelle immersive a été un peu utilisée pour traiter les troubles alimentaires, mais c'est pratiquement tout », mentionne la docteure Patricia Garel, directrice du département de psychiatrie.

En imitant l'environnement de l'enfant, la chambre à réalité virtuelle immersive facilite les transitions entre la maison et l'hôpital, et contribue ainsi à diminuer l'anxiété. Mais elle soulage aussi la douleur en provoquant une illusion cognitive qui agit sur les perceptions de l'enfant. « C'est le même principe que celui qui est à l'œuvre dans la relaxation, le contrôle de la respiration et la visualisation. Ces méthodes permettent à un sujet entraîné de contrôler sa tolérance à la douleur. On fait l'hypothèse que le contexte extérieur peut aider ces processus, en particulier chez l'enfant », explique la docteure Garel.

Un autre dispositif, le « Marionnect », pourra être utilisé pour adoucir la vie de petits patients atteints d'autisme ou du syndrome d'Asperger. Comme ces enfants ont de la difficulté à interagir avec les autres, ils refusent souvent de se confier aux thérapeutes. Mais ils sont beaucoup plus en confiance avec un avatar qu'ils choisissent eux-mêmes, ont constaté les médecins. « Il est important que l'enfant ait un sentiment de contrôle », explique la docteure Garel. Dans une pièce voisine, c'est en fait le thérapeute qui dirige l'avatar grandeur nature sur l'écran. Un personnage avec une voix que l'enfant tolère bien, lui que les bruits agressent souvent.

Au département de physiothérapie, on veut utiliser Marionnect pour motiver les petits malades à faire leurs exercices et les amener à aller plus loin dans leur réhabilitation.

« Ces dispositifs technologiques ont pour but de créer une expérience positive, malgré l'hospitalisation. Les enfants sont habitués au monde numérique et répondent donc bien aux technologies qu'on leur présente », mentionne Patrick Dubé, coordonnateur du laboratoire vivant.

Un beau cadeau pour tous ces petits qui souffrent.

ACTUALITÉS



Vue conceptuelle de la planète d'eau, située à 42 années-lumière.

CFR/DAVID AGUILAR

L'AUTRE PLANÈTE « BLEUE »

La Terre n'est pas la seule planète bleue de l'Univers. Une équipe de chercheurs du Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, aux États-Unis, vient d'établir que la planète extrasolaire GJ 1214b, découverte en 2009, et située à 42 années-lumière, est essentiellement composée d'eau. En raison des conditions – forte pression et température élevée – qui prévalent sur cette planète, les chercheurs croient que l'eau y est présente sous des formes qui n'existent pas sur Terre : glace chaude, eau superfluide. La signature spectrale de l'exoplanète, obtenue grâce au télescope spatial *Hubble* démontre que son atmosphère contiendrait aussi une grande quantité de vapeur d'eau.

MOT DE SCIENCE

IPHONEOGRAPHIE

Ce sont bien sûr les Français qui ont inventé ce mot. L'iPhoneographie est l'art de prendre des photos avec un iPhone. Alors que la technologie des téléphones mobiles ne cesse de s'améliorer, on peut désormais réaliser d'excellentes images avec de tels appareils. Photographes professionnels et amateurs s'en sont aperçus, et certains sont déjà passés maîtres dans ce nouvel art. On peut découvrir quelques beaux clichés sur le site iphoneographie.com.





DU SANG POUR TO


Sous les bannières des Canadiens, les cinq lits pliants installés au centre du Forum de Montréal par Héma-Québec donnent à l'endroit les allures d'un campement de fortune. Pourtant, il suffira de moins d'une heure pour que les 25 organisateurs dépêchés sur place par Héma-Québec transforment cet ancien temple du hockey en un site de collecte de sang en opération. Fauteuils

PHOTOS : OLIVIER JEAN

de repos, paravents délimitant des espaces intimes pour les entretiens médicaux, boissons et collations, atelier d'emballage et d'expédition des poches de sang, tout y est. Il ne manque que les donneurs. «C'est souvent calme le matin, mais à l'heure du dîner, il y a plus de monde», se rassure Pierre Délisle, bénévole pour Héma-Québec. En fin de matinée, 27 hommes et femmes de tous âges et de toutes origines se seront pré-

sentés. C'est encourageant, mais on est encore loin de l'objectif de 100 dons que s'est fixé l'équipe, ce jour-là.

Jessica, 20 ans, les cheveux bleus et l'air faussement assuré, «donne» pour la première fois. Elle est accompagnée d'autres étudiants du collège Dawson, situé à deux pas de là. Il y a aussi les habitués qui affichent fièrement 15 ou 20 dons au compteur. On les reconnaît à l'aisance avec laquelle ils circulent



**Partout dans le monde,
des scientifiques
cherchent le moyen de
pouvoir offrir aux malades
du sang universellement
compatible, exempt de
toute contamination
virale ou bactérienne.
Des recherches récentes,
au Québec et ailleurs,
redonnent l'espoir d'y
parvenir enfin.**

Par Marine Corniou

Dans les laboratoires d'Héma-Québec, à Montréal, on prépare des plaquettes obtenues à partir du sang des donneurs. Elles sont examinées pour dépister la présence éventuelle de bactéries pathogènes.

US, TOUT LE TEMPS

sur le site, comme cet homme pressé qui a « casé » son don entre deux réunions de travail. Quant au bénévole Pierre Délisle, il donne son sang depuis 1968. « J'ai fait plus de 100 dons, et j'ai été appelé cette semaine pour donner mes plaquettes. » Ces cellules responsables de la coagulation du sang ont une durée de vie en dehors de l'organisme qui ne dépasse pas cinq jours. Héma-Québec doit donc souvent contacter les donneurs

un à un pour pouvoir répondre rapidement aux besoins des hôpitaux.

Victimes d'accidents de la route, patients ayant perdu trop de sang lors d'une opération ou d'un accouchement, ou atteints de maladies chroniques, environ 80 000 Québécois ont, chaque année, recours aux transfusions de sang « frais » pour oxygéner leurs organes. Leur survie dépend entièrement de la générosité de leurs compatriotes, qui

répondent présents aux collectes organisées aux quatre coins du Québec.

« Avec le vieillissement de la population et l'augmentation de la fréquence de certains cancers, la demande en sang croît de 3% chaque année, précise Laurent-Paul Ménard, directeur des communications chez Héma-Québec. Il nous faut 1 000 dons par jour dans la province, mais pas plus, car les produits ne se conservent pas longtemps. » Une

logistique complexe, à laquelle doivent faire face tous les pays, plus de 90 millions de poches de sang étant transfusées chaque année dans le monde. Au Québec, on effectue une transfusion toutes les 80 secondes.

Cette méthode de collecte peut sembler fastidieuse, un brin anachronique à l'heure où la science accomplit de véritables prouesses. Pour l'instant, il n'existe pourtant aucun autre moyen d'obtenir des globules rouges, des plaquettes ou du plasma – la partie liquide du sang –, qu'en les prélevant chez un donneur.

« cultiver » des globules rouges en incubateur, comme on ferait pousser des plants dans une pépinière.

« La “recette” consiste d'abord à prélever chez une personne des cellules souches de sang, capables de donner naissance à tous les types de cellules sanguines, explique Luc Douay. On les fait ensuite se multiplier en laboratoire. Enfin, on les expose à un cocktail d'hormones et de facteurs de croissance, dont l'érythropoïétine, qui les forcent à se différencier en globules rouges en quelques jours. » Pour tester le bon fonctionnement de ces cellules, les chercheurs

en transfusion », ajoute fièrement Luc Douay.

Pour cette grande première, les scientifiques ont pratiqué une « autotransfusion ». Les cellules souches ont été prélevées chez une personne à qui on a ensuite réinjecté les globules rouges cultivés. On voulait ainsi éviter tout risque de rejet. Mais le but ultime des chercheurs est plus ambitieux. Ils espèrent un jour constituer une « banque » de cellules souches qui permettrait de produire des globules rouges de tous les groupes sanguins sur demande. Encore faut-il pouvoir s'approvisionner en cellules souches.



DR

Luc Douay, à Paris, et son équipe de l'hôpital Armand-Trousseau ont réussi à cultiver des globules rouges à partir de cellules souches. Ils les ont transfusés à un receveur avec succès fin 2011. Cela augure-t-il la fin des dons de sang?

Au Centre de médecine régénérative de l'université d'Édimbourg, en Écosse, l'équipe de Marc Turner suit le même protocole que Luc Douay, mais avec des cellules souches issues d'embryons surnuméraires obtenus par procréation médicalement assistée. « Cela fonctionne bien, mais il y a des enjeux éthiques à considérer », commente Luc Douay. Pour l'avenir, son équipe préfère donc se tourner vers le sang de cordon, prélevé chez les nouveau-nés, et qui regorge de cellules souches. « Avec un seul cordon ombilical, on pourrait théoriquement produire 100 poches de globules rouges », ajoute le chercheur, qui espère obtenir des résultats d'ici 2 ans. N'empêche, l'approvisionnement en cordons repose toujours sur des dons volontaires, difficiles à organiser. D'où l'idée de plusieurs équipes d'explorer une troisième piste, celle des cellules souches

AVEC UN CORDON OMBILICAL, ON POURRAIT THÉORIQUEMENT PRODUIRE 100 POCHEs DE GLOBULES ROUGES.

Pour s'affranchir de ce système, les chercheurs essaient depuis les années 1950 de trouver des substituts artificiels au précieux liquide vital. Jusqu'à récemment, peu de tentatives avaient suscité de véritable espoir, mais une équipe française vient de publier les résultats d'une étude qui pourraient changer la donne et reléguer le don de sang aux oubliettes.

Luc Douay, chef du laboratoire d'hématologie à l'hôpital Armand-Trousseau, à Paris, et son équipe ont en effet réussi à

cheurs en ont injecté 10 milliards (l'équivalent de 2 ml de sang) à un volontaire. Les résultats, publiés en septembre dernier dans la revue *Blood*, ont été repris par les médias du monde entier. Les globules rouges, repérables grâce à un marquage au chrome radioactif, ont survécu et se sont comportés tout à fait normalement, transportant l'oxygène sans se démarquer de leurs semblables naturels. « Notre équipe sait produire des globules rouges en laboratoire depuis 2005 chez l'humain, mais c'est la première fois qu'on démontre leur potentiel clinique, c'est-à-dire leur

pluripotentes induites (IPS, en anglais), qui proviennent de n'importe quelles cellules adultes différenciées – de peau, par exemple. En y insérant certains gènes à l'aide de virus inactivés, il est possible d'« effacer » leur identité et d'en faire des cellules indifférenciées, dotées des mêmes propriétés que les cellules souches embryonnaires. On peut ensuite les transformer en n'importe quel type cellulaire, du neurone à la cellule de foie, de cœur ou de sang. « En 2010, nous avons réussi à obtenir des globules rouges à partir d'IPS. L'avantage principal est qu'il s'agit

DE QUOI EST FAIT LE SANG?

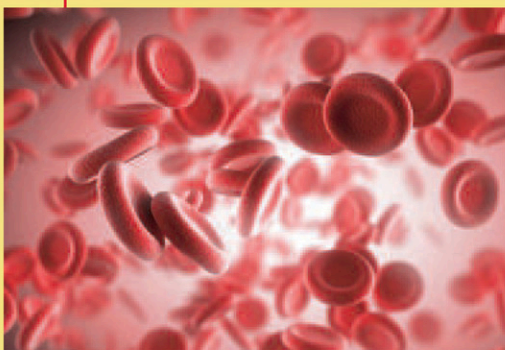
Sous son aspect lisse et uniformément rouge, le sang est composé de plusieurs éléments tous aussi indispensables les uns que les autres. Voici les éléments «transfusables».

Le plasma

C'est la partie liquide du sang, il représente 55% de son volume. Composé principalement d'eau, il est riche en protéines, notamment en albumine et en facteurs de coagulation. Il est utilisé soit en transfusion (pour les grands brûlés ou les victimes d'hémorragies massives), soit pour en extraire les protéines destinées au traitement de l'hémophilie, par exemple. Congelé, il peut se conserver un an.

Les globules rouges

Aussi appelés érythrocytes ou hématies, ils contiennent une protéine, l'hémoglobine, qui transporte l'oxygène depuis les poumons jusqu'aux tissus. En retour, les globules rouges captent le gaz carbonique rejeté par les tissus pour l'éliminer par les voies respiratoires. Ces cellules constituent 80% des produits sanguins transfusés et se conservent 42 jours au réfrigérateur.



Les plaquettes

Elles interviennent dans la coagulation du sang et permettent d'arrêter les hémorragies. Elles sont transfusées aux personnes qui ne peuvent les fabriquer (dans les cas de leucémie, de greffes de moelle osseuse ou de chimiothérapie). Une fois séparées des globules rouges et du plasma, les plaquettes sont conservées à température ambiante en étant agitées en permanence pour éviter qu'elles ne s'agglutinent. La transfusion de plaquettes peut également être nécessaire lors de certaines interventions chirurgicales lourdes. Leur durée de vie n'est que de cinq jours.



Le plasma peut se conserver presque un an s'il est congelé.



d'une source intarissable, et que le donneur peut être choisi en fonction de son groupe sanguin », précise Luc Douay. Le malade pourrait lui-même fournir les cellules initiales, histoire d'obtenir des globules parfaitement compatibles.

Un avantage de taille quand on sait qu'il existe 32 systèmes de groupes sanguins et environ 300 variants! « Tout le monde connaît le système ABO et le Rhésus, positif ou négatif, mais ce ne sont pas les seuls marqueurs présents à la surface des globules rouges », explique le docteur Marc Germain, vice-président des affaires médicales chez Héma-Québec. Il y a aussi le système Kell, le Duffy, le Kidd, etc. Ces marqueurs, ou antigènes, sont autant de petits « drapeaux » présents sur les globules rouges de chacun d'entre nous et qui définissent leur carte d'identité biologique. Lorsqu'on transfuse un malade, son système immunitaire repère les « drapeaux » étrangers et produit des anticorps pour combattre ces intrus. Lors des transfusions ultérieures, ces anticorps peuvent détruire massivement les globules rouges étrangers, rendant la procédure inefficace et potentiellement toxique, voire mortelle.

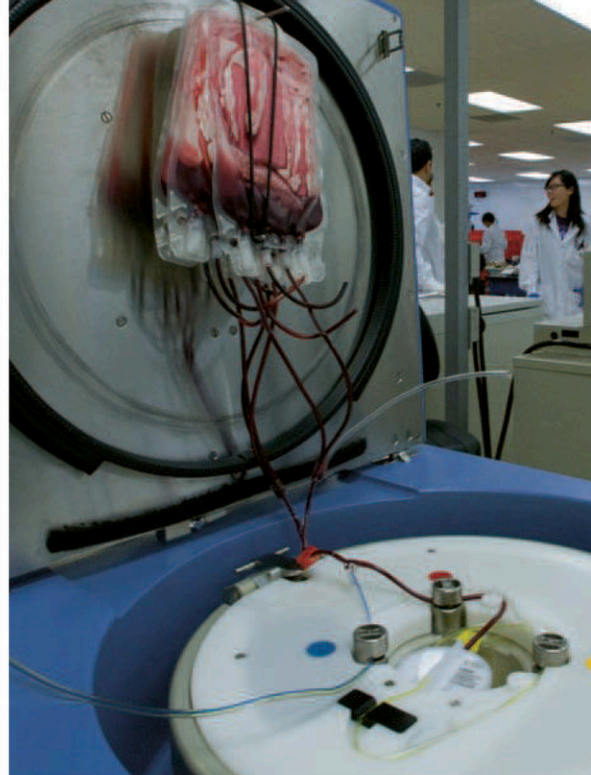
« Il est obligatoire que le donneur et le receveur appartiennent aux mêmes groupes ABO et Rhésus, car ce sont ceux qui déclenchent les réactions immunitaires les plus fortes. Dans la

majorité des cas, les médecins ne se préoccupent que de ces deux groupes. Mais lorsqu'une personne reçoit de nombreuses transfusions, elle finit par posséder des anticorps contre de nombreux autres systèmes sanguins, par exemple le Kell, puis le Duffy. Ainsi, la liste des anticorps s'allonge et la compatibilité diminue », indique Marc Germain.

Stéphane Raymond en sait quelque chose. Cet homme de 35 ans est atteint depuis sa naissance d'anémie falciforme, une maladie génétique qui déforme et détruit massivement les globules rouges. Toute sa vie s'est organisée autour des transfusions, reçues au rythme de deux par mois à l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont, à Montréal. Des rendez-vous vitaux, indispensables pour lutter contre l'anémie, la fatigue et l'essoufflement. « Mais, à force de recevoir du sang, mon organisme a accumulé trop de fer », explique-t-il. Depuis 2005, il doit donc subir des échanges transfusionnels une fois par mois. Il reçoit le sang d'un donneur, mais on lui enlève simultanément la quasi totalité de ses propres globules rouges, afin de ne pas faire augmenter le taux de fer (un constituant essentiel des globules rouges). Ce traitement lui permet pour l'instant de supporter sa maladie sans trop de fatigue, et d'éviter les terribles crises de douleur que peuvent causer les globules rouges déformés lorsqu'ils se



1 Première étape et non la moindre : on prélève le sang d'un donneur.



DU DONNEUR AU RECEVEUR

Avant d'être transfusé, le sang d'un donneur suit tout un parcours.

Les locaux d'Héma-Québec de l'arrondissement Saint-Laurent, à Montréal, ressemblent à une véritable ruche où s'affairent des dizaines de techniciens. Jour et nuit, 365 jours par année, entre **le don 1** et la transfusion, des centaines de poches de sang transitent dans les 2 grands laboratoires. Ils réceptionnent les poches arrivant par camion ou par avion de toute la province et les préparent pour l'expédition vers les hôpitaux. « On ne peut pas se permettre qu'il y ait un seul jour sans production de sang », explique Caroline Fortin, superviseure des analyses réglementaires chez Héma-Québec.

Avant d'être transfusé à un malade, le sang doit être soigneusement préparé. Il est débarrassé de ses globules blancs par filtration pour éviter les réactions immunitaires. « Il faut ensuite recueillir tous les constituants en **centrifugeant 2** les poches, pour **séparer 3** les globules rouges, les plaquettes et le plasma », explique Etienne Fissette, chef de la production. En parallèle, un **échantillon 4** de chaque don est envoyé au laboratoire de qualification. Le but ? Définir le groupe sanguin du donneur, s'assurer de l'absence de bactéries, de parasites, de virus et de certains anticorps anormaux pouvant provoquer des réactions. Ce n'est qu'une fois ces étapes franchies, généralement en moins de 24 heures, que les produits sanguins reçoivent l'approbation finale et sont expédiés vers les hôpitaux, en fonction des commandes.

bloquent dans les vaisseaux sanguins. « Mais j'ai développé des anticorps contre le sang des donneurs. À chaque échange transfusionnel, je peux faire une réaction fatale si le sang n'est pas assez compatible », ajoute-t-il.

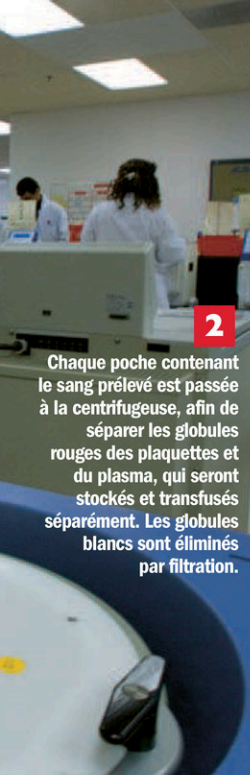
Or, ces traitements exigent chaque fois la transfusion de six à huit poches de sang provenant de donneurs différents. Une personne ne peut donner que six fois par an, et le sang ne se conserve pas. « Pour choisir du sang ressemblant le plus possible à celui du receveur, Héma-Québec doit faire des analyses poussées pour tester la compatibilité de quatre ou cinq marqueurs sanguins, en plus du groupe ABO et du Rhésus », explique le docteur Marc Germain. Pas facile. D'autant moins que l'anémie falciforme, qui est l'une des maladies génétiques les plus fréquentes au monde, touche presque uniquement les populations noires, et que la majorité des donneurs québécois sont blancs.

« Pour des raisons évidentes, il y a une meilleure compatibilité sanguine entre deux Noirs qu'entre un Blanc et un Noir », explique Wilson Sanon, le président de l'Association d'anémie falciforme du Québec (AAFQ). Lui-même d'origine haïtienne, il essaie de recruter des donneurs dans sa communauté pour éviter les situations de pénurie. L'an dernier, une jeune femme membre de son association, Vanessa, 25 ans, a failli se trouver dans ce que les médecins appellent une impasse transfusionnelle. « Elle n'était

compatible qu'avec un seul donneur dans l'ensemble du Québec, et elle a fini par développer des anticorps contre son sang. Nous avons lancé un appel pour trouver un nouveau donneur compatible au Canada et aux États-Unis. Sans succès. Finalement, c'est en France que nous avons déniché la perle rare », raconte Wilson Sanon.

Pour ces malades, le sang « sur mesure » fabriqué en laboratoire offre de l'espoir. « Les patients qui ont des groupes sanguins très rares et ceux qui reçoivent des transfusions régulières représentent 3 % à 4 % des personnes transfusées », rappelle Luc Douay. Ces globules rouges cultivés pourraient aussi constituer une source sécuritaire pour les pays dont le système de don n'est ni aussi bien organisé ni aussi fiable que le nôtre.

Sauf que nous sommes encore loin de pouvoir compter sur les cellules souches pour remplir tous les besoins. D'abord, tous les constituants du sang ne peuvent pas être aussi facilement cultivés que les globules rouges. Les plaquettes, notamment, donnent du fil à retordre aux chercheurs. « Nous avons réussi à obtenir des plaquettes à partir de cellules souches de sang de cordon, mais le rendement est très faible et seule une minorité d'entre elles sont fonctionnelles, c'est-à-dire capables de s'agréger pour coaguler », explique Nicolas Pineault,

**2**

Chaque poche contenant le sang prélevé est passée à la centrifugeuse, afin de séparer les globules rouges des plaquettes et du plasma, qui seront stockés et transfusés séparément. Les globules blancs sont éliminés par filtration.



3 Après une première centrifugation, cette machine sépare le plasma des globules rouges de manière entièrement stérile, sans avoir à ouvrir les poches.



4 Question de vérifier la qualité, un tube de sang est prélevé séparément, au moment du don, afin d'être testé en laboratoire. Chaque échantillon est soigneusement étiqueté.

chercheur chez Héma-Québec et professeur associé au département de biochimie et de microbiologie de l'Université Laval.

Quant aux globules rouges, leur fabrication est encore balbutiante. « Le volontaire qui s'est prêté à notre étude a reçu l'équivalent de 2 ml de sang, alors qu'une transfusion classique nécessite en moyenne 400 ml, indique Luc Douay. Notre prochain défi est donc de réussir à produire ces globules rouges à l'échelle industrielle,

virus du sida à la suite d'une transfusion sanguine, et 20 000 ont contracté l'hépatite C. Aujourd'hui, dans les laboratoires d'Héma-Québec, la vigilance est extrême. « Pour chaque don, nous effectuons une douzaine de tests bactériens et virologiques », explique Nathalie Rousselle, chef des analyses réglementaires chez Héma-Québec. En plus du VIH, on dépiste les virus des hépatites, du Nil occidental et les agents causant

C'est aussi ce que craint Thomas Ming Swi Chang, directeur du Centre de recherche sur les cellules artificielles de l'Université McGill, à Montréal. Dans son petit bureau, au milieu du fouillis d'un laboratoire à l'allure obsolète, il tente lui aussi, depuis plus de 50 ans, de mettre au point un substitut sanguin efficace. L'aspect modeste de son lieu de travail est trompeur, car ce scientifique

AU QUÉBEC, ON COMPTE 295 000 DONNEURS ACTIFS QUI FONT EN MOYENNE 1,66 DON PAR ANNÉE, POUR ENVIRON 80 000 RECEVEURS.

de façon automatique, dans des bioréacteurs. » Une prouesse que l'équipe espère relever d'ici cinq ans.

« Si c'est un succès, et si les essais cliniques sont concluants, on serait à l'abri d'une pénurie des dons, par exemple en cas d'épidémie, et on pourrait garantir la stérilité absolue du produit », ajoute Gilles Delage, vice-président aux affaires médicales en microbiologie à Héma-Québec. Depuis la terrible affaire du sang contaminé, qui a touché tous les pays dans les années 1980, les établissements chargés de la distribution du sang vivent dans la crainte d'une nouvelle épidémie. Entre 1985 et 1993, près de 1 100 Canadiens ont été infectés par le

la syphilis, ou la maladie de Chagas chez les donneurs d'origine sud-américaine, et d'autres encore. Ces tests, effectués nuit et jour, représentent une véritable course contre la montre, puisqu'il s'écoule rarement plus de 24 heures entre l'arrivée d'une poche de sang et sa livraison aux hôpitaux (voir l'encadré en page 24).

« Nous ne sommes toutefois pas à l'abri de l'émergence d'un nouveau virus ou parasite, estime Gilles Delage. Au cours des 10 dernières années, nous avons vu apparaître le virus du Nil occidental, qui n'existait pas en Amérique du Nord jusqu'en 1999, et il y en aura sûrement d'autres dans les années à venir. »

est célèbre dans le monde entier pour avoir fabriqué la première cellule entièrement artificielle, en 1957! Dans sa chambre d'étudiant, à l'aide de matériel improvisé, notamment d'atomiseurs de parfum, il avait créé une poche de plastique perméable de 1 mm de diamètre, capable de transporter l'oxygène presque aussi efficacement qu'un globule rouge, mais malheureusement trop grosse pour pouvoir circuler dans les vaisseaux. « J'étais jeune, je voulais faire quelque chose de nouveau », explique-t-il avec une timidité surprenante pour un homme qui a été deux fois candidat au prix Nobel, officier de l'Ordre du Canada en 1991 et élu meilleur « mcgillien » en 2011, à presque 80 ans.



OLIVIER JEAN

Le docteur Thomas Chang, de l'Université McGill a été le premier chercheur à mettre au point en 1957 une cellule entièrement artificielle... un globule rouge ! Il n'a jamais abandonné sa quête : trouver un substitut sanguin artificiel pour sauver des vies quand les transfusions sont impossibles.

en Europe, les essais cliniques, dont un mené en 2008 aux États-Unis sur 590 patients avec le produit PolyHeme, ne convainquent pas les autorités de santé. La raison? Trop d'effets indésirables. « Lors de cet essai, l'administration, en urgence, d'hémoglobine à des blessés a sauvé des vies, mais on a observé un risque légèrement accru de crise cardiaque, 3 % au lieu de 0,6 % dans le groupe témoin », explique Chang. En plus de transporter l'oxygène vers les cellules, les globules rouges naturels ont pour rôle d'éliminer les radicaux libres, ces déchets qui endommagent les tissus. Or, l'hémoglobine pure ne remplit pas cette mission, et les radicaux libres s'accumulent, augmentant le risque d'accidents cardiaques. Le chercheur ne se décourage pas pour autant. Il travaille aujourd'hui sur une nouvelle génération d'hémoglobine, qu'il combine chimiquement à des enzymes capables de détruire les radicaux libres. Et il revient à son idée initiale, imiter le globule rouge. « Grâce aux nanotechnologies, nous pouvons désormais encapsuler cette hémoglobine améliorée dans des billes de polymère biodégradable 100 fois plus petites que les globules rouges. Ces globules rouges synthétiques circulent 48 heures dans le sang, alors que l'hémoglobine

LE DON DE SANG SERA-T-IL BIENTÔT CHOSE DU PASSÉ? «NON, MAIS PLUS ON AURA D'OPTIONS POUR LES TRANSFUSIONS, MIEUX CE SERA.»

Menant de nombreux projets de recherche au cours de sa carrière, notamment sur le rein artificiel, ce médecin n'a jamais cessé de poursuivre son rêve, créer un globule rouge synthétique afin de sauver des vies dans les situations où la transfusion est impossible. « C'est le cas dans les zones sinistrées ou les zones de guerre. En 2008, lors du terrible tremblement de terre qui a secoué la province du Sichuan, en Chine, les secours ne pouvaient pas se rendre sur place pour amener les victimes à l'hôpital. Les gens mouraient faute d'être transfusés, souligne-t-il. Même ici, à Montréal, il faut parfois une heure ou deux avant qu'un accidenté de la route soit amené à l'hôpital, que son groupe sanguin soit testé et qu'il puisse recevoir du sang. »

C'est au début des années 1970 que le chercheur parvient à mettre au point un traitement à base d'hémoglobine, ce pigment contenu dans les globules rouges et

auquel se fixe l'oxygène. En éliminant le globule rouge lui-même et sa membrane, il annihile ainsi tout problème de compatibilité. D'autres chercheurs lui emboîtent le pas, notamment aux États-Unis. Mais il faudra attendre les années 1990 et l'émergence du sida pour que la communauté scientifique commence à s'intéresser à ses travaux. Les besoins en substituts sanguins sécuritaires deviennent si criants que l'hémoglobine de Chang suscite soudain l'intérêt de l'industrie biotechnologique. « Lorsqu'on administre cette hémoglobine à une souris qui a perdu les deux tiers de son sang, elle récupère aussi bien qu'avec une transfusion classique », explique-t-il. Après quelques essais cliniques, plusieurs laboratoires s'emparent du remède. En 2000, l'Afrique du Sud commercialise ainsi Hemopure, que la Russie vient de mettre à son tour sur le marché. Mais en Amérique du Nord et

libre ne circule que 24 heures. » Les premiers essais chez les animaux ont donné des résultats encourageants. « Ce produit peut être stocké à température ambiante et a une durée de vie de 1 ou 2 ans, contre 42 jours pour les globules rouges naturels ou cultivés en laboratoire », s'enthousiasme le docteur Chang. Le don de sang sera-t-il bientôt chose du passé? « Non, répond le chercheur. Aucun produit n'égalera jamais le sang humain, mais le but de la médecine est de sauver le plus de vies possibles. Plus on aura d'options pour les transfusions, mieux ce sera. » Et pour les malades, comme Stéphane Raymond, l'angoisse de trouver un donneur compatible ne sera peut-être plus qu'un mauvais souvenir.



LA RECHERCHE DANS LE RÉSEAU DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

UNE SCIENCE PLEINE D'ÉNERGIE

Vivre sans pétrole

**10 idées de nos
chercheurs**



ÉDITORIAL

Si c'est propre, c'est durable

L'Organisation des Nations unies (ONU) a proclamé 2012 «année de l'énergie durable». L'auguste institution entend ainsi sensibiliser le monde aux enjeux environnementaux et économiques que posent les choix énergétiques. Mais l'ONU fait surtout remarquer l'inadmissible écart qui sépare les pays riches des pays pauvres. Un milliard et demi de personnes n'ont ainsi pas accès à l'électricité. Pis, 3 milliards de Terriens sont tributaires du charbon et du bois pour cuisiner et se chauffer, ce qui n'aide certainement pas la planète à reprendre son souffle.

Les pays riches, les plus grands consommateurs d'énergie, sont tout de même les mieux placés pour trouver les moyens de sortir de notre dépendance aux carburants fossiles, ces véritables nuisances pour l'écologie de la planète.

Le Québec, qui fait évidemment partie des pays gourmands, cherche comment produire et utiliser l'énergie de manière plus efficace et plus responsable. Les nombreux projets en cours – petits et grands – visent tous à concrétiser le virage vert et à conduire nos sociétés vers des sources d'énergie renouvelables. Une tournée des laboratoires, dans nos universités, en fournit quantité d'exemples intéressants. D'une utilisation optimale de la biomasse forestière à la maîtrise de nouveaux carburants – l'hydrogène, entre autres – des solutions technologiques prometteuses se profilent enfin à l'horizon. Une constante : les sources d'énergie propre sont durables.

Il restera à réussir un autre défi : en faire profiter toute la planète. **La rédaction**



2012
ANNÉE INTERNATIONALE DE
L'ÉNERGIE DURABLE
POUR TOUS

Ce dossier est inséré dans le numéro d'avril-mai 2012 du magazine *Québec Science*. Il a été financé par l'Université du Québec et produit par le magazine *Québec Science*.

Comité éditorial :

Daniel Bélanger, Nicolas Bélanger, Pierre Bénard, Nicole Bouchard, Richard Chahine, François Deschênes, Michael Korwin-Pawlowski, Raymond Lemieux, David-H.

Mercier, Pascale Millot, Valérie Reuillard, Pierre Rivard, Federico Rosei, Lyne Sauvageau, Pierre Sormany

Coordination :

Valérie Reuillard

Rédaction : Gilles Drouin et Joël Leblanc

Graphisme :

François Émond

Édition/révision :

Pascale Millot

Correction : Luc Asselin

Bibliothèque nationale

du Canada :

ISSN-0021-6127

SOMMAIRE

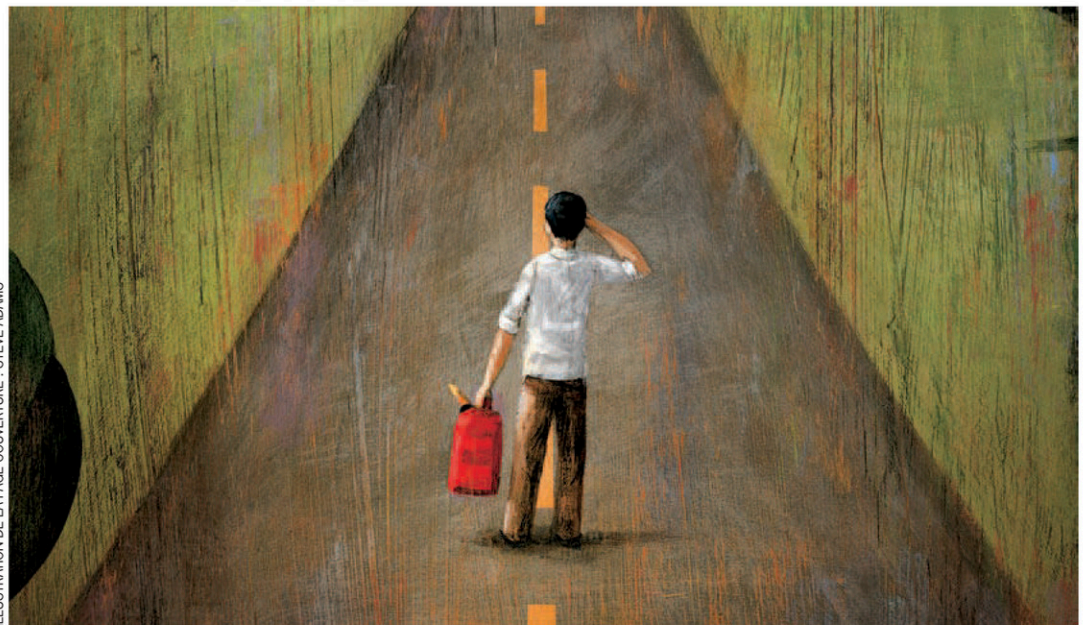


ILLUSTRATION DE LA PAGE COUVERTURE : STEVE ADAMS



3 LE FOND DU BARIL

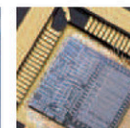
Que ce soit dans 50 ou 150 ans, les réserves de pétrole finiront par s'épuiser. Le Québec est-il prêt à passer à autre chose?



7 CHANGEMENT DE CAP

CHANGEMENT DE CAP

Partout, les chercheurs rivalisent d'ingéniosité pour passer au vert. Dix petites et grandes idées afin de mieux utiliser l'énergie.





LE FOND DU BARIL

Que ce soit dans 50 ou 150 ans, les réserves de pétrole finiront par s'épuiser. Le Québec est-il prêt à passer à autre chose? Par Gilles Drouin

Tôt ou tard, nous devons nous en passer. Tôt ou tard, nous devons apprendre à vivre sans lui. Il reste à connaître précisément la date de péremption. Les experts ne s'entendent pas sur le moment où se produira le fameux point de rupture, alors que la production mondiale commencera à diminuer. La Terre ne recèle pas de gisements pouvant satisfaire indéfiniment notre appétit toujours plus vorace pour l'or noir.

« Il reste des gisements de pétrole dit non conventionnel, mais il sont beaucoup moins accessibles et plus coûteux à exploiter », note le biologiste **Claude Villeneuve**, titulaire de la Chaire en éco-conseil de l'UQAC. Ce pétrole non conventionnel, c'est celui que

l'on trouve, par exemple, dans les sables bitumineux de l'Alberta ou dans les fonds marins de l'Arctique. « Il y aurait encore 100 milliards de barils dans l'Arctique et 175 milliards dans les sables bitumineux », ajoute le chercheur.

Alors, pourquoi vendre mon véhicule utilitaire sport? Parce que ce carburant, difficile d'accès, va coûter cher au consommateur. Rien à voir avec celui que l'on extrait des champs pétrolifères du Moyen-Orient, d'où semble jaillir sans fin des geysers de liquide noir et huileux.

Le Québec est tout de même chanceux. Les hydrocarbures représentent une part relativement modeste de son bilan énergétique. Ils sont cependant encore très utilisés dans le transport, même si la recherche sur les véhicules hybrides, électriques ou à l'hydrogène

est en plein essor. «Remplacer le pétrole dans les transports pose un grand défi, avertit Claude Villeneuve. C'est d'autant plus vrai qu'à volume égal, il n'y a pas d'autre source d'énergie aussi efficace et économique pour assurer la mobilité.»

Les réponses à cet immense défi seront en partie technologiques et plusieurs filières de remplacement sont à l'étude dans les laboratoires du réseau de l'Université du Québec. «Et plus le prix du pétrole grimpe, plus ces approches deviennent avantageuses. Sauf que, si nombre de solutions simples ont donné de bons résultats, c'est beaucoup plus compliqué lorsque vient le temps de développer un système de remplacement à grande échelle.»

D'autant que la performance énergétique n'est pas la seule donnée à considérer. Les impacts environnementaux liés à la production d'énergie sont au cœur des enjeux de la recherche actuelle.

«Toutes les filières énergétiques ont des effets sur l'environnement. L'impact zéro est impossible», soutient l'économiste **Jean-François Lefebvre**, chargé de cours au département d'études urbaines et touristiques de l'UQAM. Dans son livre *Énergies renouvelables, mythes et obstacles* (Éditions MultiMondes), qu'il cosigne avec **Nicole Moreau** – également chargée de cours à l'UQAM – et **Jonathan Théorêt**, Jean-François Lefebvre décortique sous toutes leurs coutures les principales filières énergétiques envisageables à long terme, ce qui inclut autant les effets sur l'environnement que l'amortissement des installations. Il soutient que l'avenir passe par une combinaison de différentes filières. «Il y a probablement encore de la place pour un peu plus d'éolien, par exemple, mais il ne faut pas croire que cela finira par combler tous nos besoins, ajoute-t-il. L'hydroélectricité restera une avenue très importante pour le Québec.»

Entre autres voies, l'amélioration de l'efficacité énergétique séduit par sa simplicité, mais elle implique des changements décisifs dans nos comportements. Peu importe la source d'énergie, c'est dans la façon de l'utiliser que repose notre capacité à réduire progressivement notre dépendance au pétrole. «C'est ce que

ainsi qu'à l'élaboration de guides et de méthodes pour l'évaluation des industries, tout comme à l'analyse du cycle de vie des produits.

Il conduit lui-même un véhicule hybride truffé d'instruments de mesure à des fins de recherche. Tout comme sa fille! «En planifiant davantage nos déplacements et en changeant nos habitudes de conduite,



Jusqu'à épuisement des stocks

Au rythme auquel notre consommation croît, nous n'irons pas loin avec ce qu'il reste de pétrole dans le monde. Chaque jour, nous consommons 88 millions de barils (32 milliards de barils par année!). «On estime que la planète comptera trois fois plus d'automobiles en 2050, explique Claude Villeneuve, de l'UQAC. La demande de pétrole destiné au transport devrait donc doubler. Et on a beau améliorer sans cesse l'efficacité énergétique des véhicules, cela ne permettra pas de compenser la hausse de cette demande.»



«Toutes les filières énergétiques ont des effets sur l'environnement. L'impact zéro est impossible.»

j'appelle l'efficacité comportementale, avance Claude Villeneuve. Les automobilistes parcourent de nombreux kilomètres inutiles. Il est possible de réduire considérablement la consommation de pétrole en changeant la façon d'utiliser son automobile.»

À sa chaire de l'UQAC, le chercheur se consacre précisément à la formation d'éco-conseillers, qui travailleront à des projets de développement durable,

j'ai coupé de moitié le nombre de kilomètres parcourus et nous avons réduit de 25% notre consommation d'énergie.» Qui dit efficacité énergétique sous-entend diminution de sa consommation, utilisation adéquate et utilisation en cascade (par exemple, en récupérant la chaleur d'une usine pour chauffer des maisons ou un édifice public). Si Jean-François Lefebvre considère également l'efficacité énergétique comme une avenue



Le biologiste Claude Villeneuve, de l'UQAC au volant de son véhicule hybride : «Les automobilistes parcourent de nombreux kilomètres inutiles. Il est possible de réduire considérablement la consommation de pétrole en changeant la façon d'utiliser son automobile.»

PAUL CIMON

- Pétrole
- Hydroélectricité
- Gaz naturel
- Biomasse
- Charbon



Le Québec énergétique en chiffres

Selon les plus récentes données du ministère des Ressources naturelles, le pétrole répondait, en 2009, à 39% des besoins en énergie des Québécois. Environ 40% étaient comblés par l'hydroélectricité, 12,5% par le gaz naturel et 7,4% par la biomasse. Le charbon ne représentait qu'un tout petit 1%, tandis que l'éolien commençait à peine à remplir ses promesses. De toutes ces sources d'énergie, un peu plus de la moitié – essentiellement du gaz naturel et du pétrole – provient de l'importation. Le pétrole est surtout utilisé pour le transport (12,8 milliards de litres sur un total de 17,4 milliards de litres). Le reste est essentiellement réservé au chauffage.

de choix, il se garde bien de faire reposer la responsabilité sur les seuls consommateurs. «Les vrais gains viendront d'ailleurs : de l'aménagement du territoire et de notre façon de structurer la société.» Par exemple, si la tendance nord-américaine à construire des maisons de plus en plus grandes se maintient, il faudrait concevoir un aménagement du territoire qui favorise le recours à la géothermie ou encore à la récupération de la chaleur des usines.

Le transport en commun, et surtout son électrification, est évidemment une autre option. «Il faut absolument aménager des circuits de tramways électriques à Montréal et à Québec», soutient Jean-François Lefebvre.

Dans l'équation énergétique d'une société, l'humain est au premier plan. Qu'il s'agisse d'adopter de nouvelles filières ou de les rejeter. Car la plupart des projets, ou presque, rencontrent une résistance, qu'il s'agisse de

barrages hydroélectriques, de forages pétroliers, de l'extraction du gaz, de la mise en place de parcs éoliens, de l'exploitation des sables bitumineux et même du transport du pétrole, comme le démontre l'opposition à deux projets de pipeline pour exporter le pétrole de l'Alberta (Keystone XL et Northern Gateway).

Qu'est-ce qui fait qu'un projet passe la rampe et l'autre pas? «Les raisons sont multiples, répond la géographe **Marie-José Fortin**, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en développement régional et territorial à l'UQAR. Les choses sont parfois liées aux aspects techniques, comme la dimension et le bruit produit par une éolienne. Mais elles relèvent plus sûrement de la culture et de la perception des gens.» D'où la nécessité d'étudier ce qu'il est aujourd'hui convenu d'appeler «l'acceptabilité sociale» des projets.

Les facteurs décisifs sont souvent politiques et

L'opposition à certains projets énergétiques cache des enjeux locaux et régionaux, parfois même des conflits entre des groupes, et n'a rien à voir avec le choix de la filière énergétique.



Trois-Rivières, janvier 2012, manifestation contre les gaz de schiste

C'est dans les laboratoires que se prépare l'ère de l'après-pétrole, mais c'est sur le terrain qu'elle se réalisera.

sociologiques, comme l'a aussi constaté la politologue **Maya Jegen**, professeure à l'UQAM. En réalisant une enquête sur l'acceptabilité sociale des projets éoliens au Québec, elle a remarqué que, dans la plupart des cas, l'opposition cache des enjeux locaux et régionaux, parfois même des conflits entre des groupes, et n'a rien à voir avec le choix de la filière énergétique. Il y a beaucoup d'enjeux autres que le bruit ou l'altération du paysage. Lors de cette enquête, les citoyens ont clairement exprimé un manque de confiance envers les élus municipaux et provinciaux, certains les jugeant incompétents, d'autres soupçonnant des conflits d'intérêt.

Marie-José Fortin a fait la même constatation lors des études qu'elle a réalisées sur le terrain au Saguenay, en Gaspésie, dans le Bas-Saint-Laurent et même en France.

Au Québec, on constate une profonde remise en question du modèle de développement qui a traditionnellement caractérisé l'exploitation des ressources naturelles. Un modèle qui mise sur la grande entreprise privée, souvent étrangère. « On ne peut plus justifier un projet seulement en invoquant ses retombées économiques. Nous devons aussi considérer les conséquences sociales, culturelles et environnementales », explique Marie-José Fortin. Le débat entourant la mise

en œuvre du Plan Nord en est une illustration parfaite.

Ainsi est-elle surprise de constater les similitudes entre le mouvement d'opposition à l'exploitation du gaz de schiste et au développement de l'énergie éolienne : « Les mouvements se construisent de la même façon. Deux nouvelles filières, peu connues du grand public, des débuts relativement discrets puis, sous l'œil des médias, les mouvements s'organisent. Ce sont d'abord les citoyens qui protestent, exigent de l'information et vont chercher de l'expertise, puis ils reçoivent l'appui de groupes environnementaux. »

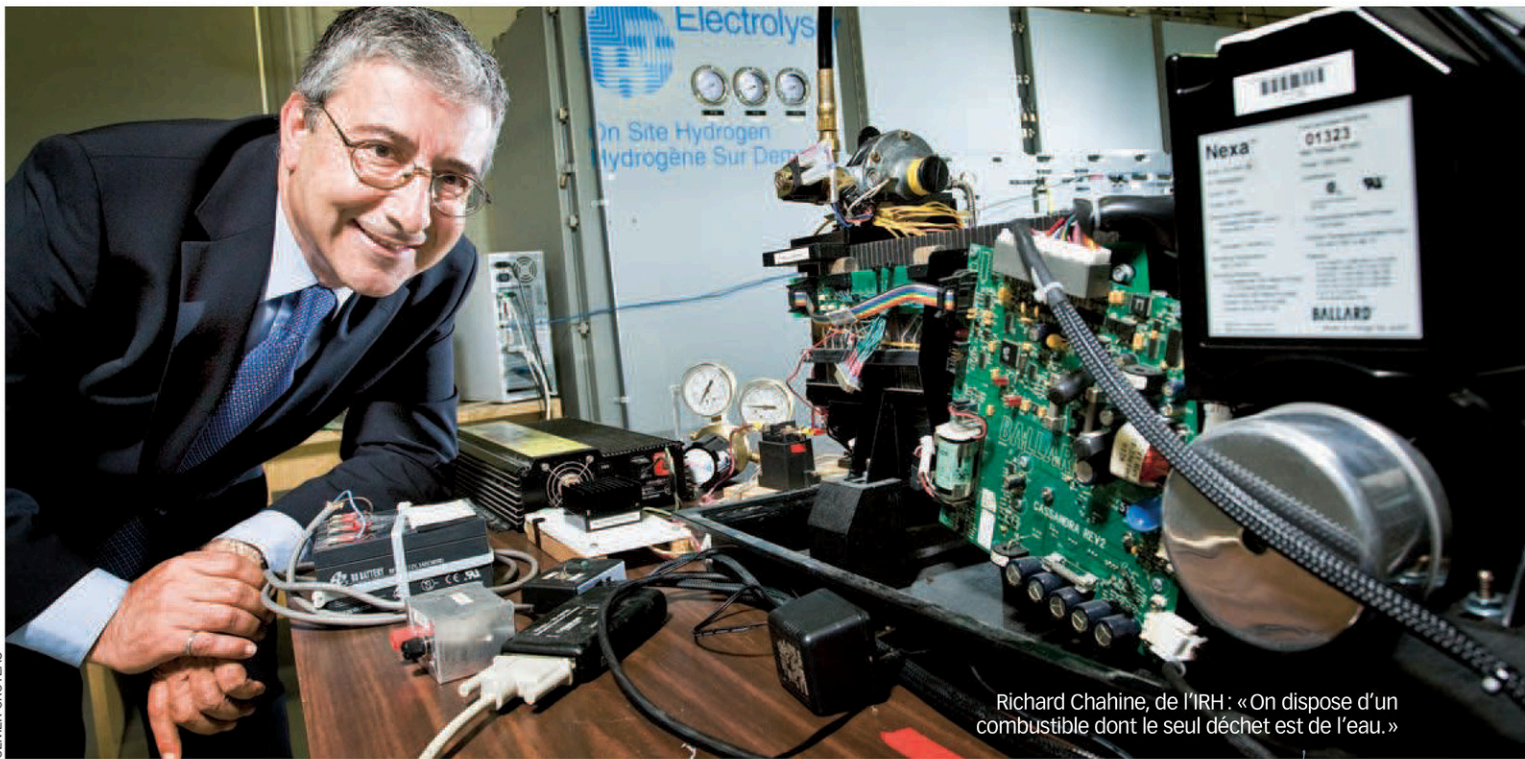
Faut-il y voir des manifestations égoïstes du syndrome « pas-dans-ma-cour » ? Ce serait faire fausse route, estime la chercheuse qui y décèle au contraire une responsabilisation plus grande des citoyens. « L'opinion de la population, que les décideurs ont eu tendance à ignorer, s'impose désormais, explique-t-elle. C'est là le principal acquis des luttes observées depuis quelques années dans le domaine des ressources naturelles : la nécessité de prendre au sérieux les préoccupations citoyennes et même de les intégrer dans les démarches de planification territoriale et de conception de projet. »

C'est dans les laboratoires que se prépare l'ère de l'après-pétrole, mais c'est sur le terrain qu'elle se réalisera.



CHANGEMENT DE CAP

Partout, les chercheurs rivalisent d'ingéniosité pour passer au vert. Dix petites et grandes idées afin de mieux utiliser l'énergie. Par Joël Leblanc



OLIVIER CROTEAU

Richard Chahine, de l'IRH: « On dispose d'un combustible dont le seul déchet est de l'eau. »

1 **Donnez-moi de l'hydrogène!**

Avant de franchir les portes du grand hangar de l'Institut de recherche sur l'hydrogène (IRH), basé à l'UQTR, il faut montrer patte blanche. Serrures magnétiques et systèmes de reconnaissance digitale indiquent clairement qu'ici on ne badine pas avec le secret industriel. Dans un coin, il y a deux petits camions dont on a démonté les réservoirs. Dans un autre, des bancs d'essai en vue du stockage d'hydrogène pour Ford, GM et Toyota. On y travaille sur le carburant de demain.

Avec ses 70 professeurs, scientifiques et étudiants

gradués, l'IRH, fondé en 1996, est le plus important centre de recherche sur l'hydrogène au Canada.

Son cofondateur et directeur **Richard Chahine**, ainsi que ses collègues et étudiants, cherchent à rendre nos voitures propres, propres, propres. « L'hydrogène n'existe pas à l'état naturel. Il faut le fabriquer. Mais quand on y arrive, on dispose d'un combustible dont le seul déchet est de l'eau. »

Les choses sont évidemment complexes car, pour obtenir de l'hydrogène (H_2), on utilise notamment une méthode appelée l'électrolyse de l'eau, un procédé qui demande beaucoup d'énergie électrique. Si cette électricité est renouvelable, tout va bien, mais si elle provient de carburants fossiles, on ne fait que déplacer



Grâce à la pile à combustible mise au point à l'IRH, ce petit véhicule électrique fabriqué au Québec pourrait bientôt disposer d'une autonomie beaucoup plus grande.

2

Des condensateurs pour épauler les batteries

Pour stocker de l'énergie électrique, il n'y a pas que des batteries. Il y a aussi des condensateurs, des systèmes qui peuvent supporter une arrivée soudaine d'énergie, la stocker quelques instants et la restituer au besoin. « Nous travaillons sur des super-condensateurs électrochimiques à base de carbone et d'oxyde de manganèse », explique

Daniel Bélanger, professeur au département de chimie de l'UQAM.

Contrairement aux batteries, ces appareils contiennent peu de métaux lourds et encaissent rapidement de très fortes charges.

Tous les engins qui font des mouvements répétitifs pourraient être équipés de tels super-condensateurs. « Une voiture, par exemple, dépense beaucoup d'énergie lorsqu'elle roule. Au freinage, cette énergie pourrait être accumulée, puis restituée aux roues lors du départ suivant. Chaque fois, on épargne du carburant. » Même chose avec un ascenseur, dont l'énergie de montée serait ainsi tirée en partie de celle de la descente précédente.



Une tour de télécommunication en Haute-Gaspésie équipée d'une combinaison génératrice au diesel et éolienne pour réduire la consommation de carburant fossile.

la source de pollution. On ne pollue plus avec nos moteurs, mais avec l'énergie qui sert à produire du carburant.

À l'IRH, on cherche par exemple à transformer l'énergie du vent ou du soleil pour faire l'électrolyse de l'eau et produire l'hydrogène voulu.

Autre enjeu, le stockage. « Pour une même masse, l'hydrogène est quatre fois plus énergétique que le pétrole. Mais c'est un gaz et il occupe un énorme volume! La solution est de le comprimer et de le confiner dans des réservoirs. » Pour cela, on utilise en général des bonbonnes aux parois très épaisses, mais l'IRH lorgne du côté des matériaux nanoporeux, comme des nanotubes de carbone, qui sont des matériaux solides mais qui présentent une multitude de minuscules pores, pour un total de 4 000 m² à 5 000 m² de surface dans un seul gramme de matière! Dans ces matériaux, les molécules d'hydrogène se fixent à ces grandes surfaces par des liaisons physiques faibles. Une innovation de l'UQTR.

L'hydrogène pourrait aussi être utilisé dans des appareils portables. « Nous aidons les manufacturiers à développer les piles à combustible qui équiperont les appareils portatifs de demain. Une pile à combustible est un système qui permet d'obtenir de l'électricité directement à partir de l'hydrogène, sans combustion », explique Richard Chahine. Preuve de l'intérêt de l'industrie, la compagnie Apple vient déjà de déposer un brevet pour un ordinateur avec pile à combustible. La compagnie canadienne Angstrom, récemment achetée par Bic, se spécialise quant à elle dans les micro-piles à combustible pour téléphones portables. Des appareils du futur qui devront faire le plein d'hydrogène.

3 Des génératrices dans le vent

Dans le Grand Nord, le ronron des génératrices au diesel fait partie du paysage sonore. Ce sont elles qui alimentent les stations de recherche isolées, les petits villages, les tours de télécommunication et les campements d'ouvriers. Mais cette énergie coûte cher. Alors qu'au sud, un kilowattheure d'électricité coûte environ 0,07 \$, il peut grimper jusqu'à 2 \$ dans les lieux nordiques difficiles d'accès.

« Le diesel n'est pas facile à transporter là-bas », explique **Adrian Ilinca**, ingénieur et directeur du Laboratoire de recherche en énergie éolienne de l'UQAR. D'où la volonté des chercheurs d'améliorer le rendement de ces génératrices en les couplant avec des éoliennes. « Les petites éoliennes seules ne sont pas très fiables dans les conditions climatiques du Grand Nord. Les vents forts peuvent parfois briser les pales et la glace peut aussi les paralyser. Cela dit, elles pourraient être utilisées en support aux génératrices pour augmenter leur rendement et diminuer ainsi la consommation de carburant. »

Il faut savoir que ces génératrices au diesel sont munies de moteurs dits turbocompressés qui ne peuvent alimenter suffisamment leur compresseur lorsqu'ils tournent eux-mêmes à bas régime, c'est-à-dire quand la demande en électricité est faible. Ils deviennent alors des moteurs ordinaires, avec un piètre rendement.

« C'est là que les éoliennes peuvent faire la différence », explique Adrian Ilinca. Au lieu de produire directement

de l'électricité, elles servent à faire tourner un compresseur qui stocke de l'air sous pression dans un gros réservoir. Lorsque les génératrices tournent, même à bas régime, on peut injecter cet air comprimé dans les prises d'air et augmenter le rendement.» La génératrice est alors plus puissante et elle produit l'électricité voulue, en consommant moins.

Cette année, un site en Gaspésie sera équipé du système imaginé par Adrian Ilinca pour tester son efficacité. Une fois au point, et appliqué à toutes les génératrices qui ronronnent dans le Grand Nord, c'est l'efficacité énergétique de tout un territoire qui pourrait être découplée.



Truffés de senseurs, ces photobioréacteurs de l'UQAR hébergent des microalgues traitées aux petits soins.

4 Des algues dans le moteur

Dans une station de recherche de l'UQAR, **Réjean Tremblay** dompte des micro-organismes pour produire du combustible. De grands tubes remplis d'un liquide vert tendre y sont exposés à une intense lumière : «Chacun est un bioréacteur qui contient des milliards d'algues microscopiques auxquelles on fournit des nutriments, du gaz carbonique et de la lumière, explique le biologiste. On les laisse croître pendant quelques jours, puis on les recueille, on les assèche, et on en tire des huiles que l'on peut transformer en biodiesel.»

S'il fallait un biologiste pour s'intéresser à ces petits

as de la photosynthèse, il fallait un ingénieur pour créer les systèmes d'opération des bioréacteurs. «Mon travail consiste à m'assurer de la constance de la production, explique **Jean-Sébastien DesChênes**, ingénieur en contrôle et optimisation des procédés. Dans le liquide, le CO₂, le lactosérum – nutriment principal – et les minéraux doivent être maintenus à leurs concentrations optimales. Des capteurs prennent des mesures en continu et l'ordinateur s'assure d'ajouter ce qu'il faut à tout moment.»

Chaque bassin de 350 L est vidé de la moitié de son contenu tous les 2 jours et les algues sont asséchées avant qu'en soient extraits les acides gras. Il y a cependant un défaut à ce processus. Il nécessite beaucoup d'eau qu'il faut ensuite éliminer, ce qui demande de grandes dépenses et beaucoup d'énergie. «À l'heure actuelle, un bioréacteur de 350 L ne fournit que 100 ml de biodiesel toutes les deux semaines. Il faudrait qu'il en produise de 10 à 20 fois plus. C'est ce à quoi nous travaillons.»

5 Du fumier dans votre fournaise

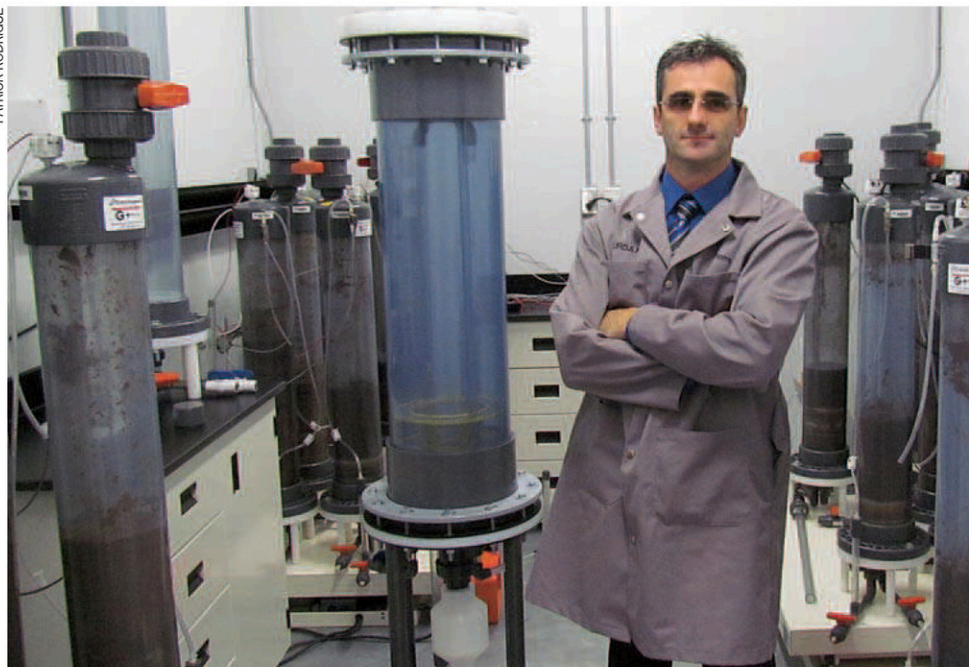
Fabriquer de l'énergie propre à partir de fumier... L'image fait sourire. Les recherches de **Pierre Rivard**, ingénieur agronome à l'UQAT, prouvent pourtant que c'est tout à fait possible.

Son laboratoire est rempli de colonnes de plastique transparent, où «travaille» une substance brunâtre. Aucune odeur ne s'en dégage. Ce sont des digesteurs. «Ma recette est simple, explique le chercheur. Je les remplis de fumier, puis j'ajoute des bactéries spécifiques qui le font fermenter, ce qui produit du méthane.»

On sait que le méthane est un gaz naturel issu de

Pierre Rivard à la Station de recherche en agroalimentaire de l'UQAT à Notre-Dame-du-Nord, à côté de digesteurs anaérobiques qui servent à séparer le fumier en phases liquide et solide.

PATRICK RODRIGUE



la fermentation de la matière organique, en l'absence d'oxygène. Cette fermentation est essentielle chez les animaux pour faciliter la digestion des repas riches en fibres. Elle est assurée par des bactéries que l'on retrouve, entre autres, dans l'estomac des ruminants, plus particulièrement dans le rumen, le plus grand de leurs quatre estomacs. C'est là, dans le rumen des animaux abattus pour la boucherie, que Pierre Rivard trouve les bactéries pour ensemercer ses digesteurs.

C'est dans la municipalité de Notre-Dame-du-Nord, à la pointe septentrionale du lac Témiscamingue, dans le nord-ouest du Québec, qu'a été implantée la toute nouvelle Unité de recherche et développement en agroalimentaire de l'UQAT.

Pierre Rivard essaie pour le moment d'y créer les conditions idéales pour produire le maximum de biométhane. «La température et le pH sont les deux principaux paramètres à ajuster afin de développer un milieu optimal pour les bactéries.» Des ajustements délicats, car ces micro-organismes appartiennent à différentes espèces qui ont toutes leurs exigences propres.

Afin d'augmenter encore sa production de gaz méthane, le chercheur a eu l'idée d'utiliser des bactéries provenant du rumen d'un orignal. «Je m'étais dit que l'alimentation des orignaux, plus coriace que celle des bovins, devait nécessiter un système digestif encore plus puissant et des bactéries encore plus performantes.»

Son intuition était bonne. Après 60 jours de fermentation, les deux digesteursensemencés à l'aide de ces bactéries super costaudes ont produit 64% plus de biogaz que les 10 autres digesteurs à base de bactéries bovines. Pierre Rivard se plaît maintenant à imaginer des super-digesteurs à base de bactéries d'orignal qui, un jour, pourront fournir du méthane aux fermiers qui économiseront en frais énergétiques.

6 Une chimie qui verdit

Dilutions dans l'eau, chauffage dans des fours à micro-ondes, diminution du gaspillage, etc. Dans les laboratoires du département de biologie, chimie et géographie de l'UQAR, on enseigne aux élèves les principes de la chimie verte, plus respectueuse de l'environnement et moins énergivore.

«Pour chauffer, explique **Jonathan Gagnon**, professeur au département, il y a longtemps que les chimistes n'utilisent plus de brûleurs au gaz. Le four à micro-ondes fait bien mieux l'affaire. Il chauffe plus vite, il consomme moins d'énergie et pollue moins.»

C'est un des principes enseignés dans le cadre du programme de chimie de l'environnement et des biosources. «En gros, la chimie verte, c'est l'art de faire plus avec moins, explique **Lucie Beaulieu**, professeure et chercheuse au même département. On tente de faire de la science en générant moins de



produits secondaires, en utilisant moins d'énergie, en exploitant au maximum des catalyseurs qui peuvent être facilement récupérés en fin de réaction, en utilisant des matières premières non issues des produits pétroliers.»

On s'appuie ainsi sur quelques grands principes. Payer plus cher au départ afin de produire moins de déchets, plutôt que de payer pour les éliminer. Lors d'une synthèse, économiser les atomes en s'assurant de maximiser la production des matériaux initiaux qui se retrouvent dans le produit final. Mettre au point des méthodes de synthèse qui se déroulent dans les conditions de pression et de température ambiantes. Utiliser des solvants non toxiques; de l'eau lorsque c'est possible.

Si, dans leurs laboratoires, les chercheurs parviennent à réduire l'énergie nécessaire pour une réaction, imaginez les centaines de kilowattheures qui pourront être économisés à grande échelle en milieu industriel.

Mais la réaction chimique la moins énergivore, c'est celle qu'on ne fait pas! «On simule désormais les réactions par bioinformatique avant de passer au labo, c'est-à-dire qu'on observe sur un écran les interactions entre les molécules, sans qu'on ait besoin de les combiner réellement. C'est ce qu'on appelle les essais in silico.» Pour chaque réaction accomplie et testée dans l'ordinateur, c'est quelques éprouvettes en moins au labo.



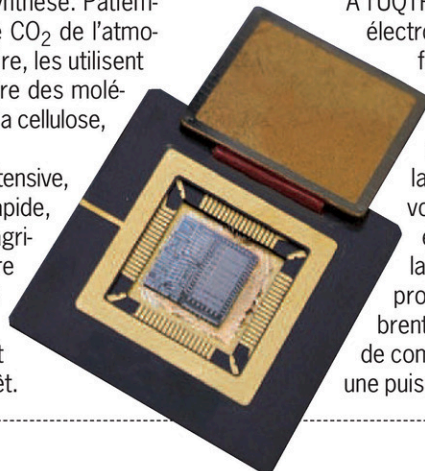
Plantation de saules en milieu agricole. Un hectare peut compter 15 000 arbres et séquestrer 10 tonnes de carbone par année.

7 Une prison pour le carbone

L'idée est toute simple. « En faisant pousser plus d'arbres, on emprisonnera plus de CO₂, dit **Nicolas Bélanger**. La nature sait comment séquestrer du gaz carbonique. Il faut utiliser cet atout au maximum. Un arbre, c'est un réservoir de carbone. »

Dès qu'elles reçoivent de la lumière, toutes les plantes de la Terre commencent cette fascinante activité biochimique qu'est la photosynthèse. Patiemment, elles captent les molécules de CO₂ de l'atmosphère et, alimentées à l'énergie solaire, les utilisent comme matière première pour en faire des molécules plus complexes : des sucres, de la cellulose, de la lignine, etc.

« Il faut faire de la sylviculture plus intensive, choisir des essences à croissance rapide, planter dans les sols délaissés par l'agriculture. Bref, il faut innover en matière de production d'arbres », dit **Nicolas Bélanger**, professeur à la TÉLUQ, l'université à distance de l'UQAM, et chercheur au Centre d'étude de la forêt.



Il travaille notamment avec les agriculteurs sur la production de biomasse ligneuse en milieu agricole. « Sur leurs terres, les agriculteurs disposent toujours de parcelles non utilisées. Je cible ces endroits pour produire le plus de biomasse, le plus vite possible, dans le plus petit espace. Pour l'instant, le saule est particulièrement prometteur. On peut en planter 15 000 tiges à l'hectare et elles atteignent une taille intéressante en 3 ou 4 ans. Les saules peuvent séquestrer annuellement jusqu'à 10 tonnes de carbone par hectare. Sans compter qu'ils sont très résistants, qu'ils peuvent pousser sur des sols pauvres et qu'ils augmentent la teneur en carbone et la fertilité de ces sols. »

Une fois coupés, ils repoussent d'eux-mêmes à partir des souches restantes et on les récolte ainsi à nouveau tous les trois ou quatre ans. « Pour un agriculteur, cela représente une source de revenu supplémentaire potentielle. »

Et tout ce bois récolté peut servir de source d'énergie, pour chauffer des bâtiments ou produire des biocarburants. « Chaque arbre coupé laisse la place à un autre qui continuera de capter du CO₂. Contrairement aux combustibles fossiles qui sont un ajout net de carbone dans l'atmosphère lorsqu'on les brûle, la forêt qu'on exploite intelligemment est l'un des meilleurs puits de carbone. »

8 Communiquer sans perte

Daniel Massicotte a l'air d'un numismate, fier de sa dernière trouvaille. Mais l'objet carré qu'il cache dans une boîte de plastique est beaucoup plus petit qu'une pièce de monnaie. Il ne fait que 3 mm ou 4 mm de côté. « Cette puce que nous avons inventée n'a l'air de rien, mais elle permet de réduire considérablement la consommation énergétique des appareils dans lesquels elle est installée. »

Et ces appareils sont nombreux. On compte aujourd'hui plusieurs milliards d'utilisateurs de téléphones mobiles dans le monde. « Non seulement le nombre d'utilisateurs augmente-t-il, mais leurs besoins en données augmentent aussi, affirme **Daniel Massicotte**. Ils veulent plus de débit, de la vidéo sur les appareils, les générations 4G et plus. »

À l'UQTR, le Groupe de recherche en électronique industrielle (GREI), dont fait partie **Daniel Massicotte**, travaille à améliorer l'efficacité énergétique des appareils électroniques. « Prenez la téléphonie cellulaire. Lorsque vous allumez votre appareil, il entre en communication avec la tour de transmission la plus proche. Rapidement, ils se calibrent l'un l'autre selon la distance de communication et utilisent ensuite une puissance de signal minimale pour

9



9 Des matériaux composites super légers

À l'UQTR, **Luc Laperrière** et son équipe utilisent des presses à papier industrielles pour produire des panneaux ultra légers! « Nous mélangeons des fibres de lin longues à des fibres de papier courtes pour produire un matériau composite écologique », explique le directeur du Laboratoire de mécanique et éco-matériaux.

Les matériaux composites classiques sont faits d'un tissage synthétique de fibres de verre, de carbone ou de kevlar emprisonnées dans une résine plastique durcie. Les objets obtenus (auxquels on donne toutes sortes de formes pour en faire des raquettes de badminton ou des structures d'avion) sont solides et légers. « Les matériaux composites, par leur légèreté, sont déjà un apport écologique, puisque les véhicules qui en contiennent sont moins lourds et nécessitent moins d'énergie pour se déplacer. En remplaçant la fibre synthétique par de la fibre naturelle et en développant des résines écologiques, on obtient un produit aussi performant, mais biodégradable », assure **Luc Laperrière**. Sans compter que les tiges sont actuellement un déchet industriel issu du lin qu'on cultive pour l'huile contenue dans les graines.

Des matériaux éco-composites sont déjà utilisés dans l'industrie de l'automobile, notamment des pièces de châssis. Bientôt des avions en lin?

“s’entendre”. Au total, quelques milliwatts suffisent. Mais, à l’heure de pointe, lors du retour à la maison, une même antenne peut gérer des centaines d’appels en simultané. Il arrive alors qu’elle utilise beaucoup d’énergie. Or, 80% de la consommation énergétique dans les télécommunications sont attribuables aux tours cellulaires. C’est pourquoi nous concentrons présentement nos efforts sur ces antennes.»

Pour alimenter les tours, on utilisera de plus en plus des énergies renouvelables, comme des panneaux solaires. Mais pour que ce soit rentable, il faut d’abord que les tours consomment moins. Daniel Massicotte et son équipe y travaillent.

10 L’essence de la forêt

Un peu partout, dans l’arrière-pays, des compagnies forestières coupent des arbres pour en faire du papier. Les ébrancheuses travaillent vite. Chaque année, seulement en Mauricie, 650 000 tonnes de matière orga-

nique – branches, rameaux et feuillages – sont laissées sur le sol. Du gaspillage aux yeux de **Patrice Mangin**. «Les résidus de bois peuvent être transformés en combustible», avance le professeur et chercheur au Centre de recherche sur les matériaux lignocellulosiques de l’UQTR.

Il ne s’agit pas de brûler le bois pour chauffer des bâtiments. Ici, on élabore des procédés pour concentrer l’énergie du bois dans un plus petit volume en extrayant ses huiles combustibles.

En d’autres termes, on fabrique du biodiesel à partir du bois. Pour y arriver, on effectue d’abord une réaction par pyrolyse qui favorise une décomposition rapide des résidus par la chaleur, dans des conditions très pauvres en oxygène. Même si elle se déroule dans ce qui ressemble à de grands fours, la pyrolyse rapide se différencie de la combustion. Elle produit des composés solides qui ressemblent à du charbon, ainsi que des huiles. «Ces huiles, c’est de l’énergie concentrée, explique Patrice Mangin. Quelques transformations chimiques dites de gazéification et de recombinaison permettent d’en faire du diesel.»

Il y a cependant un obstacle de taille à l’exploitation de cette biomasse : l’immensité du territoire forestier. Pas facile de la transporter vers d’éventuels centres de pyrolyse situés loin des lieux d’exploitation. À cause du transport, on risque de dépenser autant d’énergie qu’on en produit. «J’imagine de très petites unités de pyrolyse, pouvant traiter une dizaine de tonnes par jour. On pourrait les déplacer sur des remorques, de site en site. Le Québec aurait ainsi une flotte de pyrolyseurs mobiles en forêt.»

Les bidons de bio-huile seraient ramassés plus tard. Ou peut-être même transformés sur place en biodiesel pour alimenter directement la machinerie des compagnies forestières qui utiliseraient alors moins de combustible fossile.

Autre avantage, on pourrait employer l’énergie dégagée lors du processus de la première étape pour produire chaleur et électricité. On appelle ça la cogénération. «Par un même procédé, on produit de la chaleur utilisable immédiatement, de l’électricité et des huiles énergétiques qui combleront d’autres besoins.»



DAVID MANTEL/ISTOCKPHOTO

-  Université du Québec à Montréal
-  Université du Québec à Trois-Rivières
-  Université du Québec à Chicoutimi
-  Université du Québec à Rimouski
-  Université du Québec en Outaouais
-  Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
-  Institut national de la recherche scientifique
-  École nationale d’administration publique
-  École de technologie supérieure

 **Université du Québec**

475, rue du Parvis
Québec (Québec) G1K 9H7, Canada
Téléphone : 418 657-3551
Télécopieur : 418 657-2132
www.uquebec.ca



Le réseau de l’Université du Québec comprend neuf établissements qui ont pour mission de faciliter l’accessibilité à l’enseignement universitaire, de contribuer au développement scientifique du Québec et au développement de ses régions.



Le trésor du Titanic

Cent ans après son naufrage, le *Titanic* fascine toujours. Et les archéologues n'ont pas fini d'explorer son épave ni d'y faire des trouvailles. *Québec Science* a interviewé Paul-Henry Nargeolet, chef des expéditions de recherche.

Le 14 avril 1912, le *RMS Titanic* vogue vers New York. Parti quatre jours plus tôt de Southampton, au Royaume-Uni, le navire n'atteindra jamais sa destination. Ce soir-là, à 23 h 40, le paquebot heurte un iceberg qui ouvre une série de brèches dans la partie avant de la coque. En trois heures, il s'enfonce vers son destin. Bilan estimé de la tragédie : 1 500 victimes; la plupart meurent d'hypothermie dans les eaux glacées de l'Atlantique (-2 °C).

Un siècle plus tard, les restes du paquebot le plus célèbre de l'histoire reposent encore à une profondeur de 3 800 m, à 650 km au sud-est de Terre-Neuve. Ce n'est qu'en

1985 qu'une équipe franco-états-unienne l'a retrouvé. Depuis, une quinzaine d'expéditions ont été mises sur pied pour explorer l'épave qui se désagrège. L'une d'elles a permis au producteur James Cameron de réaliser, en 1997, le film longtemps le plus lucratif de toute l'histoire du cinéma. Plusieurs autres sont menées plus discrètement par la société RMS Titanic inc., chargée de gérer le site de l'épave et la seule autorisée à en récupérer les objets.

Au cours de ces expéditions, quelque 5 500 pièces ont été retrouvées : de la vaisselle, de la monnaie, des papiers, des vêtements, des instruments de musique et des bibelots. Également, un morceau de la coque du navire pesant 17 tonnes. Tous

ces objets seront d'ailleurs vendus aux enchères, à New York, le jour anniversaire du naufrage. Et l'acheteur – l'ensemble sera vendu en un seul lot – devra montrer patte blanche pour prouver qu'il prendra un soin particulier des reliques du paquebot et qu'il continuera à les exposer au bénéfice du public.

Québec Science a interviewé Paul-Henry Nargeolet, un des premiers à avoir plongé sur le site de l'épave lorsqu'il travaillait pour l'Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer). Maintenant responsable des expéditions chez RMS Titanic inc., il est devenu un véritable expert du site. Il a dirigé la dernière mission, en août 2010.

Que ressent-on en plongeant pour explorer le *Titanic*?

C'est très émouvant. La première fois, en arrivant sur le pont avant, on voyait des treuils en bronze toujours brillants et des parties très bien conservées. On s'imaginait être sur le bateau en surface au milieu des passagers.

Dans quel état se trouve l'épave, actuellement?

Elle s'est beaucoup détériorée depuis la première expédition. Le contraste entre les images prises en 1987 et celles de 2010 est à cet égard très frappant. Il y a 23 ans, les ponts semblaient intacts. Puis un trou est apparu et il s'est agrandi. L'ampleur de la dégradation n'est pas la même pour les parties avant et arrière. La poupe avait été très endommagée dans le naufrage, car beaucoup d'air y était emprisonné lorsqu'elle s'est enfoncée, d'autant que c'était là que se trouvaient les chambres froides, énormes caissons hermétiques. La pression de l'eau qui augmentait au fur et à mesure de la descente a comprimé l'air et a fini par faire imploser la poupe. En s'échappant brusquement, cet air a provoqué une explosion qui a détruit la structure. Aujourd'hui, presque toute la partie arrière s'est effondrée, sauf les moteurs.

Quant à la partie avant, elle était bien conservée malgré la vitesse – 56 km/h – à laquelle elle a touché la vase benthique. Si elle est encore en assez bon état, c'est notamment parce qu'elle s'est enfoncée très profondément et qu'elle était remplie d'eau à ce moment. Elle n'a donc pas implosé. Les ponts étaient encore en bonne condition, en 1987. Depuis, ils s'affaissent petit à petit. Et l'étrave se détériore.

Dans les années à venir, les ponts vont s'effondrer les uns sur les autres et, d'ici 20 à 25 ans, il ne restera plus que les murailles d'acier de la coque qui, à certains endroits, atteignent 7,5 cm d'épaisseur. D'autres parties très solides résisteront elles aussi encore sans doute un siècle et peut-être plus, notamment les cales avant, près de l'étrave, où il y a davantage de piliers de soutènement que dans les grands salons et les salles à manger.



Un des quatre cylindres à haute pression récupérés. Chacun d'eux, de 1,40 m de diamètre, produisait 4 000 chevaux-vapeur.

PHOTOS : RMS TITANIC INC

À quoi est due la dégradation de l'épave?

D'abord à l'oxydation qui cause de la rouille bien que, à cette profondeur, il y ait 60 % moins d'oxygène qu'en surface. Autre cause, des champignons et des bactéries. Les bactéries « mangent » le métal rouillé de l'épave et forment des **rusticles**. Il y a aussi les courants de fond qui circulent à une vitesse variant entre un quart et un demi-nœud. Les **rusticles** sont d'ailleurs modelés par le courant dominant et ils y résistent étonnamment bien. Par contre, si on y touche, ils tombent en poussière instantanément.

Et les objets, comment ont-ils résisté aux éléments?

Leur état de conservation dépend de leur composition, mais aussi de leur emplacement. Le verre et la porcelaine, par exemple, ne sont quasiment pas altérés. C'est pour cela qu'on peut voir des piles d'assiettes intactes sur certaines photos. Un soir, par plaisanterie, lors d'une expédition précédente, j'avais dit à mes coéquipiers que je ne consentirais à boire du vin – je n'en bois pratiquement jamais – que si on me le servait dans une carafe du *Titanic*. Quelques

Rusticles

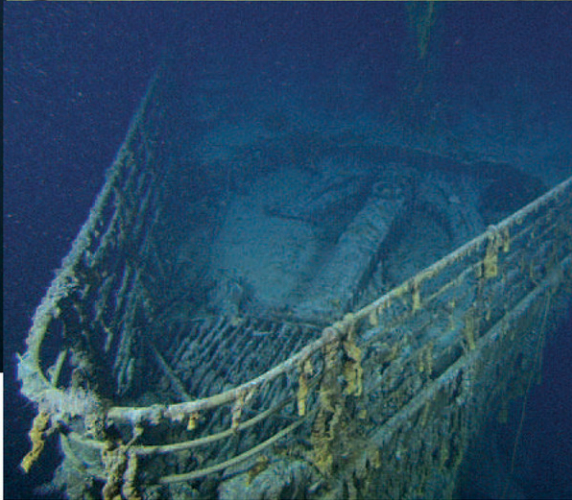
Contraction de *rust* (rouille) et de *icicle* (stalactite de glace), les **rusticles** sont composés d'environ un tiers de rouille. Le reste est formé par une communauté de champignons et de bactéries dont *Halomonas titanicae*, ainsi nommée parce qu'elle a été identifiée pour la première fois sur l'épave. La présence des bactéries a été mise en évidence par Roy Cullimore, de l'université de Regina, en Saskatchewan. Il a placé sur un pont du navire des « pièges » constitués de couches de pellicule photo. Récupérés trois jours plus tard, les pièges avaient « capturé » des bactéries qui avaient commencé à manger l'argent de la pellicule.

dizaines de minutes plus tard, ils sont revenus avec une carafe en cristal qui avait été remontée de l'épave. Une fois lavée et rincée, elle était impeccable!

Pour le métal, c'est plus complexe. Ainsi on a retrouvé un plat en argent intact. Mais, à un autre endroit, une chocolatière, en argent elle aussi, présentait une énorme protubérance de fer. Celle-ci s'était formée par électrolyse, des molécules ionisées de fer se



Le verre et la porcelaine ne s'altèrent quasiment pas. C'est pour cette raison que l'on a retrouvé des piles d'assiettes intactes sur l'épave.



Plongeurs au travail. Au moment de la découverte de l'épave, en 1998, on appelait la pièce qu'ils sont en train d'inspecter le « gros morceau ».

sont peu à peu collées dessus jusqu'à former une excroissance. Ce genre de phénomène s'explique par la présence de champs électriques. En effet, le nombre d'objets métalliques qui reposent au fond est tellement important que de tels champs se forment entre eux. Cela provoque des effets qui varient selon leur emplacement et leur proximité par rapport à d'autres types de métaux, comme pour ces deux pièces en argent dont je viens de parler. En ce qui concerne notre chocolatière, les conservateurs ont provoqué la réaction inverse en laboratoire et l'objet a retrouvé son aspect originel. On a aussi retrouvé une paire de jumelles quasiment intacte sur un tuyau. La conduite en fer a servi d'électrode et a empêché la formation de particules métalliques.

En revanche, une autre paire de jumelles posée directement sur le sédiment était devenue

ce qu'on appelle un fantôme. De loin, elle semblait intacte. Mais au moment de la saisir, elle est tombée en poussière. Car la vase affecte beaucoup les objets. Elle est si acide que, quand on y touche, les doigts deviennent lisses, comme lorsqu'ils sont en contact avec de l'eau de javel ou avec d'autres produits corrosifs. C'est ainsi qu'on a trouvé, posés sur la vase, des chaudières en nickel dont le fond avait complètement disparu, rongé par l'acidité.

Quel était le but de la dernière expédition?

Il s'agissait essentiellement de cartographier l'endroit pour le traiter comme un site archéologique. Habituellement lors de fouilles, on prend tous les renseignements, les mesures, les indications avant de toucher quoi que ce soit. On trace une grille de repères qui permet de positionner exactement toutes les pièces. Sur le site du *Titanic*, cela n'a jamais été fait parce que, à l'époque, il aurait fallu trop de temps et, avec les instruments d'alors, les tentatives de car-

Recherches de fond

Le site du naufrage a donné lieu à de nombreuses études.

Sur la faune

Le *Titanic*, comme toute épave, abrite beaucoup d'animaux qui se nourrissent uniquement des matières tombant de la surface, puisque aucune plante ne pousse dans cet environnement privé de lumière.

Sur la métallurgie

Des thèses ont été écrites sur la qualité des tôles et des rivets selon leur composition en acier ou en fer, et leur position. La coque aurait cédé aux endroits qui ne comptaient que deux lignes de rivets au lieu de trois.

Sur les sédiments

Des carottages de 30 cm ont mis en évidence la grande acidité du milieu, ce qui explique en partie la disparition de toute matière organique.

Sur les courants

Effectuer huit plongées en 23 ans sur un même site à grande profondeur est exceptionnel. Cela a donné beaucoup de renseignements sur la température de l'eau et les courants marins.



L'entrevue

tographie se sont avérées partielles et de qualité très moyenne. Au moment des premières expéditions, nous avons donc simplement photographié les objets dans leur position d'origine en notant leurs coordonnées avant de les récupérer.

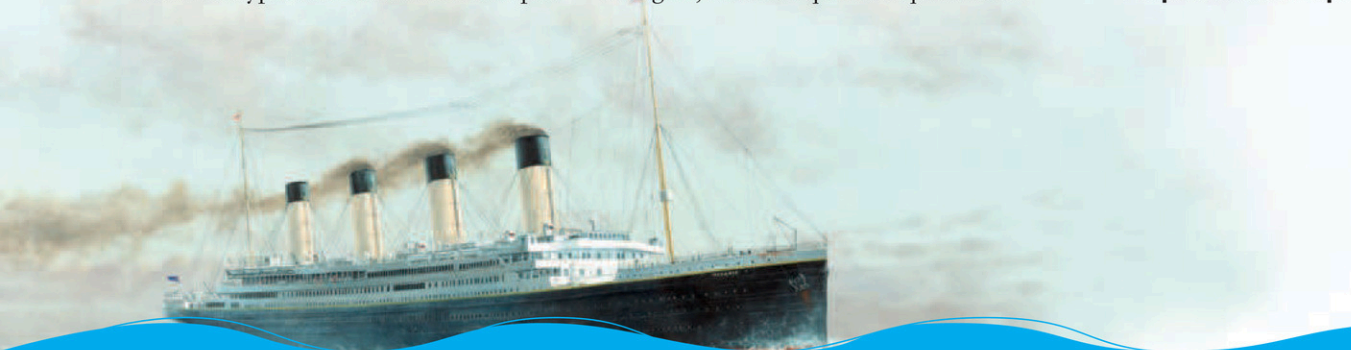
Lors de l'expédition de 2010, nous avons remédié à cela grâce à plusieurs techniques. Nous avons fait par exemple une photomosaïque à partir de 130 000 clichés. Nous avons également cartographié le site avec différents types de sonars. L'un d'eux pou-

vait par exemple pénétrer les sédiments pour détecter les objets enfouis. Nous avons aussi un sondeur multifaisceaux produisant des images de l'épave en 3D.

Toutes les informations recueillies font partie du *Mapping Project* destiné à rassembler les données récoltées. Avec un logiciel très puissant appelé GIS (Geographic Information System), il est possible de repositionner virtuellement les objets qui ont déjà été prélevés à leur emplacement d'origine, de même que ceux qui sont tou-

jours au fond. Le résultat est une carte interactive qui permet de cliquer sur chaque objet pour le voir, lire des informations ou même regarder une vidéo. Cette reconstitution du site devrait permettre de « renflouer » le paquebot virtuellement et de mieux comprendre comment il a coulé. Cela devrait donner des précisions sur les phases du naufrage. Car il reste encore des points obscurs, notamment la façon dont le navire s'est brisé en deux.

Propos recueillis par Olivier Rey



Abonnez-vous à **Québec Science**

Profitez d'une réduction pouvant aller jusqu'à 40% sur le prix en kiosque



1 an : 35 \$ + taxes (26% de réduction)
2 ans : 63 \$ + taxes (34% de réduction)
3 ans : 86 \$ + taxes (40% de réduction)



Procurez-vous également les autres magazines publiés par Vélo Québec Éditions

www.velo.qc.ca

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





FEMMES DE SCIENCE RECHERCHÉES

REPÉREZ LES FEMMES D'EXCEPTION DE VOTRE ENTOURAGE POUR LES PRIX DU QUÉBEC 2013. QUI SAIT? PEUT-ÊTRE CONNAISSEZ-VOUS UNE FUTURE LAURÉATE?

- Prix Léon-Gérin, en sciences humaines et sociales
- Prix Marie-Victorin, en sciences naturelles et génie
- Prix Wilder-Penfield, en recherche biomédicale
- Prix Armand-Frappier, pour le développement d'une institution de recherche ou l'administration et la promotion de la recherche
- Prix Lionel-Boulet, pour la recherche et le développement en milieu industriel
- Prix Marie-Andrée-Bertrand, en innovation sociale (NOUVEAU PRIX)

Les Prix du Québec sont attribués chaque année à des scientifiques pour couronner leur carrière et constituent la plus haute distinction décernée par le gouvernement du Québec pour rendre hommage à ces personnes qui contribuent à l'avancement social et scientifique du Québec.

prixduquebec.gouv.qc.ca



Québec 

LE NOIR DÉSI R

Le sous-sol du golfe Saint-Laurent contiendrait des milliards de barils d'or noir. De quoi relancer le vieux rêve des années 1970, celui d'un pétrole québécois. Mais à l'heure où tous lorgnent vers les énergies vertes, est-il souhaitable d'investir dans l'exploitation des hydrocarbures ?

Par Nicolas Mesly

C'est un secret de moins en moins bien gardé. Quelque part au fond du golfe Saint-Laurent, à la frontière du Québec et de Terre-Neuve, se cacherait un beau petit pactole; Old Harry, un gisement de 5 milliards de barils de pétrole. Du jamais vu dans l'est du Canada ! Le Québec verra-t-il enfin se concrétiser son vieux rêve des années 1970 : voir jaillir du pétrole de son sous-sol ?

Old Harry, dont on parle tant, est loin d'être unique. On sait depuis longtemps que le Golfe renferme des formations géologiques pétrolières. On en a identifiées dans l'île d'Anticosti et en Gaspésie. La compagnie Pétrolia extrait d'ailleurs déjà près de 40 barils par jour près de Gaspé, et elle n'en est qu'à l'étape exploratoire.

En février dernier, au cours de son assemblée annuelle, la pétrolière a également annoncé son intention de forer deux nouveaux puits dans le secteur « Bourque », situé près de Murdochville. Selon les dirigeants de l'entreprise, il s'agirait d'une structure géologique de grande taille dont le potentiel est évalué à 100 millions de barils.

Ces gisements d'hydrocarbures, qu'ils soient sous terre ou sous la mer, se sont tous formés de la même façon, avant que les animaux soient sortis de l'eau. La région du Golfe était alors située à l'Équateur. L'eau était chaude et la vie y pullulait. Une couche de matière organique, surtout constituée d'algues, s'est déposée au fond. Puis, progressivement, elle a été recouverte par d'autres sédiments qui l'ont enfoncée peu à peu dans le sous-sol. L'ac-

tion combinée de la pression et de la chaleur terrestre a « cuit » cette matière organique, la transformant en pétrole ou en gaz. Les hydrocarbures ont ensuite eu tendance à remonter vers la surface et ont migré vers une roche poreuse – appelée « roche réservoir » – qui, à certains endroits, est recouverte d'une couche imperméable qui piège le pétrole.

On identifie deux grands bassins géologiques. Le premier, celui d'Anticosti, englobe l'île du même nom et se prolonge au milieu du fleuve, jusqu'à Terre-Neuve. Il ressemble à un immense gâteau à étages. Son âge varie entre 410 et 490 millions d'années. La matière organique est emprisonnée dans la roche-mère, le shale de Macasty.

Un second bassin, celui de Madeleine, s'étend jusqu'aux côtes de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick et aussi de Terre-Neuve. Il comprend l'archipel des Îles-de-la-Madeleine. Ce grand bassin date du Carbonifère; il est âgé de 280 à 350 millions d'années et ressemble à un gâteau déformé. On y trouve des failles, des plis, des pics provoqués par la naissance de la chaîne de montagnes des Appalaches. Ses roches-mères contiennent aussi des restes fossiles. L'une d'elles renferme même du charbon provenant de la décomposition de plantes et d'arbres. La présence de matière organique dans les deux principaux bassins du Golfe en font des réservoirs potentiels de pétrole et de gaz. Cela n'a pas échappé aux compagnies pétrolières.

Depuis les années 1970, une dizaine de puits exploratoires ont été forés dans le golfe Saint-Laurent par diverses compagnies. La



DU QUÉBEC





La marée noire provoquée par l'explosion d'une plateforme pétrolière dans le golfe du Mexique, en avril 2010 : 11 morts, 5 millions de barils déversés dans l'océan!

« LE GOLFE SAINT-LAURENT, UNE MER INTÉRIEURE SEPT FOIS PLUS PETITE QUE LE GOLFE DU MEXIQUE, ET PLUS RICHE EN BIODIVERSITÉ, SUPPORTERAIT TRÈS MAL UN ACCIDENT »

– Émilien Pelletier, océanographe.

moitié d'entre eux ne contenaient pas une seule goutte de pétrole ni la moindre vapeur de gaz. Quatre ont révélé d'infimes traces d'hydrocarbures, et un seul semblait prometteur. Cinq autres puits ont aussi été forés sur la terre ferme, notamment à l'Île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse.

Le géophysicien en chef de la compagnie Corridor, Paul Durling, a dû se livrer à un vrai travail de détective pour avoir une idée du potentiel du bassin Madeleine. Il s'est intéressé en particulier au puits de l'île Brion, situé à une encablure de l'archipel des Îles-de-la-Madeleine, et creusé en 1970 par Hydro-Québec, en partenariat avec une filiale de Texaco. Les analyses géochimiques des échantillons de roche-mère recueillis dans ce puits ont révélé l'existence d'un type de matière organique qui indiquerait la présence de pétrole ou d'un « combo » pétrole et gaz. Et en utilisant un logiciel pour visualiser la formation géologique d'Old Harry, l'équipe de Corridor a constaté que le potentiel était beaucoup plus important que prévu! Mais l'ordinateur a ses limites. La compagnie Corridor Resources a annoncé qu'elle procéderait à un forage exploratoire d'ici 2015.

« On ne peut pas être encore certain de la quantité ni de la nature du pétrole : léger, lourd ou sulfureux, dit Philip Knoll, président de Corridor Resources. Pour le savoir, il nous faut creuser un puits. » Il y a cependant de quoi être confiant. On trouve dans le secteur des dômes de sel. Or, la roche de sel est

reconnue pour être la plus imperméable qui soit, capable de garder étanche n'importe quel gisement d'hydrocarbures.

Old Harry est la structure géologique la plus étudiée du golfe Saint-Laurent. Mais la plupart des données datent des années 1960 et 1970. « Pour savoir précisément ce qu'il contient, il faudrait refaire des relevés sismiques avec des appareils plus modernes, dit Michel Malo, professeur de géologie structurale à l'Institut national de recherche scientifique (INRS). Les appareils utilisés à l'époque pourraient être comparés à un téléviseur en noir et blanc, alors que ceux d'aujourd'hui sont comme un téléviseur couleur plasma. » Bref, ils permettraient d'y voir beaucoup plus clair. Sauf que, en 2004, Québec a imposé un moratoire sur les relevés sismiques, notamment pour protéger les mammifères marins et les poissons, sensibles aux puissantes ondes sonores provoquées par les explosions.

Selon le professeur, les pièges d'hydrocarbures les plus intéressants se répartiraient entre l'île d'Anticosti et la Gaspésie, mais on trouverait plein de petits Old Harry ailleurs.

Quoi qu'il en soit, s'il y a bel et bien du pétrole au Québec, il n'est intéressant que si on réussit à l'extraire. Ce qui ne se fait pas aussi facilement que dans le désert du Texas. L'équipement choisi dépend surtout de l'environnement géophysique et climatique. Pour le gisement d'Hibernia, situé dans l'Atlantique à 315 km au nord-est de Terre-Neuve, il a fallu concevoir une plateforme capable de résister à l'assaut des icebergs. Mais les conditions climatiques ne sont pas aussi difficiles dans le Golfe et la profondeur n'y excède pas 500 m. On est loin des abysses de plus de 3 km du golfe du Mexique.

Corridor envisage de forer un puits dans le gisement Old Harry à environ 470 m de profondeur, à 80 km au nord-est des Îles-de-la-Madeleine. Pour ce faire, l'entreprise compte retenir l'expertise d'une compagnie spécialisée en forages exploratoires qui opère aussi bien dans les champs pétrolifères de la mer du Nord, en Norvège, qu'au large des côtes brésiliennes. Creuser ce puits devrait prendre de 20 à 50 jours. Coût prévu : 55 millions de dollars. Le pari reste risqué. Il a fallu creuser 42 puits secs avant de découvrir le gisement Hibernia qui a fait la fortune énergétique de Terre-Neuve.

L'initiative n'est pas sans inquiéter Joël Arseneau, le maire des Îles-de-la-Madeleine, dont l'économie dépend du tourisme, des pêches et de la mariculture, ainsi que l'on désigne l'aquaculture en eaux marines. « Nous ne sommes pas contre le développement pétrolier. Mais nous sommes les premiers sur la "ligne de feu" », dit-il. Tout le monde a en mémoire l'explosion de la plateforme *Deepwater Horizon*, survenue dans le golfe du Mexique en avril 2010. Onze personnes sont mortes et près de 5 millions de barils se sont échappés du puits avant qu'il ne soit colmaté. « *Deepwater Horizon* forait dans un réservoir situé dans des eaux ultra profondes. La pression y était phénoménale! Ce n'est pas comparable avec la situation d'Old Harry », précise Philip Knoll.

Il n'empêche que le golfe Saint-Laurent, une mer intérieure

(suite à la page 36)



OPÉRATION SAUVETAGE EN NOUVELLE-ZÉLANDE

Quand, l'automne dernier, le cargo *Rena* a heurté un récif à 20 km des côtes néo-zélandaises, le plan de secours était prêt. Un modèle à suivre?

Par Nicolas Mesly

Les Néo-Zélandais sont fiers de leur pays, composé de deux îles paradisiaques plantées dans l'océan Pacifique. Et ils se mobilisent rapidement après un incident écologique. Un peu comme les réservistes de l'armée suisse, ils sont « toujours prêts ».

Le 5 octobre dernier, lorsque le cargo *Rena* s'est éventré sur un récif à 20 km au large des côtes, provoquant la pire catastrophe écologique maritime de ce pays, la population n'a pas tardé à réagir.

Quelques heures à peine après le naufrage, le docteur Brett Gartrell, vétérinaire à l'université Massey, commençait à mettre en branle son plan de sauvetage des animaux marins. Ce dernier repose sur un noyau dur d'une vingtaine de professionnels répartis dans tout le pays et capables de mobiliser rapidement des volontaires. « La question n'est pas de savoir si un accident va arriver, c'est toujours de savoir quand », m'expliquait-il lors de ma visite au centre de sauvetage, trois semaines après la catastrophe. Au cours des 20 dernières années, ce dispositif a été mis à l'épreuve à quelques reprises lors de petits déversements. Mais cette fois, la catastrophe s'est avérée majeure : le *Rena* avait 1 712 tonnes de mazout à bord, dont 350 tonnes se sont échappées dans les premières heures du sinistre.

Au plus fort de la crise, une centaine de volontaires s'activaient à nettoyer des oiseaux de mer dans ce « camp de réfugiés » pour animaux, constitué de tentes blanches et de piscines où se massaient de petits pingouins bleus. Quelque 400 volatiles ont pu être sauvés, dont une soixantaine de pluviers roux, une espèce indigène unique au monde, en voie de disparition. Plus de 2 000 dépouilles étaient

congelées dans un conteneur en attendant leur autopsie. On sait que, pour un oiseau trouvé mort dans un déversement, neuf autres en seraient déçédés. On estime donc à 20 000 le nombre d'oiseaux morts au cours de cet automne.

Rencontré sur la plage, le professeur Chris Battershill récoltait de petites boulettes de pétrole nauséabondes à des fins d'analyse. Cet expert en écologie marine côtière de l'université de Waikato est responsable d'évaluer les dommages environnementaux en comparant l'état de la mer et des récifs avant – ainsi qu'après – le naufrage. Autour de lui, une cinquantaine de volontaires habillés de sarraus blancs fouillaient le sable de leurs mains gantées. La plage ressemblait à une immense litière de chat. À une vingtaine de kilomètres au large de la mer turquoise, on pouvait apercevoir la carcasse pathétique du *Rena* et sa cargaison de 1 712 conteneurs.

« On nettoie l'erreur d'un idiot ! » rageait Mary Molphy, une des volontaires agenouillées dans le sable. Une enquête est en cours pour comprendre comment le capitaine du *Rena* – que l'on soupçonne d'avoir été ivre au moment de l'accident – a pu s'éloigner à ce point de sa route et heurter le récif Astrolabe qui est connu de tous les marins. Le célèbre James Cook l'avait identifié sur une carte maritime en 1769!

« Si un pays décide de se lancer dans le développement extracôtier de l'industrie pétrolière, il est de sa responsabilité d'instaurer en même temps un mécanisme de protection, de manière à mobiliser des volontaires en cas d'accident afin de ramasser le pétrole le plus rapidement possible », préconise le professeur Battershill. Selon le scientifique, l'accident du *Rena* a été



Chris Battershill, de l'université de Waikato, en Nouvelle-Zélande : « Si un pays décide de se lancer dans le développement extracôtier de l'industrie pétrolière, il est de sa responsabilité d'instaurer en même temps un mécanisme de protection. »

un moindre mal parce que le carburant s'est répandu sur les rives, et a ainsi été plus facile à récupérer. Si le mazout avait dérivé sur des falaises rocheuses, cela aurait été une autre histoire. Les quelque 8 000 volontaires formés pour nettoyer les dégâts ont récolté plus de 1 000 tonnes d'huile lourde et de déchets échappés du navire, ainsi que des conteneurs abîmés en mer.

Ce système d'intervention misant sur des bénévoles formés fait partie intégrante du plan d'urgence du gouvernement néo-zélandais en cas de déversement pétrolier. Québec aurait-il intérêt à s'en inspirer?

sept fois plus petite que le golfe du Mexique, et plus riche en biodiversité, supporterait très mal un accident, prévient Émilien Pelletier, directeur de la Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie marine à l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (Université du Québec à Rimouski [UQAR]). La région abrite en effet des dizaines d'espèces rares ou menacées comme la tortue luth, le béluga ou le morue commun. Un des plus grands dangers, en cas de déversement, est la formation d'un mélange pétrole-glace, explique-t-il. Un risque très sérieux puisque la glace est présente six mois par année. « Dans ces conditions, le mélange est irrécupérable. Nous ne pourrions rien faire », dit Émilien Pelletier. Certes, la glace peut agir comme une estacade pour protéger les berges mais, en réalité, elle risque davantage de dériver avec les vents et les courants en emportant sa charge polluante.

Cela dit, des recherches récentes ont démontré que les mers et les océans se remettent mieux que ce que l'on croyait de telles catastrophes. Leur atout? Des bactéries « mangeuses de pétrole ». Dans une toute récente étude de l'American Society of Microbiology (ASM), on apprend que, grâce à ses colonies de bactéries, le golfe du Mexique a retrouvé sa santé après le drame dont il a été le théâtre.

On sait depuis longtemps que des familles de bactéries adaptées à leur milieu sont capables de digérer le pétrole dans des eaux tropicales. Mais pour les eaux glaciales, on avait de sérieux doutes. Le directeur du Centre de recherche sur le pétrole, le gaz et autres sources d'énergies extracôtières (CRPGEE), le docteur Kenneth Lee, de Pêches et Océans Canada (MPO), qui a participé à l'étude de l'ASM et qui a mené ses propres expériences dans le golfe Saint-Laurent, affirme disposer d'une « preuve irréfutable que les

basses températures ne retardent pas autant que l'on pensait la dégradation du pétrole dans l'environnement marin ».

Émilien Pelletier est loin de le croire sur parole. « Le lien entre la vitesse de biodégradation du pétrole et la température est évident. C'est la raison pour laquelle on met notre nourriture au frigo, parce que cela ralentit le travail des bactéries », soutient le chercheur de l'UQAR. Au mieux, on peut accélérer ou diminuer la vitesse de dégradation du pétrole en ajoutant des nutriments afin d'accroître le travail des bactéries.

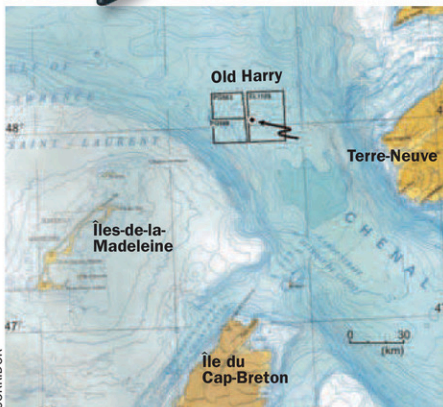
Il faudra donc y penser à deux fois avant d'aller de l'avant. Selon les estimations du gouvernement, avec moins de la moitié des réserves de ce gisement, le Québec couvrirait, pendant plus de 25 ans, l'équivalent de tous ses besoins en gaz naturel (oui, en gaz naturel, car même s'il s'agit bel et bien de pétrole, le MPO ne donne aucune estimation en pétrole; par un étrange détour, il préfère opter pour une équivalence en gaz naturel, sans doute parce que cela a l'air plus propre!). Quoi qu'il en soit, ces chiffres sont loin de faire l'unanimité. « Cela relève de la pure spéculation », prévient Michel Malo, de l'INRS.

On en saura peut-être plus bientôt. Québec a commandé à GENIVAR une étude environnementale stratégique pour évaluer le potentiel d'exploitation d'hydrocarbures dans le bassin d'Anticosti, celui de Madeleine et dans la baie des Chaleurs. Le rapport devrait être déposé à l'automne 2012. Mais quelles qu'en soient les conclusions, beaucoup de discussions et d'explorations pourraient être encore nécessaires avant que l'on puisse offrir du pétrole québécois dans les stations-service. En 2011, Québec a adopté une loi pour empêcher le développement et l'exploitation d'hydrocarbures dans l'estuaire et la partie nord-ouest du golfe du Saint-Laurent. Jugera-t-on que les risques sont moindres dans le sud du Golfe que dans son estuaire?

DORLING KINDERSLEY/ISTOCKPHOTO



Tortue luth du Saint-Laurent



CORRIDOR

ÉTUDIER AVANT D'EXPLOITER

La Coalition Saint-Laurent déplore le manque de connaissances scientifiques sur les écosystèmes du Golfe.

Coalition Saint-Laurent a été créée il y a un an et demi pour convaincre les décideurs d'imposer un moratoire sur l'exploitation gazière et pétrolière dans le Golfe. Elle regroupe 65 associations représentant des milliers de citoyens, des pêcheurs des Îles-de-la-Madeleine ou de la Nouvelle-Écosse à la Fondation David Suzuki. « Nous ne sommes pas contre l'exploitation des hydrocarbures dans le golfe Saint-Laurent. Mais nous demandons que les conséquences de cette exploitation soient mieux documentées », explique la porte-parole Danielle Giroux.

Selon elle, les cinq provinces bordant le Golfe se livrent une compétition malsaine pour extraire l'or noir qui repose dans les fonds marins. Devant les inquiétudes de la Coalition, Terre-Neuve met à jour son évaluation environnementale stratégique pour y inclure les impacts liés à l'exploitation du gisement Old Harry. Cela doit être complété en 2012 et devrait donner le feu vert à la compagnie Corridor pour qu'elle puisse y forer un premier puits.

« Les poissons et les marées noires n'ont pas de frontière. Chaque province va-t-elle exploiter ses gisements à sa façon? Il faut une vision d'ensemble parce que le Golfe constitue un seul écosystème », poursuit Danielle Giroux. Pour le moment, Ottawa fait la sourde oreille. De son côté, Québec a commandé sa propre étude environnementale à la compagnie GENIVAR pour sa portion du Golfe. Elle doit être prête à l'automne 2012, mais pourrait s'avérer très limitée. Son financement n'est que de 750 000 \$, comparé à plus de

7 millions de dollars pour une étude similaire portant sur les gaz de schiste.

Un rapport préliminaire de GENIVAR déposé l'année dernière donne un aperçu de ce que pourraient être les conclusions de Québec. On peut y lire qu'il existe dans la partie québécoise du Golfe, « des zones non sensibles ».

« Comment peut-on dire cela s'il n'y a pas eu d'études?, questionne Danielle Giroux. Il y a un manque flagrant de connaissances scientifiques sur tous les écosystèmes du Golfe. »



La recherche fait partie du programme

- 83 programmes de maîtrise et de doctorat
- Plus de 100 chaires et centres de recherche

USherbrooke.ca



La recherche en génie biotechnologique permet, entre autres, de produire des médicaments d'origine végétale.

Participer à une culture d'innovation.

Considérer chaque découverte comme un encouragement pour continuer.

Réussir
en mettant en commun les expertises.

 UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

50
ANS

TROU DE MÉMOIRE

Alouette sans fa

Il y a 50 ans, en pleine guerre froide, était lancé le tout premier satellite canadien. L'instrument au nom d'oiseau a défié tous les pronostics et rendu de fiers services au pays!

Par Olivier Rey

Le 29 septembre 1962, les yeux de John H. Chapman, à l'origine du projet *Alouette*, et ceux de toute la population sont tournés vers le ciel où le satellite déploie ses immenses antennes. C'est alors que le programme spatial canadien prendra son envol...



tte usse note

Le 29 septembre 1962, un drôle d'engin de métal aux antennes démesurées est lancé dans l'espace. Si la fusée qui le met en orbite est conçue par les États-Unis, l'engin, lui, est canadien. C'est *Alouette*, le tout premier satellite portant les couleurs du Canada qui devient ainsi, après les États-Unis et l'URSS, le troisième pays à mettre en orbite un satellite.

Pour comprendre les origines du projet, il faut remonter à la fin des années 1950. Le Centre de recherche sur les télécommunications de la défense (CRTD) du Canada veut survoler

l'ionosphère (voir l'encadré en page 41) afin de l'étudier. « Cette couche de l'atmosphère revêtait une importance cruciale pour les télécommunications,

explique Claude Bélisle, vice-président à la recherche au Centre

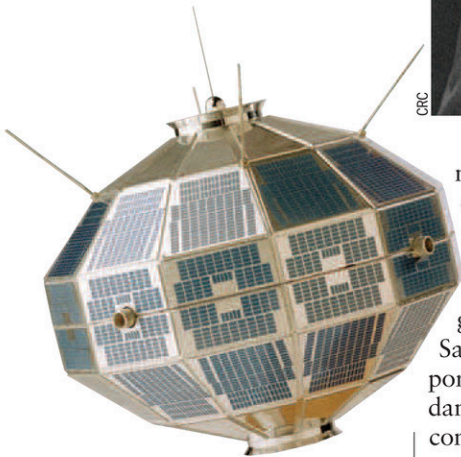
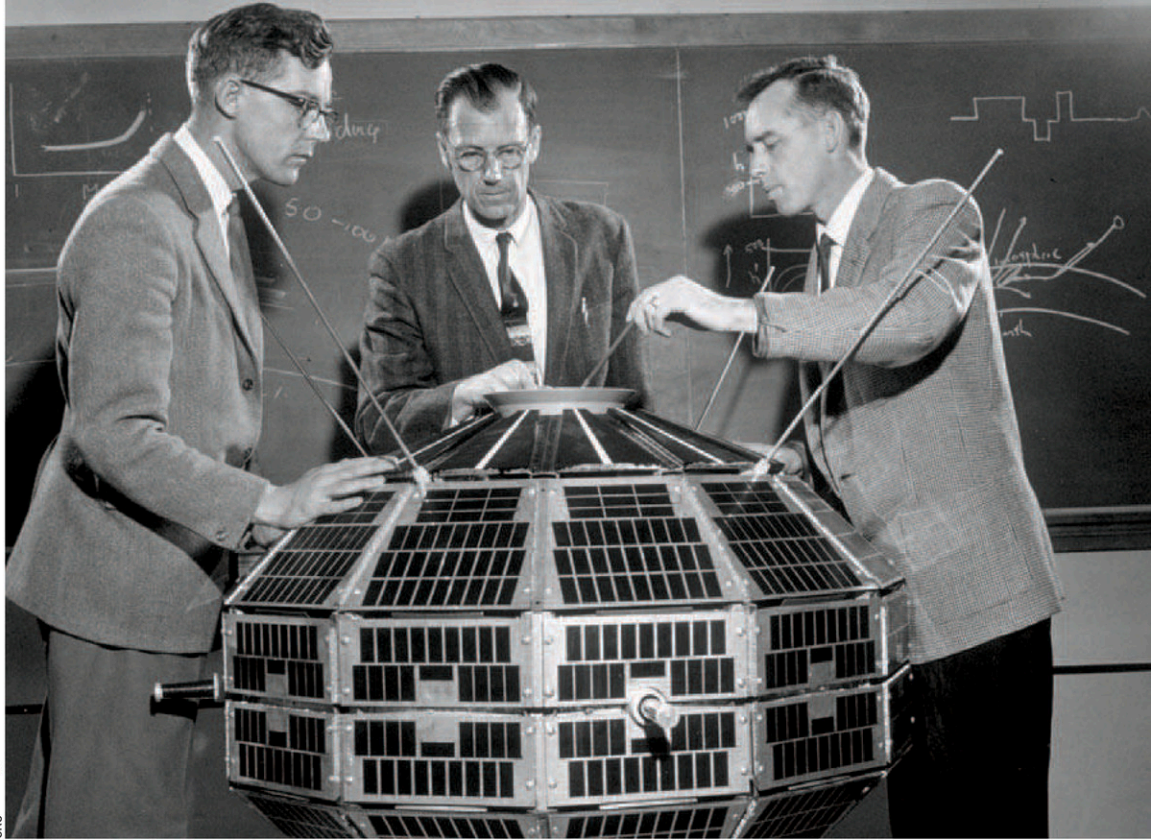
de recherches sur les communications Canada (le CRC qui a remplacé le CRTD, en 1969). On utilisait en effet cette partie de l'atmosphère pour réfléchir les signaux radio à ondes courtes (3 à 30 MHz) dans la bande HF (haute fréquence). Cela rendait possibles des communications sur de longues distances, essentielles pour un vaste pays comme le nôtre. »

Mais l'ionosphère n'est pas lisse comme un miroir. Son état, extrêmement influencé par les radiations du soleil, varie selon le cycle de ce dernier et selon qu'on est de jour ou de nuit. « Cela peut perturber les ondes radio au point de paralyser les communications », précise Claude Bélisle. Une situation inacceptable pour les gouvernements de l'époque.

Car nous sommes en pleine guerre froide. Les États-Unis, l'URSS et leurs alliés respectifs se toisent constam-



Colin Franklin, Keith Brown et John Barry, les « cerveaux » d'*Alouette*, planchant sur la conception du satellite.



Alouette I

Lancement : le 29 septembre 1962

Poids : 145,7 kg

Grandeur : le satellite lui-même mesurait à peine plus de 1 m de diamètre mais, une fois déployées, les antennes lui donnaient une envergure de plus de 45 m.

Orbite : le satellite se situe à une altitude d'environ 1 000 km.

Durée de vie : les activités d'*Alouette I* ont été stoppées en 1972.

Successeurs : *Alouette I* a été suivi, en décembre 1965, par *Alouette II* (opérationnel pendant 10 ans), puis par *Isis I*, lancé en février 1969, et par *Isis II*, lancé en avril 1971. Ceux-ci ont été utilisés jusqu'en 1984 par le Canada, et le Japon a continué à exploiter *Isis I* jusqu'en 1990.

ment, s'espionnent et se haranguent à coup de menaces nucléaires. Le Canada est un personnage secondaire, pris en sandwich entre les deux acteurs principaux : l'URSS, au nord, et les États-Unis, au sud. Cette situation géographique particulière le rend vulnérable. Sa frange nordique est considérée comme une porte d'entrée pour l'« ennemi ». Pas question, dans ce contexte, de lésiner sur la qualité des communications. D'où l'idée de John H. Chapman, ingénieur au CRTD, de développer un satellite capable de cartographier la structure globale de l'ionosphère et de mieux prévoir sa variabilité. Sauf que le Canada n'a pas de fusée pour lancer son satellite. Il va donc faire appel au département états-unien de la Défense qui dirigera les Canadiens vers une toute nouvelle agence précisément affectée aux projets internationaux de recherche spatiale, la NASA. *Alouette* fera dès lors partie de l'ensemble de satellites dédiés à l'étude de l'ionosphère sur lesquels la NASA travaille aussi.

L'agence juge toutefois la proposition un peu trop ambitieuse. « Notre concept était effectivement complexe par rapport à la technologie de l'époque, se souvient Colin Franklin, alors ingénieur électrique dans les forces aériennes canadiennes, et responsable du design des systèmes électriques du satellite. Nous voulions construire un engin très robuste qui puisse fournir une énorme quantité de données. »

Ne croyant guère au projet, les États-Unis décident de donner la priorité à leurs propres

satellites. « Malgré ses réticences, la NASA a été un excellent partenaire et a soutenu notre programme, se souvient Colin Franklin. Une telle situation serait impensable de nos jours. Si l'Agence spatiale canadienne présentait aujourd'hui un projet aussi avancé technologiquement, avec seulement des études théoriques pour prouver sa faisabilité, il serait abandonné immédiatement. »

La NASA fournit ainsi une grosse fusée *Thor Agena* pour placer *Alouette* en orbite. Reste ensuite à résoudre plusieurs difficultés, comme le déploiement d'antennes de 11 m et 22 m de long, l'emploi de batteries de nouvelle génération et la construction d'un transmetteur de 100 W.

Sept jours sur sept, parfois jusque tard dans la nuit, l'équipe travaille d'arrache-pied. « Nous n'avions pas conscience, à l'époque, de participer à la grande aventure spatiale, se remémore Colin Franklin. Le sentiment qui primait, c'était l'urgence. Nous voulions surtout protéger notre pays. »

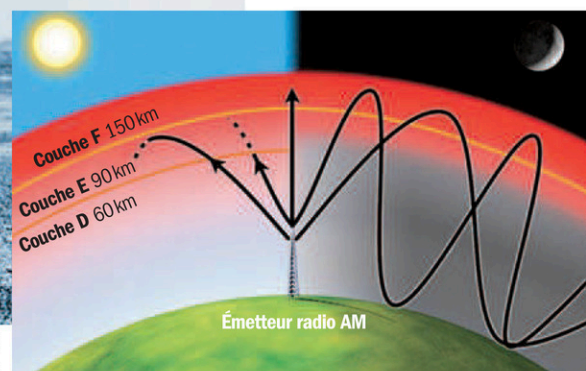
Colin Franklin a appris plus tard que le projet était d'ailleurs mené comme un programme de guerre. « Nous n'avions pas de contraintes budgétaires, pas d'inspections des douanes aux frontières... Nous pouvions obtenir ce que nous voulions et nous faisons tout nous-mêmes. Les réunions et les rapports étaient réduits au strict minimum. Nous nous passions d'appels d'offre et une compagnie canadienne a même été obligée de produire ce que nous demandions sans contrat officiel! »



Grâce à Alouette, le Canada a été mondialement reconnu pour son expertise en ingénierie spatiale, pavant la voie à de nombreuses autres réalisations.



Membre de l'équipe du CRDT, cette femme tient une des énormes antennes d'Alouette que les ingénieurs avaient conçues.



Alouette déjouera tous les pronostics. Alors que les satellites 100 % *made in USA* essuient des revers techniques, l'option canadienne prend finalement place sur les blocs de départ, à la base de Vandenberg, en Californie.

Une fois en orbite, *Alouette* fait taire tous les oiseaux de mauvais augure. On lui avait prédit les pires scénarios : destruction lors du lancement, une heure de fonctionnement (pas plus) avant de tomber en panne. Tout le monde a eu faux. Non seulement le satellite déploie correctement ses antennes géantes, mais il dépasse toutes les espérances. Prévu pour fonctionner pendant un an, il fournira aux chercheurs des données pendant une décennie !

« Nous avons été très critiqués, se souvient Colin Franklin. Le succès d'*Alouette* a constitué notre plus grande récompense. Ce n'est que plus tard que j'ai pris conscience de ce qu'il avait vraiment représenté. » Et des répercussions que la réussite du programme a eues sur la suite de l'aventure spatiale canadienne. En 1987, *Alouette* a été identifié par la Commission du centenaire de l'ingénierie comme une des 10 plus belles réussites canadiennes des 100 années précédentes.

Grâce à *Alouette*, le Canada a été mondialement reconnu pour son expertise en ingénierie spatiale, pavant la voie à de nombreuses autres réalisations. Ainsi, en 1969, une entreprise privée, Telesat, est fondée pour prendre en charge la flottille de satellites de communication canadiens. Le pays participe à des programmes internationaux. Il fournira notamment les bras

manipulateurs Canadarm, attachés aux navettes, et sera associé au projet de la Station spatiale internationale. En 1979, il devient un membre coopérant de l'Agence spatiale européenne. Bref, *Alouette* a mis le Canada sur la route de l'espace. Mieux : il a fait des petits.

« En 1976, poursuit Claude Bélisle, grâce au satellite *Hermes*, nous avons été les premiers à démontrer qu'il était possible de diffuser des émissions de télévision par satellite, que les usagers pouvaient recevoir directement chez eux avec une antenne parabolique. » Les premières diffusions à l'aide de cette technologie ont été... les séries éliminatoires de la coupe Stanley. Plusieurs innovations se sont ensuite succédées permettant la télé-médecine, la télé-éducation, la recherche et le sauvetage assistés par le satellite *SARSAT* ou encore la téléphonie mobile par satellite. Quant aux observations d'*Alouette* et de ses successeurs (*Alouette II*, *Isis I* et *Isis II*), elles ont aidé les scientifiques à mieux connaître la structure interne de l'ionosphère, notamment la répartition des électrons dans la couche la plus dense (située à environ 150 km à 500 km d'altitude), celle qui affecte le plus la propagation des signaux HF.

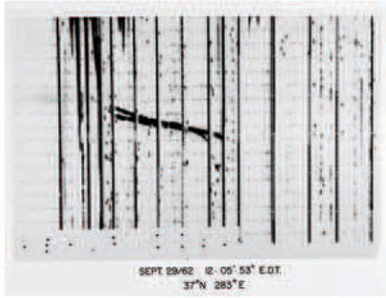
Grâce à ces observations, il a été possible de mieux prévoir la qualité des transmissions, particulièrement dans le Grand Nord, et on a développé des méthodes qui compensent en partie les effets de l'ionosphère. Ces technologies, qui permettent d'ajuster les systèmes radio afin de contrer les variations de la propagation des ondes, sont maintenant employées dans presque

De l'électricité dans l'air

Au-delà de 60 km d'altitude, l'atmosphère joue le rôle d'un filtre. Les rayons du Soleil, UV et X, interagissent avec les molécules de l'air et produisent des ions et des électrons libres.

Cette bande de l'atmosphère forme l'ionosphère et se subdivise en plusieurs sous-couches : les bandes D, de 60 km à 90 km d'altitude; E, de 90 km à 120 km; et F, de 150 km à 500 km.

En réfléchissant les ondes courtes (voir le schéma ci-dessus) l'ionosphère permet leur propagation sur de très longues distances, jusque de l'autre côté de la planète.



Alouette a fourni des masses de données. Ci-dessus, les premières mesures de l'ionosphère envoyées par le satellite, le 29 septembre 1962.

tous les systèmes modernes, y compris les téléphones cellulaires.

Alouette et sa famille ont d'ailleurs été de si bons soldats que la masse de données recueillies n'a jamais été totalement analysée.

Il faut dire que, depuis, les technologies ont tellement évolué que l'étude de l'ionosphère est moins nécessaire. « Pour les communications sur de longues distances, la fibre optique et les satellites de télécommunication ont remplacé dans une large mesure les systèmes HF sans fil. De plus, pour les transmissions satellitaires, on utilise des fréquences plus hautes, moins affectées par la propagation dans l'ionosphère, qui ne font que la traverser puisqu'elles proviennent ou sont dirigées vers des satellites géostationnaires situés à environ 36 000 km de la Terre », explique Claude Bélisle.

Quant aux fibres optiques des câbles sous-marins qui relient les continents, elles permettent de faire voyager facilement des quantités colossales d'information.

Une chose, cependant, n'a pas changé : l'éten-

due du pays continue de représenter un défi en télécommunication. Le Grand Nord, notamment, reste très isolé. Au-delà du 80° parallèle, il est impossible de joindre les populations avec des satellites géostationnaires. Le problème sera peut-être réglé avec le programme PCW (Polar Communications and Weather) qui propose de survoler la région avec deux satellites capables de couvrir la zone en permanence. Ces satellites seront aussi dotés d'instruments pour observer les effets des changements climatiques dans cette région sensible de la planète.

Quant à l'ionosphère, qui a tant intéressé les concepteurs d'*Alouette*, elle continuera d'être étudiée par le satellite *Cassiope* que l'Agence spatiale canadienne prévoit lancer cette année.

Cinquante ans plus tard, *Alouette* verra donc arriver son petit-fils à ses côtés. Car, oui, le vénérable satellite vole toujours à environ 1 000 km d'altitude, et devrait encore rester un bon millénaire là-haut. Colin Franklin aimerait bien que, plutôt que sa chute inévitable, la recherche soit suffisamment avancée pour permettre sa récupération et son exposition dans un musée.

Où sont passées les ondes courtes ?

Les ondes courtes ont encore leur utilité aujourd'hui. Les radioamateurs et les systèmes GPS, par exemple, en tirent profit. La police et les militaires utilisent aussi ces ondes, car c'est un système fiable qui fonctionne bien sur des distances relativement courtes (quand on ne passe pas par l'ionosphère).

Le Grand Tour 2012



Gaspésie-Acadie : un tour de magie !

Un parcours enchanteur. Du vélo à son meilleur. Des vacances aux multiples bonheurs. C'est magique ! Le Grand Tour Desjardins : le rendez-vous vélo de l'été.

Du 5 au 11 août

Inscrivez-vous maintenant et économisez

815\$ jusqu'au 16 juin

895\$ après le 16 juin

Optez pour le service de location de tente

375 \$ par tente (taxes incluses)

Comprend : montage, démontage et livraison du bagage à la tente.

Le forfait Sous les étoiles inclut : 6 nuits en camping et 1 nuit optionnelle à Matane, la veille du départ ; 7 petits-déjeuners, 6 dîners et 6 soupers ; la contribution de 3,50 \$ par tranche de 1000 \$ de services achetés au Fonds d'indemnisation des clients des agents de voyages et les taxes.

en partenariat avec



Au Grand Tour Desjardins en gang, on y gagne !

Inscrivez 10 personnes au forfait Sous les étoiles de sept jours et obtenez 11^e participation gratuitement !

Pour connaître les conditions de l'offre, visitez notre site internet.

www.veloquebecvoyages.com

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

Photos : Didier Bertrand, Mathieu Lamarre



Vélo Québec
VOYAGES

Titulaire d'un permis du Québec

PARCE QUE
j'aime
LE SAVOIR

80^e Congrès
de l'Acfas

DU 7 AU 11 MAI 2012
GRANDE BIBLIOTHÈQUE
PALAIS DES CONGRÈS DE MONTRÉAL

**Profitez de
nos activités gratuites**

Vers un **Laboratoire** d'innovation sociale
Exposition *La preuve par l'image* · Enregistrement **de** l'émission
Les années lumière de Radio-Canada · Tables rondes à la Grande Bibliothèque
Entretien entre Julie **Payette** et Claudie Haigneré
Quel pouvoir **pour** les citoyens? · Hubert Reeves : *Cosmologie et créativité*
Journée des femmes en sciences et en génie · **Votre** soutenance en
180 secondes · Recherche-crédation en rafale · Table ronde sur *L'état du Québec 2012*
Retransmission de l'émission *La tête au carré* de France Inter



Association francophone pour le savoir

www.acfas.ca



#Acfas

REJOIGNEZ SAINT-LAURENT, SAINTE-CATHERINE, SAINT-JOSEPH, SAINT-VIATEUR, SAINT-DENIS, SAINT-DOMINIQUE, SAINT-MICHEL ET SAINT-URBAIN POUR VOS VITRES...

UN DIMANCHE AU PARADIS

LE TOUR DE L'ÎLE DE MONTRÉAL DIMANCHE 3 JUIN 2012

Agence: Publicis Photo: Alain Desjard

lait PRÉSENTE

FÉRIA DU VÉLO DE MONTRÉAL

EN COLLABORATION AVEC

Jean Coutu

LE TOUR DE L'ÎLE DE MONTRÉAL
DIMANCHE 3 JUIN DÉPART : AVENUE DU PARC

UN TOUR LA NUIT
VENDREDI 1^{ER} JUIN DÉPART : BOULEVARD SAINT-JOSEPH

LE DÉFI MÉTROPOLITAIN
DIMANCHE 27 MAI DÉPART : BELOEIL

Aire bleue Info-Féria GazMétro
www.velo.qc.ca

Desjardins stm metro RJI Rouge 107.30m LA PRESSE TOURISME Montréal Montréal Québec

SUPER EXPO SCIENCES
Hydro-Québec

PLONGEZ DANS L'UNIVERS DE LA RELÈVE SCIENTIFIQUE!

REDÉCOUVREZ LA SCIENCE EN VISITANT LES PROJETS ÉPATANTS DE JEUNES DE 12 À 20 ANS.

FINALE QUÉBÉCOISE, 19 AU 22 AVRIL 2012
CENTRE CULTUREL DE L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
2 500, BOUL. DE L'UNIVERSITÉ

ENTRÉE GRATUITE

HEURES D'OUVERTURE AU PUBLIC

JEUDI 19 AVRIL : 13 h à 16 h
VENDREDI 20 AVRIL : 9 h à 12 h
SAMEDI 21 AVRIL : 10 h à 12 h et 13 h à 16 h 30
DIMANCHE 22 AVRIL : 9 h 30 à 12 h

Une initiative de :
CDLS CONSEIL DE DÉVELOPPEMENT DU LOISIR SCIENTIFIQUE
CLSE CONSEIL DU LOISIR SCIENTIFIQUE DE L'ESTRIE
Réseau CDLS-CLS

Partenaire présentateur
Hydro Québec

En partenariat avec :
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
RJI ESTRIE 106.1
Rouge 102.70m

SUIVEZ-NOUS SUR

EXPOSCIENCES.QC.CA

Quel genre de jedi êtes-vous?

Qu'est-ce qui détermine notre identité? C'est cette question qu'explore le Centre des sciences à travers la riche galerie de personnages de la série de films *Star Wars*.

L'exposition *Star Wars Identités* s'articule autour de trois thèmes subdivisés en différents éléments. Il y a d'abord l'origine: l'espèce, la génétique, les parents, la culture. Puis les influences: les mentors, les amis, les événements marquants. Enfin, les choix: les occupations, la personnalité, les valeurs. « Les parents sont un des déterminants de l'identité. Il y en a plusieurs types: permissifs, autoritaires, présents, absents. Anakin Skywalker a eu une mère permissive et un père absent, tandis que Luke a eu des parents adoptifs autoritaires et présents », fait remarquer Michel Groulx, chef recherche et contenu.

Dix stations abordent chacune une composante identitaire. Elles sont présentées par une capsule vidéo scientifique et accompagnées d'extraits de la saga, ainsi que d'objets tirés des archives de Lucasfilm Ltd. Ainsi, le visiteur comprend peu à peu ce qui a formé l'identité de ces personnages mythiques, mais aussi la sienne propre.

La série *Star Wars*, on le sait, est construite autour des jedis, ces guerriers qui découvrent et développent leurs capacités particulières, et qui apprennent notamment à ressentir

la « Force ». Des surdoués. Comme Anakin, qui conduit des modules de course à 10 ans! Mais pourquoi lui et pas un autre? Selon le docteur François Gagné, professeur émérite de psychologie retraité de l'Université

du Québec à Montréal et consultant pour *Star Wars Identités*, ces personnages ont des aptitudes singulières qu'ils ont poussées afin de les transformer en talents. Sa théorie sur la douance a servi de cadre de référence pour l'exposition. « Le talent, consiste à transformer ses habiletés naturelles dans un champ particulier », affirme François Gagné. Ainsi, une dextérité manuelle pourra faire de vous un bon menuisier ou dentiste, tout comme la réceptivité à la Force fera de vous un bon jedi! « La génétique et la façon dont les gènes interagissent avec leur environnement sont aussi déterminants dans la douance que l'environnement lui-même », ajoute François Gagné. Ainsi, Anakin et Luke, qui ont un héritage génétique et la culture en commun, sont devenus très différents.

« On pourra aussi créer un nouveau personnage de *Star Wars* et laisser sortir le héros qui sommeille en soi », explique Geneviève Angio-Morneau, muséologue-conceptrice de la firme gmsprjt^ocréation, qui s'est occupée de développer la trame narrative de l'exposition.

Le visiteur pourra faire différents choix tout au long de sa visite, afin de créer un avatar *Star Wars* à son image. ⁰⁵

Star Wars Identités - L'exposition, au Centre des sciences de Montréal, du 19 avril au 16 septembre 2012.
www.centredessciencesdemontreal.com



AUTRES RENDEZ-VOUS

Scientifiques en herbe?

Les 100 meilleurs projets issus de toutes les régions du Québec seront à la Super Expo-sciences, finale provinciale, qui se tient à



l'Université de Sherbrooke. Le public est invité à assister à cette compétition où des jeunes de 12 à 20 ans présentent des projets qu'ils ont eux-mêmes réalisés. L'an dernier,

plusieurs projets ont retenu l'attention, comme l'analyse de l'efficacité d'une bactérie pour dégrader le méthylmercure ou la construction d'un bateau à motricité humaine assistée. **Super Expo-sciences Hydro-Québec**, du 19 au 22 avril 2012, au Centre culturel de l'Université de Sherbrooke.
www.exposciences.qc.ca

Demain, la Chine

Malgré un PIB qui surpasse maintenant celui des États-Unis, la Chine ne se classe

qu'au 80^e rang mondial en ce qui concerne le revenu par habitant. Où en sera-t-elle en 2025? Jean-Philippe Béja, sinologue et directeur de recherche au CNRS tentera de dresser le portrait de ce géant.

Conférence La Chine en 2025, série Le monde en 2025, le 26 avril à 19 h 30, auditorium de la Grande Bibliothèque à Montréal. Gratuit, mais réservation nécessaire.
www.banq.qc.ca

Science pour le plaisir

La 7^e édition de l'événement *24 heures de science* est placée sous le thème « À l'eau la science ». Cette fête de la science et de la technologie se déroule partout au Québec. Des conférences, visites de labos, animations, films, font partie des activités présentées.

24 heures de science, 11 et 12 mai 2012, partout au Québec.
www.science24heures.com



À LIRE BIENTÔT



Des trésors à découvrir

Il n'y a pas que le rocher Percé comme merveille de la nature ! Le Québec est en train de faire l'inventaire de ses chefs-d'œuvre géologiques en vue d'en assurer la protection. *Québec Science* vous invite à découvrir les plus beaux et les plus significatifs d'entre eux.

Boson for ever

Ce n'est qu'une question de temps pour que l'on capture – enfin – le boson de Higgs, cette particule qui explique la structure de la matière. Quels enjeux cache cette quête acharnée?



Le pont de la discorde

Exploit d'ingénierie ou construction bâclée? En remontant aux origines du pont Champlain, il y a 50 ans, on découvre ce qui en fait sa particularité. Et cela n'a rien à voir avec les embouteillages dont il est aujourd'hui le théâtre.



Solution du sudoku de Gary McGuire

2	3	7	8	4	1	5	6	9
1	8	6	7	9	5	2	4	3
5	9	4	3	2	6	7	1	8
3	1	5	6	7	4	8	9	2
4	6	9	5	8	2	1	3	7
7	2	8	1	3	9	4	5	6
6	4	2	9	1	8	3	7	5
8	5	3	4	6	7	9	2	1
9	7	1	2	5	3	6	8	4

Je choisis
LE DEVOIR
Libre de penser

Aujourd'hui le futur



Le robot qui plantait des choux

Il y a eu l'homme, le cheval et la charue; puis il y a eu l'homme et le tracteur. Aujourd'hui, il y a *Prospero* qui, selon ses concepteurs, va révolutionner l'agriculture ! Avec leurs six pattes qui leur donnent l'air d'insectes, ces robots travaillent en essaim, chaque membre de l'équipe communiquant avec les autres grâce à une connexion sans fil. Il s'assure d'abord que la terre est vierge de toute plantation. Il détermine ensuite à quelle profondeur il va insérer la graine et où, puis il enregistre la position. Enfin, il plante et recouvre la graine de terre.

Premier prototype du « micro-plantier autonome », *Prospero* ne sait pour l'instant que planter. Dans sa phase 2, il est supposé arroser la terre d'engrais et devrait, dans sa phase 3, être capable de récolter les fruits de son travail. Dans un avenir plus ou moins proche, des armées de *Prospero* pourront peut-être remplacer les hommes et leurs tracteurs sans qu'aucun fermier ne vienne traîner ses bottes dans le champ ! Mais en a-t-on vraiment envie ?

<http://forums.trossenrobotics.com/showthread.php?4669-Prospero-Robotic-Farmer>

DAVID DORRHOUT

Docteur iPhone

Les diabétiques n'ont pas le choix, ils doivent surveiller religieusement leur glycémie pour éviter que leur taux de sucre ne s'emballe. Voici un nouveau gadget qui pourrait leur simplifier la vie. *Telcare* est un glucomètre intelligent; très intelligent même puisque, en plus de mesurer la glycémie, il transmet les résultats à une banque de données consultable par le patient, mais aussi par ses proches et son médecin. Ce dernier peut même communiquer avec son patient diabétique s'il perçoit quelque chose d'anormal. Grâce à cette application iPhone, plus besoin d'aligner de fastidieuses colonnes de chiffres pour surveiller l'évolution du taux de sucre

dans le sang. *Telcare* propose même des graphiques, schémas et autres données sur les hauts et les bas de sa condition. Toutes ces informations peuvent être imprimées, transmises par courriel et agrémentées de notes personnelles sur, par exemple, le nombre de verres de vin que l'on a bus, le menu que l'on a avalé ce jour-là ou l'exercice qu'on a pratiqué. Bientôt, la petite machine pourra peut-être même nous réprimander quand on s'approche de la bouteille de porto ou de la réserve de sirop d'érable !

<http://telcare.com/>

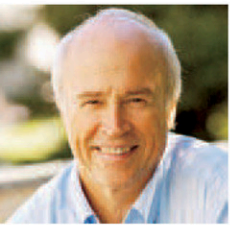


Le sandwich que personne ne veut voler

La vie au bureau ou à l'école est parfois féroce et il arrive que des collègues peu scrupuleux ou des petits chenapans de troisième secondaire s'emparent de votre sandwich, vous laissant le ventre vide pour finir votre journée de travail ou d'études. Ce temps-là est révolu ! Grâce à ce ragoûtant sac Ziploc sur lequel on a imprimé de fausses traces de moisissure, plus personne n'aura envie de toucher à votre lunch !

Disponible en ligne : www.thinkofthe.com/product.php?name=anti-theft-lunch-bags





Alex au pays des chiffres

Le mathématicien **Jean-Marie De Koninck** s'est emballé pour ce bouquin qui fera aimer les maths à n'importe qui.

Un voyage dans l'univers captivant des mathématiques, tel aurait pu être le titre du remarquable ouvrage d'Alex Bellos. Mais l'auteur n'a pas choisi son titre au hasard, car dans *Alex au pays des chiffres*, chacun des mots est en réalité très bien choisi. Le terme « chiffres » est plus approprié que « mathématiques », lequel fait peur à certains, alors que tout le monde manipule des chiffres à longueur de journée et que, après tout, il n'y en a que 10: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9. L'expression « Alex au pays » vient appuyer le fait que l'auteur a choisi de parcourir la planète pour expérimenter les mathématiques dans le monde réel. C'est ainsi que, pour découvrir la théorie des probabilités, il a loué une chambre dans un casino de Reno, au Nevada, et c'est au Japon qu'il a rencontré le plus matheux des chimpanzés.

Bellos propose ainsi à ses lecteurs d'appréhender de manière sympathique le domaine des mathématiques. Il nous raconte d'où viennent les nombres; pourquoi on a retenu la base décimale; comment on en est venu à inventer le zéro, la plus grande découverte des mathématiques se-

lon plusieurs historiens; et pourquoi la recherche insatiable des décimales du nombre pi (on en connaît à ce jour plus de cinq mille milliards!) a fasciné et fascine toujours les mathématiciens amateurs et professionnels. Remontant 2 000 ans avant notre ère, Bellos nous explique que les Chinois, en s'amusant à construire des carrés magiques (ces arrangements de $n \times n$ entiers positifs dont la somme de chacune des lignes, de même que la somme de chacune des colonnes, donne la même valeur), ont créé les mathématiques récréatives.

Il s'attache à expliquer pourquoi il aura fallu 2 000 ans d'acharnement avant qu'on arrive à vaincre les mystères de l'infini: du paradoxe de Zénon (selon lequel Achille ne pourra jamais rattraper la tortue, puisque pour y arriver il devra



d'abord parcourir la moitié de la distance qui l'en sépare, ensuite la moitié de la moitié, et ainsi de suite) jusqu'à la découverte, par Cantor, de l'existence d'infinis de différentes tailles.

L'auteur nous présente aussi les êtres humains à l'origine des découvertes. Il relate par exemple comment le renommé professeur G.H. Hardy, ayant constaté que le jeune indien S. Ramanujan avait découvert des formules mathématiques tout à fait géniales, l'a invité à le rejoindre à Cambridge, lui donnant ainsi la chance de mettre à profit son talent exceptionnel.

Pour souligner l'importance des nombres premiers, on trouve à la page 299 du livre de Bellos l'image du tampon utilisé par l'université de l'Illinois dans les années 1960 sur tous ses envois postaux. On peut y lire « $2^{11213} - 1$ is prime » pour souligner la découverte faite par le professeur Donald

MATIÈRES À LIRE



Dur à cuire

Il y a presque 25 ans, André-François Bourbeau, alors jeune prof d'université, et son ami Jacques Monminy, se sont livrés à une expérience extrême qui leur vaut encore de figurer dans le livre des records *Guinness*. Pendant 31 jours, ils ont survécu, seuls, en pleine forêt boréale, uniquement équipés de leurs vêtements et de quelques articles personnels – montre, clés, crayon, etc. Pas de nourriture, pas de canif, pas de sac de couchage. Outre la réédition du « journal de voyage » de cette aventure hors du commun, le livre propose un recensement

critique et sans complaisance des erreurs commises. Dans une troisième partie qui fascinera tous les amateurs de tourisme extrême, André-François Bourbeau, devenu une sommité dans le domaine du plein air, dresse un inventaire rigoureux de techniques et méthodes de survie en forêt. Entre autres trucs, une gouttière à *slush*, une « tripe » de roche et un séchoir à cailloux. **P.M.**

Le survieathon: vingt-cinq ans plus tard, André-François Bourbeau, Les Éditions JCL, 512 p.

Quand je serai grand, je serai un intellectuel

Voici une collection à la fois utile et passionnante qui risque bien – c'est le but! – d'engendrer quelques belles vocations. Écrits par des intellectuels de renom et des chercheurs « costauds », ces petits livres produits par les Presses de l'Université de Montréal proposent un regard à la fois professionnel et personnel sur des métiers tels que celui d'astronome (par François Wesemael), d'éthicien (Daniel Weinstock), de géographe (Rodolphe De Koninck) ou encore de latiniste (Jean-François Cottier). Le plus récent essai, signé par le médecin Marc Zaffran (alias le romancier Martin Winckler, auteur de *La maladie de Sachs*) se veut une réflexion sur son expérience de médecin de famille. Des bouquins à petit prix à mettre entre toutes les mains, en particulier celles des étudiants! **P.M.**



Médecin de famille, Marc Zaffran, Les Presses de l'Université de Montréal, 72 p.

toile de fond

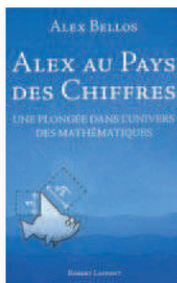
Par Marine Corniou

Gillies du plus grand nombre premier connu à l'époque.

En utilisant peu d'équations, plusieurs illustrations et des exemples de notre vie de tous les jours, l'auteur parvient à convaincre le lecteur que les mathématiques sont à la fois simples et intrigantes.

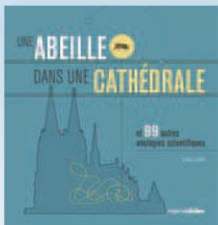
Comme il l'écrit lui-même, « pendant la rédaction de ce livre, j'ai toujours eu le souci de communiquer l'excitation et l'émerveillement qui accompagnent l'exploration mathématique ». À la lecture de l'ouvrage, on ne peut faire autrement qu'être séduit par son style et sa passion et, du même coup, par la beauté des mathématiques.

✦ Professeur au département de mathématiques et de statistique à l'Université Laval, Jean-Marie De Koninck est l'auteur de 14 livres et de 100 articles dans des journaux de mathématiques. Il a été nommé « scientifique de l'année 2005 » par la Société Radio-Canada. Reconnu pour son travail de vulgarisation, notamment auprès des jeunes, il est aussi un ancien champion olympique de natation et le fondateur de l'Opération nez rouge.



Alex au pays des chiffres, Alex Bellos, Éditions Robert Laffont, 2011, 512 p.

La science des métaphores



Si un atome avait la taille d'une cathédrale, son noyau ne serait pas plus gros qu'une abeille volant dans la nef ! C'est avec ce type d'analogie que le journaliste Joel Levy démystifie 100 principes scientifiques, de la physique à la chimie, en passant par la biologie et la technologie. L'idée est ludique, et

le résultat très instructif. Un régal de vulgarisation où sont abordés, en mots et en images, tous les aspects de l'Univers et de notre quotidien ! M.C.

Une abeille dans une cathédrale et 99 autres analogies scientifiques, Joel Levy, Éditions Marcel Didier, 2012, 226 p.

CALCULEZ VOTRE EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

Comment connaître « l'empreinte écologique » d'un voyage en avion, en train ou en auto ?

En téléchargeant gratuitement l'application *UNEP Carbon Calculator* (disponible en français) du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), qui calcule la surface de forêt, de marais ou de mangrove nécessaire pour absorber le CO₂ émis par nos activités. Un bon moyen de faire des choix de consommation responsables, à l'approche du sommet Rio+20 qui se tiendra au Brésil en juin.

À télécharger sur iTunes.



MISSION BIODIVERSITÉ!

La nouvelle expédition de Jean Lemire permettra de dresser le tableau de la biodiversité mondiale. À suivre sur Internet.

Et c'est reparti ! Le biologiste et cinéaste Jean Lemire a quitté Gaspé fin janvier à bord du *Sedna IV*, son trois-mâts de 51 m remis à neuf en 2011. L'expédition *1 000 jours pour la planète* sillonnera pendant trois ans les mers du monde entier pour enquêter sur le déclin de la biodiversité et mieux comprendre l'impact des sociétés humaines sur les écosystèmes. Accompagné de scientifiques et d'une équipe de tournage, Jean Lemire ira à la rencontre des chercheurs qui se consacrent à la protection des espèces, de l'Amazonie à la Méditerranée, en passant par l'Asie et l'Afrique, et en terminant par l'Arctique, en 2015.

Un site Internet consacré à la mission permet de suivre l'itinéraire du bateau (grâce à un système de géolocalisation), et de consulter chaque jour le journal de bord ainsi que l'album photo, alimentés par un journaliste et une déléguée du Biodôme de Montréal, présents à bord. Toutes les semaines, l'équipe met en ligne une capsule vidéo relatant les aventures de l'équipage, qui feront aussi l'objet d'un documentaire. Les sections « Éducation », dédiée aux professeurs et aux élèves du secondaire, et « Biodiversité » s'enrichiront peu à peu d'informations destinées à sensibiliser le public à la protection des espèces végétales et animales, qui disparaissent à un rythme jamais atteint dans l'histoire de notre planète.

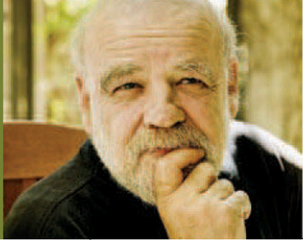
www.radio-canada.ca/sedna

Blogue

www.cafe-sciences.org/

BLOGOSPHERE SCIENTIFIQUE

Un petite discussion au C@fé des sciences? C'est ce que propose cette plateforme qui collige des blogues de chercheurs, d'étudiants, de journalistes et d'autres passionnés de science. Pour faciliter la navigation et assurer la visibilité des billets, toutes les publications sont affichées dans des rubriques thématiques (physique, chimie, environnement, santé, ou même politique). Et depuis quelques mois, le C@fé héberge Strip Science, un portail qui réunit les blogues de bande dessinée à tendance scientifique. Un régal pour les amateurs de vulgarisation !



Batoche, un trou sur la carte

Au cours de votre vie, pensez-vous aller un jour à Batoche, en pèlerinage au Lieu national historique où se tint la bataille du mois de mai 1885? Quelle bataille? Qui s'est battu et pourquoi? Combien y a-t-il eu de morts? Bien peu de Canadiens savent où se trouve Batoche, et ce qui s'y est passé.

François-Xavier Letendre portait le surnom de Batoche, comme son père. C'était un Métis né en 1841 à Saint-Boniface, petit-fils d'un coureur de bois et d'une Crie des Plaines nommée Josephite. En 1872, il quitta le Manitoba afin de rallier le Nord-Ouest sauvage dans l'espérance de créer, avec d'autres, une nouvelle colonie métisse sur la rivière Saskatchewan Sud. Quel beau nom, *saskatchewan*, qui signifie « courant rapide » en algonquien cri. À 40 milles au sud de Prince Albert, Letendre dit Batoche s'établit sur les rives de la belle rivière. Il opéra d'abord un bac pour traverser la Saskatchewan, en un lieu qui en vint à s'appeler la Traverse à Batoche. Un peu plus à l'est, se trouvait la Traverse à Dumont, où Gabriel Dumont avait une maison, avec une table de billard et un piano. Batoche devint un homme riche et prospère. Le batelier fut aussi commerçant, éleveur de chevaux et de bétail, hôtelier et colonisateur. C'était un Métis argenté et capable, une impossibilité aux yeux des Blancs.

Il avait 46 ans lorsque survint la crise de mai 1885. L'année où l'armée canadienne, dépêchée par Ottawa, vint mater les arrogants Métis et les Indiens récalcitrants, près de 1 000 habitants vivaient déjà dans le village qu'il avait fondé. Gabriel Dumont, le chasseur de bisons, voulait attaquer la colonne de l'armée en rase campagne, bien avant qu'elle atteigne Batoche. Louis Riel, chef du peuple métis, ne pouvant se résoudre à passer à l'action, Dumont fut contraint de préparer la défense. Sous son commandement, les Métis creusèrent des trous et des galeries, comme des chiens de prairie. Ils visaient bien; ils allaient donner beaucoup de fil à retordre aux assaillants canadiens.

Le Lieu historique national de Batoche n'est pas l'attraction

la plus courue au pays. Il se situe en dehors des sentiers battus, au nord de Saskatoon, bien loin du Stampede de Calgary, du parlement d'Ottawa ou de Marineland. Dans le cœur de la Saskatchewan, un pays a voulu naître, celui des Métis francophones, celui des Cris et des Assiniboïnes. Louis Riel, Gros Ours, Esprit Errant, Faiseur d'Enclous et Gabriel Dumont furent les héros des perdants. Le premier ministre canadien John A. Macdonald, le ministre Adolphe-Philippe Caron, le général britannique Frederick Dobson Middleton et la mitrailleuse Gatling furent les assaillants victorieux. Au nom du Canada, ils tuèrent dans l'œuf les idéaux d'une société

métisse et amérindienne qui, avant l'arrivée des orangistes ontariens et des immigrants, occupait ce pays.

Letendre dit Batoche n'a pas participé à la bataille. Il était au lac La Grenouille ou au lac de La Corne, dans l'un ou l'autre de ses postes de traite. Craignait-il la violence? Peut-être. Cependant, il fut toujours un grand défenseur des droits des Métis et des Indiens. Mais sa chance avait tourné, monsieur Batoche. Après la bataille, il perdit tous ses biens en même temps que ses droits. La milice canadienne, composée d'orangistes ontariens et de Canadiens français du Québec, brûla sa maison, pilla son magasin, tua son bétail. Le Canada allait être celui de Regina, d'Alberta,

de Victoria; il n'allait pas être celui de Batoche, du lac aux Canards ou de l'Île-à-la-Crosse.

Plusieurs furent tués comme des chiens. José Ouellet est mort, un trou dans le front. On a retrouvé son corps dans les tranchées, en position de tireur. Il avait 93 ans, aucun dossier médical ni place réservée au CHSLD. Le vieux se battait pour le droit de son peuple; il refusait la retraite. Il avait l'âge de ce peuple, justement, et voilà qu'il tombait avec lui.

J'irai un jour pleurer à Batoche, où il ne reste plus rien: quelques tranchées imaginées par Gabriel Dumont, des traces de balles sur les murs de la petite église, du vent dans le vide et les os des Lépine, des Parenteau, des Gariépy, des Tourond, des Fleury. Non, rien.



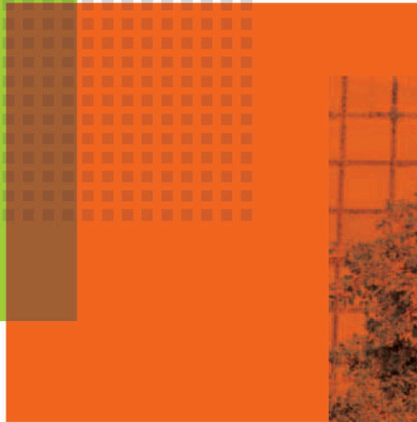
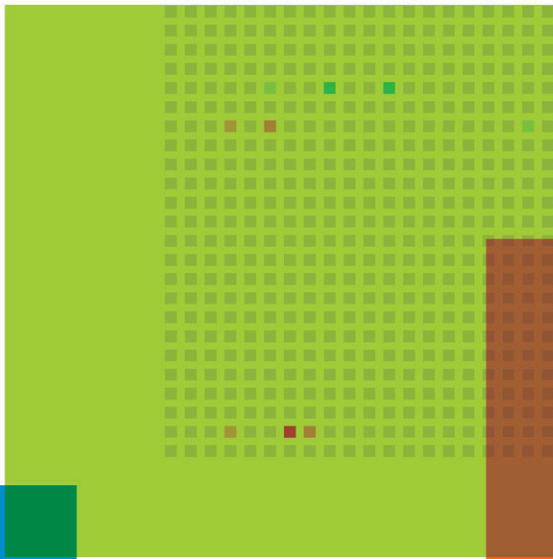
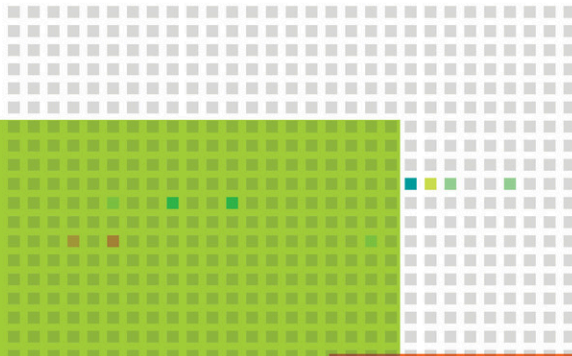
Fosse commune des neuf Métis tués à la bataille de Batoche.



François-Xavier Letendre, dit Batoche.



L'église Saint-Antoine-de-Padoue



DÉCOUVREZ LA DIFFÉRENCE FÉRIQUE

**POUR MIEUX GÉRER ET PRENDRE EN MAIN
VOS PLACEMENTS FINANCIERS.**

www.ferique.com/video.

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



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



1-800-291-0337

* Note : un placement dans un organisme de placement collectif peut donner lieu à 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 Placements Banque Nationale inc., à titre de Placeur principal, et par Services d'investissement FÉRIQUE. Les Fonds FÉRIQUE payent des frais de gestion à Gestion FÉRIQUE lui permettant d'assumer les frais de conseillers en valeurs, de mise en marché et de distribution des Fonds FÉRIQUE ainsi que les frais d'administration du gérant des Fonds FÉRIQUE. Chaque Fonds FÉRIQUE assume ses propres frais d'exploitation. Les Fonds FÉRIQUE sont sans commission lorsqu'un porteur de parts souscrit par l'entremise de Placements Banque Nationale inc. ou de Services d'investissement FÉRIQUE; certains frais de courtage pourraient toutefois être exigibles si la souscription se fait par l'entremise d'un courtier indépendant.



Magicien en sciences

Alexandre Robichaud, Génie microélectronique

Les sciences s'appliquent à l'UQAM

En utilisant des champs électromagnétiques, Alexandre Robichaud et ses collègues réussissent à allumer sans fil des ampoules. Ses études en génie microélectronique lui donnent un nouvel éclairage sur l'avenir.



Découvrez la suite sur

sciences.uqam.ca/magicien