

Étranges décrochages

Une personne sur trois hallucine avant de s'endormir. Mieux : on vit des états de transe toutes les 90 minutes en moyenne. Et cela sans drogues, ni séances de vaudou !

Est-ce le cerveau qui décroche ? Bien sûr ! Est-ce qu'il déraille pour autant ? Pas certain, puisque ces « états seconds » de la conscience seraient en fait des événements presque com-



muns, et non réservés aux névrosés, adeptes du yoga ou amateurs de stupéfiants. C'est en tout cas ce qui ressort des rares études sur le sujet qu'a parcourues notre collaboratrice Anne-Marie Simard.

Intrigant ? Si « ces phénomènes ont des bases neuronales », comme nous le rappelle un chercheur de l'Université Laval, on se demande encore lesquelles. Les curieux seront déçus,

cette question restera vraisemblablement une énigme si on en juge par la réaction de la plupart des chercheurs que nous avons approchés. « Il suffit d'aborder le sujet avec des neurologues, psychiatres ou anthropologues pour se rendre compte que l'on se trouve sur un terrain glissant, raconte notre journaliste. Les demandes d'entrevue sont déclinées avec des rires embarrassés. Untel ne veut pas être cité. Un autre, sourire en coin, nous renvoie à un concurrent. »

Il a donc fallu, patiemment, glaner quelques informations ici et là pour produire cet article. Mais il n'en demeure pas moins que les difficultés rencontrées nous ont laissés songeurs : est-ce donc cette démission quasi généralisée des neurologues à aborder cette délicate question de la conscience qui laisse la voie libre à toutes sortes de théories nouvelageuses construites par des charlatans et des hurluberlus éthérés trop inspirés ?

Chose certaine, ils tiennent là un bon filon. On a qu'à se rendre au Salon annuel de l'ésotérisme pour le constater. Là, on n'hésite pas une seconde à expliquer que ces hallucinations sont des visions, ces moments d'extase, des illuminations, et ces transes, de grands événements ésotériques.

Mais pourquoi se contenter de pareilles balivernes ? Certes, on ne sait pas grand-chose du cerveau qui décroche, mais les quelques neurologues et psychiatres nous rappellent ici qu'il n'y a là rien de bien mystique en fin de compte, juste quelque chose d'énigmatique comme il y en a à profusion en science. Et, à vrai dire, cela rend ces états seconds de la conscience encore plus fascinants.

Raymond Lemieux

Au moment de mettre sous presse, une bonne partie du Québec était piégée dans la glace et plongée dans l'obscurité, provoquée par une mégapanne d'électricité. Les conséquences ont été désastreuses. Et les ingénieurs, les climatologues, les biologistes, les agronomes, les gestionnaires de crise en mesureront encore longtemps les dégâts. Au cours des prochains mois, Québec Science se promet de faire le suivi de leurs travaux. Histoire de pouvoir tirer des leçons de ce sinistre sans précédent.

Actualités



5 Fossiles : ils sont de retour

Les fossiles font aussi partie de notre patrimoine, a tranché le gouvernement. Une cinquantaine de belles pièces originales de la région de Miguasha, en Gaspésie, vont donc rentrer au bercail.

par Normand Grondin



8 La seconde vie de Hetep Bastet

Un film révèle le lointain passé d'une momie égyptienne qui a longtemps accumulé la poussière dans les placards de l'UQAM.

par Bruno Dubuc

10 Galaxies : ça cogne dur !

À une vitesse de 700 000 kilomètres à l'heure, deux galaxies d'une centaine de milliards d'étoiles chacune sont entrées en collision. Le télescope Hubble a tout vu.

par Benoit Villeneuve



13 Chronique Internet Si l'avenir vous intéresse

par Philippe Chartier

14 Deux temps trois mouvements



Chroniques



48 Livres Des maladies fort étranges

par Natalie Boulanger

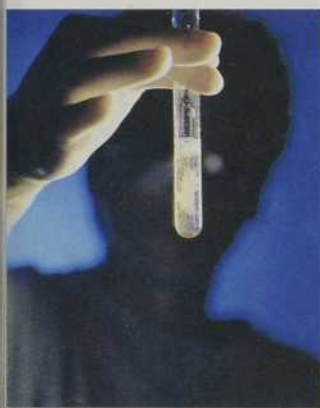
49 Entretien avec Bernard Werber Vive les fourmis !

par Laurent Fontaine

44 La dimension cachée
Un thermomètre ne fait pas le printemps
par Raynald Pepin

46 Des chiffres et des jeux
par Jean-Marie Labrie





21 Bactéries : plus coriaces et plus dangereuses

Les médecins s'inquiètent de la résistance accrue des bactéries aux antibiotiques. Un cas de contamination en série survenu récemment dans un hôpital de Valleyfield confirme leurs appréhensions.

par Isabelle Girard



25 Internet 2 au secours de son grand frère

La circulation est de plus en plus pénible sur le réseau Internet. C'est pourquoi on a déjà mis en chantier des solutions pour le désengorger. Bonne nouvelle : le Québec n'est pas en retard dans ce dossier. Mieux encore, il est en avance !

par Philippe Chartier



32 9 000 ans de solitude

On l'a surnommé l'homme de Kennewick. Il a plus de 9 000 ans, son squelette est exceptionnellement bien conservé et sa physionomie est celle... d'un caucasien. Les archéologues veulent l'étudier, mais les Amérindiens exigent qu'on l'enterre à nouveau. Controverse scientifico-politico-religieuse sur fond d'énigme préhistorique.

par Normand Grondin

37 À la ferraille !

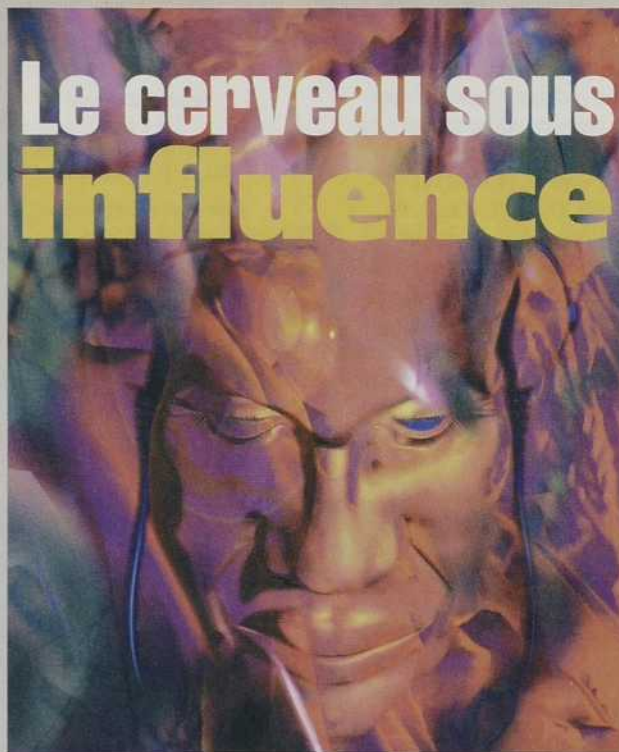
C'est en Abitibi, dans une usine de la compagnie Noranda, que vont s'échouer — pour être recyclées — nos machines à puces désuètes.

par Jean Benoît Nadeau



États seconds

Le cerveau sous influence



16 Dans certaines conditions, un cerveau, n'importe lequel, peut se dérégler et en faire voir de toutes les couleurs à son propriétaire. Voici pourquoi.

par Anne-Marie Simard

L'image de la page couverture a été produite au Centre national d'animation et de design de Montréal (une composante du Cégep de Jonquière). Vander Caballero, un étudiant, l'a conçue et modélisée. Nicolas Poteet, son professeur, a procédé à la composition et au traitement. Ils ont utilisé les logiciels Softimage 3D, version 3.7, et Eddie 3.5.

40 Tourbillons : comment ils se forment

Superbes manifestations des forces de la nature, les tourbillons constituent un beau sujet d'étude pour les physiciens.

par Régent Bouchard, Claudette Gagné et Paul Lavallée



Deux Noël plus tard

Le père Noël n'est plus qu'un vague souvenir dans votre esprit ? Alors, que dire des fêtes de 1996 ? Cependant, nous n'avons pas pu résister à l'envie de publier cette magnifique lettre que nous ont fait parvenir **Anne-Marie Gauvin** (16 ans) et **Mélanie Trudel** (15 ans), de Pont-Rouge, dans la région de Québec. Elle concerne un article paru dans le numéro de décembre 1996 où l'on démontrait « scientifiquement » que le père Noël, en regard des moyens disponibles et des lois courantes de la physique, était incapable à lui seul de remplir le lourd mandat qu'on lui a confié. Sauf que Mélanie et Anne-Marie sont « totalement en désaccord » avec nous.

« *Peut-être vos chiffres sont-ils impressionnants mais, désolées de vous contrarier, le père Noël pourrait effectuer plus d'une tournée.* [NDLR : l'article prenait pour acquis que le père Noël effectuait, sans aide, toute sa tournée dans la seule nuit du 24 au 25 décembre.] *En effet, en moyenne, les cadeaux arrivent*

Des commentaires ?

Vous pouvez nous faire parvenir vos commentaires et suggestions à l'adresse suivante.

Québec Science

3430, rue Saint-Denis, bureau 300
Montréal (Québec) H2X 3L3
Télec. : (514) 843-4897

Adresse électronique
courrier@QuebecScience.qc.ca

sous le sapin aux alentours du 14 décembre. Cela prouve bien notre hypothèse.

« *De plus, il y a plusieurs autres personnages mystérieux qui font le même travail que le père Noël aux quatre coins du monde. En Hollande, le bon Saint-Nicolas aidé de son fidèle compagnon Pierre le Noir. En Italie, la sorcière Befana enfourche son balai dans la nuit du 6 janvier (...). En Espagne, les trois Rois Mages apportent les présents aux enfants. En Syrie, c'est un chameau qui distribue les cadeaux. En Suède, tous les enfants espèrent la venue de Youl Tomtem le lutin, qui voyage dans un traî-*

neau tiré par des chèvres sauvages. Au Danemark, seuls les chats peuvent voir Julnisse, le lutin distributeur de cadeaux. Enfin, en Allemagne, l'Anklöpfelesel, c'est-à-dire l'Âne-qui-frappe-à-la-porte vient chercher les légumes et les remplace par des friandises.

« *Après toutes ces recherches, nous espérons que vous allez remédier à la situation et, peut-être, effectuer de nouveaux calculs. Ne brisez pas la magie de Noël ! »*

La main de Dieu

Avec une pointe d'humour, **Daniel Creusot** nous fait part de son étonnement lorsqu'il a constaté que l'article de Roger Tétreault sur les mammifères disparus (« Les grands disparus », novembre 1997) débutait avec une illustration d'un très ancien... oiseau, aujourd'hui éteint. Mais soyons francs : il n'est pas le seul à être étonné ! Voici des extraits de sa lettre.

« (...) Dans un excellent article bien documenté, Roger Tétreault — un darwiniste convaincu — dresse un émouvant constat, une litanie malheureusement inachevée, des innom-

brables espèces mammifères disparues au cours des millénaires.

« *En dépit de sa qualité, cet article n'aurait pas dû, a priori, soulever de questions épistémologiques sur l'origine des espèces. C'était sans compter sur une main anonyme, fondamentaliste et créationniste infiltrée au plus haut de la rédaction. Le procédé n'est pas nouveau. Il relève des méthodes mises au point par le KGB et la CIA au plus fort de la guerre froide : l'emploi d'images subliminales.*

« *Pour déconsidérer l'excellent article, la première illustration, véritable offrande sacrificielle au créationnisme pur et dur, représente un euryapterix. Vous avez bien lu : un euryapterix !*

« *Mais est-ce un hasard ?*

« *Certains avocats de Québec Science ont avancé la concomitance de la parution de la revue avec l'Action de grâces pour expliquer la présence de ce volatile aux allures de dinde. Mais les créationnistes ne désarment pas : ne serait-ce pas plutôt là le subtil rappel de la création d'espèces par un Dieu tout-puissant ?*

« *Restons vigilants... »*



Nous acceptons de temps à autre de communiquer notre liste d'abonnés à des organismes et des entreprises quand nous croyons que leurs produits ou services peuvent intéresser nos abonnés. Cependant, les demandes qui nous sont adressées sont acceptées avec parcimonie à la lumière de la bonne réputation des requérants et de l'intérêt des produits et services qu'ils offrent. La plupart de nos abonnés apprécient ce service. Si vous ne souhaitez pas que votre nom figure sur cette liste, faites-le-nous savoir par écrit en nous indiquant votre nom, votre adresse ainsi que votre numéro d'abonné.

Québec Science



Publié par
La Revue Québec Science
3430, rue Saint-Denis, bureau 300
Montréal (Québec) H2X 3L3
courrier@QuebecScience.qc.ca
www.cybersciences.com

DIRECTION

Directeur général : Michel Gauquelin
Directeur de l'administration : Marc Côté
Adjointe administrative : Nicole Lévesque

RÉDACTION

Rédacteur en chef : Raymond Lemieux
Adjoint à la rédaction : Normand Grondin

Comité de rédaction : Patrick Beaudin, Jean-Marc Carpentier, André Delsie, Jean-Marc Fleury, Rosemonde Mandeville, Isabelle Montpetit, Gilles Parent, Anne-Marie Simard, René Vézina

Ont collaboré à ce numéro : Agence Science-Press, Gilbert Bégin, Régent Bouchard, Philippe Chartier, Bruno Dubuc, Laurent Fontaine, Claudette Gagné, Isabelle Girard, Jean-Marie Labrie, Paul Lavallée, Jean Benoit Nadeau, Raynard Pepin, Anne-Marie Simard et Benoit Villeneuve

Illustrations/photos : Vander Caballero, Marc Cuadrado, Pierre-Paul Pariseau, Nicolas Poteet, Rémy Simard
Correction : Natalie Boulanger

PRODUCTION

Direction artistique : Normand Bastien
Séparation de couleurs, pelliculage électronique et impression : Interweb

COMMERCIALISATION

Promotion : Hélène Côté
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

ABONNEMENTS

Tarifs (taxes incluses)	Au Canada	À l'étranger
1 an (10 numéros)	37,60 \$	48,00 \$
2 ans (20 numéros)	64,95 \$	86,00 \$
3 ans (30 numéros)	89,91 \$	125,00 \$
À l'unité	4,50 \$	5,25 \$
Groupe (10 ex./même adresse)	34,19 \$	Non disponible

Pour abonnement et changement d'adresse

QUÉBEC SCIENCE
Service des abonnements
525, rue Louis-Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de : DAWSON FRANCE, B.P. 57, 91871, Palaiseau, Cedex, France
Québec Science, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par la revue Québec Science. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les manuscrits soumis à Québec Science ne sont pas retournés. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE

Tél. : (514) 875-4444 Téléc. : (514) 523-4444

PUBLICITÉ

Soussy.com
Carole Martin
Tél. : (514) 843-6888 Téléc. : (514) 843-4897

RÉDACTION

Tél. : (514) 843-6888 Téléc. : (514) 843-4897

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
Premier trimestre 1998. ISSN-0021-6127
Répertorié dans *Repère* et dans l'*Index des périodiques canadiens*.

© Copyright 1998 - La Revue Québec Science

Imprimé sur papier contenant 50 % de fibres recyclées et 40 % de fibres desencrées (post-consommation)

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de la Culture et des Communications (Programme Revues de vulgarisation scientifique et technique) et du gouvernement du Canada (Programme Sciences et Culture Canada)

Gouvernement du Québec
Ministère de la Culture
et des Communications

Industrie Canada Industry Canada

Membre de : The Audit Bureau
CPPA

Québec Science est produit sur cassette par l'Audiothèque pour les personnes handicapées de l'imprimé. Téléphone : (418) 627-8882.

Actualités

Fossiles : ils sont de retour

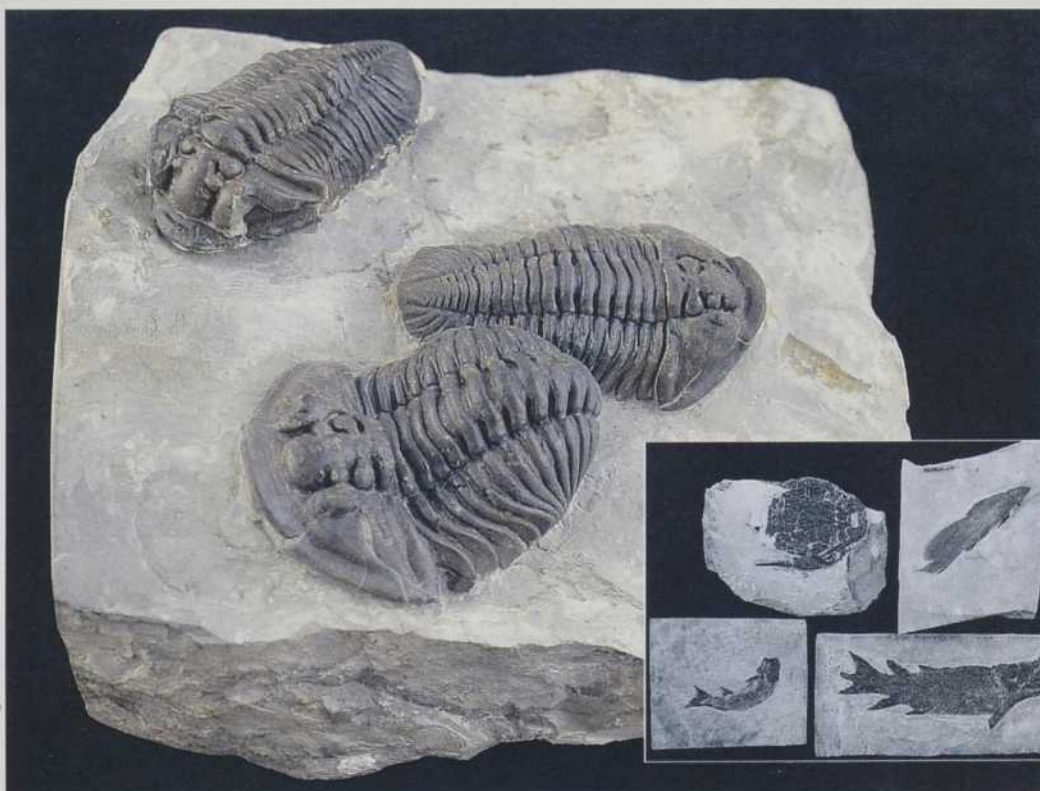
Ironique mais vrai : le Musée de Miguasha doit racheter une collection de fossiles qui proviennent... de Miguasha !

par Normand Grondin

Les responsables du Musée de sciences naturelles de Miguasha sont heureux : ils ont fait des pieds et des mains pour qu'une collection privée d'une cinquantaine de fossiles mis à jour dans la région soit rachetée par le gouvernement québécois, puis exposée au Musée. Et ils ont réussi.

« Plusieurs pièces sont exceptionnelles », dit Richard Cloutier, le paléontologue du musée. Il mentionne le cas d'un fossile de *Bothriolepis canadensis*, un poisson qui vivait au dévonien (il y a 370 millions d'années) et dont certaines parties de l'anatomie ont été préservées. « Le poisson a probablement été enseveli très rapidement lors d'une catastrophe naturelle, par exemple, une coulée boueuse résultant d'une pluie torrentielle comme celle qui a frappé le Saguenay en juillet 1996. C'est ce qui pourrait expliquer pourquoi il a été si bien conservé. » La collection comprend également deux fossiles d'*Endeiolepis*, des poissons sans mâchoires, proches des lamproies, dont il n'existe actuellement que 17 exemplaires. Bref, il s'agit d'un magnifique butin.

Tous ces fossiles appartenaient à Pierre Gonin, un paléontologue amateur (très)



Encantateur léger

Ces trilobites trouvés au Québec vivaient il y a plus de 410 millions d'années. On les a mis aux enchères. En médaillon, une partie du butin de fossiles que le Québec a sauvé *in extremis*.

éclairé, qui a mis en vente à l'encan, en novembre dernier, son imposante collection de minéraux et de fossiles qui comptait plus de 11 000 pièces ! Il a fallu une vingtaine d'années à Pierre Gonin et à sa femme pour accumuler,

surtout par la voie des échanges, ce trésor composé de fossiles de poissons, d'insectes, de crustacés, d'invertébrés, d'animaux et de végétaux couvrant le précambrien jusqu'à l'époque récente. Sauf que la tâche de maintenir cette collection était devenue « trop lourde », a reconnu le Québécois d'origine française dans le texte qui accompagnait le catalogue de la vente aux enchères. « Nous avons donc rêvé qu'un jour elle serait

exposée ailleurs, non pas à des spécialistes mais au plus grand nombre. »

D'accord, mais classer, documenter et surtout mettre un prix sur chaque pièce d'une collection de cette envergure n'est pas de tout repos non plus ! « Monter le catalogue a exigé deux mois de travail et les services d'un évaluateur français considéré comme un des meilleurs dans ce domaine », explique Chantal Montgomery-Schell, de

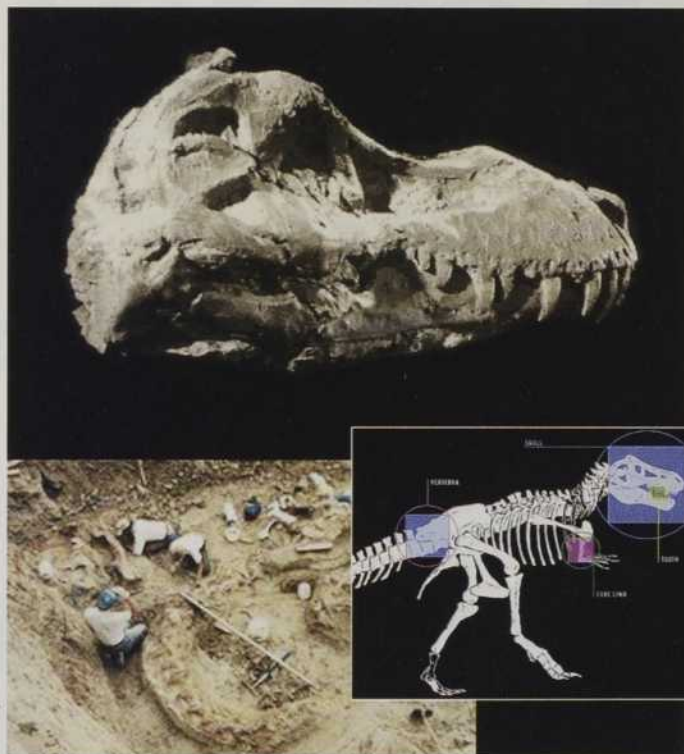
l'Encanteur Iégor. On croit d'ailleurs qu'il s'agissait là, si on considère le nombre de pièces, de la plus importante collection scientifique jamais mise à l'encan... dans le monde !

Pendant deux jours, de midi à minuit, sans interruption, le commissaire-priseur a écoulé ces milliers de pièces qu'on remontait des entrepôts dans de grands chariots de boulangerie. Les acheteurs étaient des commerçants, des musées, mais également des amateurs, d'ici ou d'ailleurs, prêts à payer quelques centaines, voire quelques milliers de dollars, pour le simple plaisir de posséder un fossile bien à eux. « On téléphonait d'un peu partout dans le monde pour acheter, des États-Unis, de l'Europe et de l'Asie », dit Chantal Montgomery-Schell, qui ajoute que le réseau Internet a beaucoup contribué à internationaliser les événements de ce genre.

Finalement, le 9 novembre au soir, tout était vendu pour une somme avoisinant les 325 000 dollars. « C'était la fin d'un véritable marathon ! », se rappelle-t-elle.

Avant la vente, le paléontologue Richard Cloutier avait lui-même inspecté tous les spécimens de Miguasha afin de vérifier si certains d'entre eux avaient été restaurés ou modifiés afin d'en augmenter la valeur marchande. On avait aussi prévenu les responsables de l'encan que tous les spécimens avaient fait l'objet d'une demande de classement comme biens culturels. En clair, cela signifie que maintenant que la demande est acceptée... les acheteurs vont devoir retourner les pièces au musée, qui leur remboursera évidemment le prix d'achat.

Mais comment de pareils spécimens ont pu se retrouver entre les mains de Pierre Gonin ? Richard Cloutier rappelle que, jusqu'au début des années 90, le Parc de Miguasha ne couvrait pas l'ensemble du



Sotheby's

T. Rex vendu !

À qui appartiennent véritablement les fossiles ? À ceux qui les trouvent ? À ceux qui possèdent le terrain sur lequel on les découvre ? Aux autorités publiques ?

Ce débat, presque aussi vieux que le sujet lui-même, a connu un nouveau rebondissement le 4 octobre dernier avec la vente aux enchères chez Sotheby's (New York) d'un rare et magnifique squelette presque complet de *Tyrannosaurus Rex* pré-nommé Sue. L'acheteur, le Field Museum of Natural History of Chicago (assisté de Walt Disney et des restaurants McDonald), a versé à Maurice William, un Cheyenne établi dans le Dakota du Sud, la coquette somme de 8,3 millions de dollars US pour son T. Rex !

Pourtant, Maurice William est *rancher*, pas paléontologue. Et ce n'est pas lui qui a découvert Sue, mais Susan Hendrickson, employée et amie de Peter Larson, propriétaire d'une entreprise privée d'excavation de fossiles.

Mais voilà, l'objet du litige se trouvait sur le terrain de Maurice William, qui a poursuivi Larson devant les tribunaux criminel et civil pour récupérer son dû. William avait un bon avocat, une bonne cause et un adversaire qui manquait de veine — Larson avait quelques déclarations de revenus erronées sur la conscience. Après une série d'imbroglies judiciaires — raid du FBI, contre-attaque des autorités indiennes locales et du département américain de l'Intérieur, etc. —, Larson a écopé de 18 mois de prison et le *rancher*, d'une passe gratuite pour se présenter au tiroir-caisse de Sotheby's.

Morale de l'histoire ? Les fossiles appartiennent à ceux... qui payent pour les avoir ! Ce qui n'a pas empêché plusieurs scientifiques américains de s'indigner tout haut du marchandage éhonté entourant un objet qui, selon eux, devrait plutôt appartenir d'office au patrimoine mondial.

Pour en savoir plus

Le (magnifique) catalogue de Sotheby's sur le T. Rex Sue www.sothebys.com:80/sue_trex/homejs.html

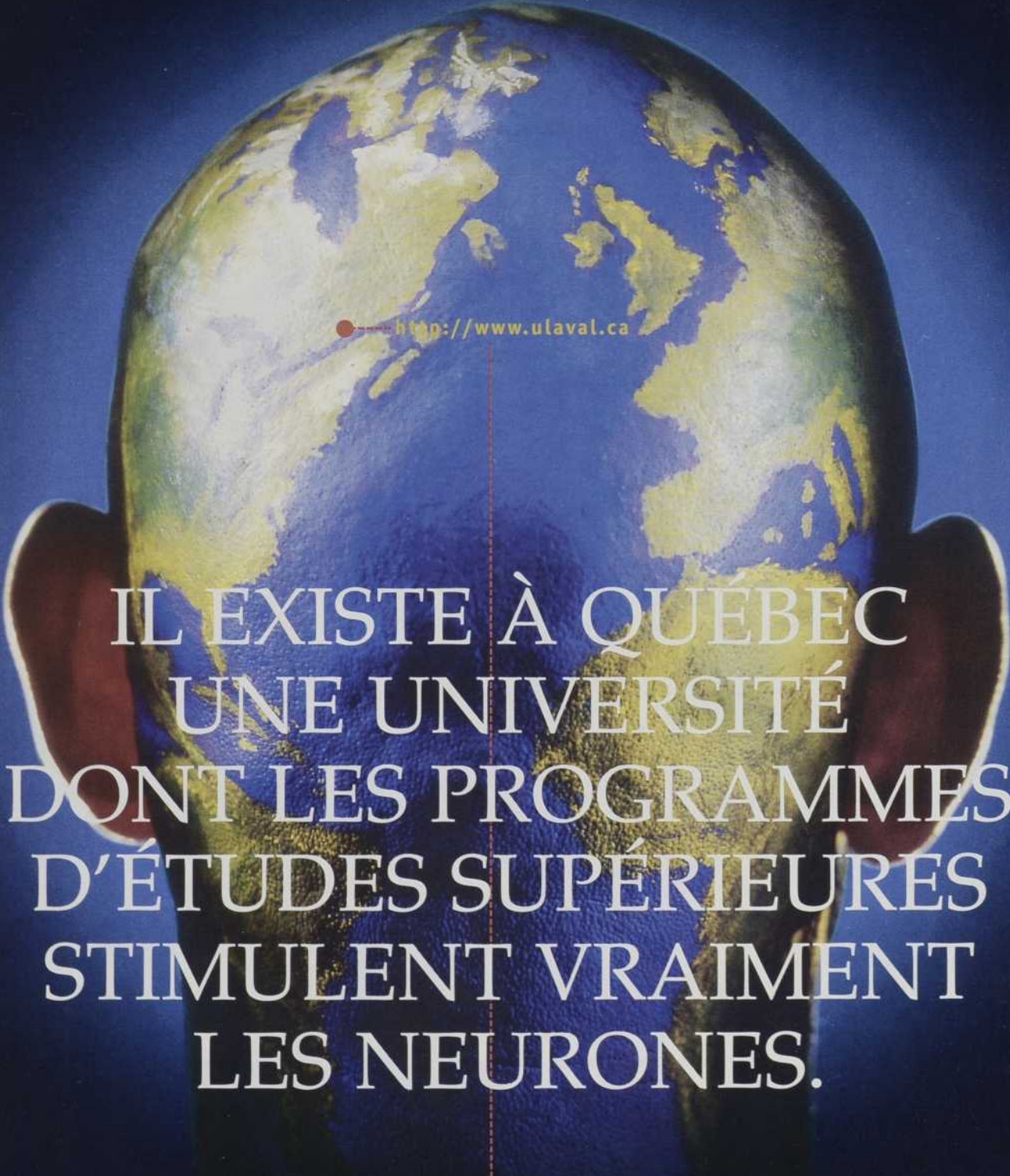
gisement fossilifère, ce qui a permis à une entreprise privée d'acheter un terrain en bordure du parc et d'effectuer des fouilles extensives sur les plages durant l'été de 1989. Puis, de revendre ses trouvailles à des amateurs ou à des institutions ou de les échanger. Les pièces peuvent également avoir été ramassées par de simples amateurs : encore aujourd'hui, il est impossible de contrôler les allées et venues des visiteurs qui ramènent parfois, illégalement, des fossiles découverts sur les plages du Parc.

Il faut ajouter que le rachat de cette collection constitue une première pour les responsables de la protection des biens culturels : jamais, depuis la toute première loi, en 1922, on n'avait « classé » un objet scientifique au rayon du patrimoine. « On a ouvert une porte », pense Henri-Paul Thibault, responsable du registre des biens culturels du ministère de la Culture et des Communications.

Un seul pépin : l'Encanteur Iégor a permis aux acheteurs de repartir avec leurs précieux objets. Or, en principe, la collection au complet aurait dû rester dans l'entrepôt de l'encanteur jusqu'à ce que la demande de classement soit réglée. Maintenant que le gouvernement a accepté de racheter la collection, il faudra cogner à la porte de chaque propriétaire pour récupérer le lot, dispersé un peu partout au Québec et en Ontario. Beaucoup de travail en perspective ? « On fera ce qu'il faudra... », philosophe Richard Cloutier, qui a simplement hâte de voir tout son monde rentrer au bercail. ●

Pour en savoir plus

Encanteur Iégor www.auction-iegorg-encheres.com/home.htm
Parc de Miguasha www.mef.gouv.qc.ca/fr/parc_quelmiguasha/r_miguas.htm



<http://www.ulaval.ca>

IL EXISTE À QUÉBEC UNE UNIVERSITÉ DONT LES PROGRAMMES D'ÉTUDES SUPÉRIEURES STIMULENT VRAIMENT LES NEURONES.

- PROFESSEURS ACCESSIBLES
- DOMAINES DE RECHERCHE VARIÉS
- PROGRAMMES DE BOURSES ET DE SOUTIEN AU REVENU
- TECHNOLOGIES D'AVANT-GARDE PARTOUT SUR LE CAMPUS
- QUALITÉ DE VIE EXCEPTIONNELLE DE LA RÉGION DE QUÉBEC



UNIVERSITÉ
LAVAL

LE SAVOIR DU MONDE
PASSE PAR ICI

Faculté des études supérieures

Cité universitaire, Québec, Canada G1K 7P4 Tél. : (418) 656-2464 ou 1 800 561-0478 Courrier électronique : fes@fes.ulaval.ca

La seconde vie de Hetep Bastet

L'UQAM avait un squelette dans son placard : une momie égyptienne en mauvais état qu'un cinéaste a entrepris de dépoussiérer.

par Bruno Dubuc



La momie égyptienne de l'ancienne École des beaux-arts est devenue le clou d'un film documentaire sur... une occupation étudiante de 1968 !

Certains personnes ont un destin exceptionnel. C'est le cas de la momie de Hetep Bastet (prononcez « Ètèpe Bass »). Embaumée en Égypte à l'époque des pharaons, Hetep Bastet est devenue, trois millénaires plus tard, la première momie vedette d'un film québécois ! Les mauvaises langues pourront même dire qu'elle joue nue puisque, pour les besoins du film, une radiographie au scanner hélicoïdal a permis de reconstruire son corps en trois dimensions... mais sans ses bandelettes !

Offerte à l'École des beaux-

arts de Montréal par le musée du Caire, la momie est arrivée au pays en 1927. Quelques mois plus tard, elle se retrouve sous les feux de la rampe lorsque Léo Parizeau, médecin à l'Hôtel-Dieu de Montréal, la radiographie. La dépouille desséchée et embaumée trône ensuite fièrement et durant de longues années dans le hall de l'École des beaux-arts. En 1968, elle est même témoin de la longue occupation de l'École par les étudiants, qui contestaient alors les méthodes d'enseignement de l'institution.

En 1969, coup de théâtre : un jeune en colère contre la direc-



Le docteur Pierre Robillard de l'Hôtel-Dieu de Montréal examine une radiographie du bassin de Hetep Bastet.



Très endommagé, le sarcophage n'a pu être utilisé dans le film.

tion de l'École qui, l'année précédente, avait fait peu de cas des revendications étudiantes se rue vers le sarcophage et le projet contre le sol. La momie est sérieusement endommagée. Le cinéaste Claude Laflamme, alors étudiant à l'École, se souvient du triste spectacle : « Le sarcophage et la cage de verre le contenant ont volé en éclats, tout était répandu par terre et on pouvait voir distinctement les bandelettes de lin brunâtres de la momie. » On se contente alors de ramasser les débris dans une grande boîte et de les remettre dans une voûte de l'immeuble qui deviendra par la suite la propriété de l'UQAM.

Vingt ans plus tard, Claude Laflamme prépare un documentaire sur l'occupation de l'École des beaux-arts et décide d'accorder à la momie un important rôle symbolique dans son film. Après de longues démarches, le producteur, Vent d'Est Films, obtient l'autorisation de l'UQAM de filmer et de scanner Hetep Bastet.

Des experts du musée McCord de Montréal sont chargés d'améliorer les conditions d'entreposage de la momie. Le magnifique sarcophage de bois couvert de hiéroglyphes, trop endommagé pour les besoins du film, doit être mis de côté. Quant à la momie, dont les pieds et la tête sont détachés du corps, elle est nettoyée et installée dans une caisse de transport fait de matériaux stables. Puis, on la transfère à l'Hôtel-Dieu

de Montréal, où elle se retrouve pour la deuxième fois sous les rayons X.

Pierre Robillard, chef du département de radiologie de l'Hôtel-Dieu, constate alors que Hetep paraît plus vieille que son âge...

« On a l'impression d'avoir affaire au squelette d'une personne de 80 ans, alors qu'on sait que les anciens Égyptiens vivaient rarement plus de 40 ans. » Le squelette pré-

sente en effet un grand nombre de fractures, la plupart causées par l'acte de vandalisme, mais aussi plusieurs datant du vivant de Hetep, dont une sérieuse fracture du bassin.

S'agit-il des restes d'un Égyptien ou d'une Égyptienne ? On ne saurait le dire. Les égyptologues considèrent cependant que le nom attribué à la momie a une consonance plutôt fémi-

nine. L'analyse du bassin — la structure clé pour déterminer le sexe d'un squelette — semble également valider cette hypothèse. Par contre, le médecin reste prudent : « La densité de la résine employée pour l'embaumement était si voisine de celle des os que le scanner n'a pu les dissocier numériquement. On n'a donc pas pu en faire une reconstitution en trois dimensions, ce qui aurait permis de se prononcer sans équivoque. »

Homme ou femme, la momie de l'École des beaux-arts aura droit dès ce printemps à une seconde vie, cette fois-ci sur les écrans de la province. ●



Photo de star

CHOISIR VOTRE PSYCHOLOGUE

738-1223

1 800
561-1223

- C'est facile!

Un simple coup de fil et vous obtenez les coordonnées de 3 psychologues sélectionnés selon les critères qui sont importants pour **vous**.

Gratuit et confidentiel

Le Service de référence



ORDRE
DES PSYCHOLOGUES
DU QUÉBEC

Galaxies : ça cogne dur !

De l'incroyable choc causé par la collision de deux galaxies naîtraient des étoiles par millions.

par Benoit Villeneuve



La spectaculaire collision de galaxies que nous a montrée le télescope *Hubble*. À gauche, l'événement vu par un télescope terrestre habituel.

Photos : Brad Whitmore (STScI), et NASA

Les plus récentes photographies obtenues avec le télescope spatial *Hubble* ont révélé aux astronomes plus de 1 000 amas d'étoiles jeunes. Le plus spectaculaire dans cette découverte, c'est que ces amas se seraient vraisemblablement formés à la suite de la collision entre deux galaxies, NGC 4038 et NGC 4039.

Tentons de reconstituer le déroulement de cet extraordinaire événement.

Deux grandes galaxies spirales, probablement assez semblables à la nôtre et contenant chacune environ 100 milliards d'étoiles, se déplacent, emportées par l'expansion de l'es-

pace. On pourrait croire que ce mouvement général laisse bien peu de chances aux deux galaxies de se croiser. Mais ce n'est pas le cas : la force d'attraction gravitationnelle entre deux masses aussi imposantes peut être assez forte pour renverser le mouvement général de fuite des galaxies si la distance qui les sépare est de l'ordre de quelques millions d'années-lumière.

Cette situation n'est pas exceptionnelle. Notre propre Galaxie se dirige actuellement vers sa plus proche voisine, la gigantesque Andromède, située à deux millions d'années-lumière de nous. Mais qu'on se rassure : la collision n'est pré-

vue que dans 10 milliards d'années ! Notre Soleil sera alors mort depuis au moins cinq milliards d'années, et notre pauvre planète ne sera plus qu'un caillou sans vie.

La rencontre de deux galaxies n'est évidemment pas un phénomène qui se produit en douceur — elles foncent l'une vers l'autre à plus de 700 000 km/h ! Cependant, la collision se déroule sur une période d'au moins un milliard d'années. De plus, il y a tellement d'espace et de vide entre les étoiles d'une galaxie que les risques qu'elles entrent en collision entre elles sont bien minces. Par contre, la collision des galaxies modifie en

profondeur la trajectoire de la majeure partie des étoiles. Quittant leur orbite circulaire, elles adoptent des mouvements désordonnés, et certaines sont littéralement éjectées de la galaxie !

Ce sont les immenses nuages de gaz froids qui se trouvent dans les galaxies spirales qui sont les plus affectés par la collision. Le choc est d'une telle violence que l'incroyable onde de compression qui suit pousse les nuages à s'effondrer sur eux-mêmes. Ils atteignent alors une telle densité qu'ils ne peuvent plus supporter leur propre poids ! De ces effondrements naissent des étoiles en grand

nombre. On connaît déjà plusieurs galaxies dites « à saut de formation d'étoiles » (*starburst galaxies*) : leur forte concentration d'étoiles jeunes est attribuée à une collision récente.

Ce qu'*Hubble* a mis en évidence est encore plus phénoménal : on a pu observer pas moins de 1 000 amas naissants au sein de NGC 4038 et de NGC 4039. De forme sphérique, ces amas globulaires peuvent contenir jusqu'à plusieurs millions d'étoiles chacun.

Les astronomes les connaissent bien puisque près de 200 d'entre eux sont répartis autour du gigantesque disque de notre Galaxie. Ils ont la particularité de ne contenir que de très vieilles étoiles dont la formation remonte vraisemblablement à la naissance de notre Galaxie, soit très peu de



La galaxie NGC 4039 en plein effondrement. Le choc qu'elle a subi s'est accompagné d'un formidable déploiement d'énergie.

temps après le Big Bang, il y a environ 12 milliards d'années. La grande galaxie spirale d'Andromède possède également un essaim de près de 200 amas globulaires. Comme ils ne contiennent eux aussi que des étoiles extrêmement vieilles, on estime maintenant

que la naissance d'une galaxie spirale typique est accompagnée, ou tout juste précédée, de la formation d'un grand nombre de ces amas.

La découverte d'amas globulaires naissants est une première qui nous amène à conclure que ce

type d'amas ne contient pas systématiquement des étoiles vieilles. De plus, elle nous permet pour la première fois d'étudier la formation de ces amas et, par conséquent, de mieux comprendre comment s'est formée notre propre Galaxie. De toute évidence, cette naissance n'a pas été une partie de plaisir : il semble assez clair aujourd'hui que cet épisode a été accompagné d'un formidable déploiement d'énergie. En plus d'améliorer les modèles de formation des galaxies, la découverte permettra de mieux comprendre les processus accompagnant ces collisions titanesques.

Rappelons que la première classification des galaxies a été établie au début du siècle par Edwin Hubble lui-même. La plupart des galaxies étaient alors classées dans la catégorie des spirales ou des

Centre
de formation
en imagerie
électronique

▼
Animation 3D

▼
Jeux vidéo

▼
Multimédia

▼
Effets
spéciaux

▼
Capture de
mouvements

le centre
NAD
la référence
en **3D**

centre

MédiaSphère Bell
335, boul. de Maisonneuve Est, bureau 300
Montréal (Québec) Canada H2X 1H1
tél.: 1.514.280.3447
internet: www.nad.qc.ca
e-mail: info@nad.qc.ca

Les EXPO SCIENCES

Le rendez-vous de s jeunes et de la science

Expo-sciences Bell, finale régionale de Montréal
12-13-14 mars
École secondaire Dalbé-Viau, Lachine

Expo-sciences Bell, finale régionale de l'Estrie
13-14-15 mars
École secondaire Montcalm, Sherbrooke

Expo-sciences Bell, finale régionale de la Montérégie
19-20-21 mars
Endroit à déterminer

Expo-sciences, finale régionale de l'Est du Québec
19-20-21-22 mars
Université du Québec à Rimouski

Expo-sciences Bell, finale régionale de la Mauricie, Bois-Francs, Drummond
20-21-22 mars
Université du Québec à Trois-Rivières

Expo-sciences Bell, finale régionale de l'Outaouais
20-21-22 mars
Centre Père Arthur-Guertin, Hull

Expo-sciences, finale régionale de l'Abitibi-Témiscamingue
20-21-22 mars
Cité Étudiante Polyno, La Sarre

Expo-sciences, finale régionale de la Côte-Nord
20-21-22 mars
Cégep de Sept-Îles

Expo-sciences Bell, finale régionale du Saguenay—Lac-Saint-Jean
26-27-28 mars
Polyvalente de La Baie

Expo-sciences Bell, finale régionale de la Rive-Nord (Lanaudière, Laurentides, Laval)
26-27-28 mars
Collège Lionel-Groulx, Sainte-Thérèse

Expo-Sciences Bell, finale régionale de Québec, Chaudière—Appalaches
27-28-29 mars
Collège Saint-Charles-Garnier, Québec

Expo-sciences Bell, Montreal Regional Science Fair
29-30-31 mars
Pierrefonds Comprehensive High School

Expo-sciences Bell, finale régionale du primaire de Montréal
7-8-9 mai
Aréna Maurice-Richard

Le mouvement expo-sciences est rendu possible grâce à la collaboration de Bell



Pour information :
Conseil de développement
du loisir scientifique
(514) 252-3027

L'autre protagoniste, NGC 4038.



elliptiques. Hubble a dû néanmoins regrouper environ 5 % des galaxies connues dans la catégorie des galaxies irrégulières. On sait aujourd'hui que la majeure partie de ces galaxies sont actuellement « victimes » d'une collision. Or, si 5 % des galaxies observées actuellement sont en pleine interaction, il est probable que plusieurs autres ont déjà subi au moins une collision. En fait, on croit aujourd'hui que les galaxies elliptiques sont toutes issues de collisions.

Cette idée explique bien le fait que ces galaxies se retrouvent plus souvent dans les régions de l'Univers les plus fortement peuplées, donc, les plus favorables aux rencontres. Au centre des amas de galaxies les plus riches, on retrouve systématiquement une gigantesque galaxie elliptique. Il s'agirait du glouton du coin qui aurait grandi en avalant la plupart de ses voisins ! Finalement, les analyses du mouvement des étoiles de ces galaxies révèlent une structure désordonnée, typique de ce que produit une collision.

À l'aide de puissants ordinateurs pouvant simuler l'effet d'une collision entre deux ou

plusieurs galaxies, les astronomes tentent maintenant de mieux comprendre les différents types de collision. Mais il est difficile de valider ces modèles à partir des observations. En effet, chaque galaxie irrégulière ne nous laisse voir qu'un instantané du choc dont elle est victime. La découverte d'*Hubble* sera ici d'un secours inestimable : pour chaque collision où on détectera des amas globulaires, il sera possible de dater l'instant de la collision puisqu'il est relativement facile de déterminer l'âge des étoiles situées au sein de ces amas. Pour la première fois, on pourra calibrer les simulations et découvrir l'échelle de temps réelle de ces processus. Mieux encore, si la collision déclenche des naissances en cascades, il sera possible, toujours en datant les amas globulaires, de reconstituer plus d'une étape de la collision !

Maintenant qu'il est acquis que les collisions entre les galaxies ont joué un rôle important dans l'évolution de l'Univers, la plus récente découverte d'*Hubble* risque de modifier une fois de plus la belle histoire de nos origines. ●

Si l'avenir vous intéresse

Quel sera le futur de l'humanité ? Pour le savoir, consultez Internet : le meilleur y côtoie le pire... et le carrément ridicule.

Avec l'arrivée de l'an 2000, chacun y va allègrement de ses prédictions. Mais ne vous laissez pas bernier par les astrologues et autres diseurs de bonne aventure : il vaut mieux — paraît-il — se fier à un « futurologue ». À ne pas confondre avec le terme anglais *futurism* et le mouvement artistique italien du même nom, la « futurologie » ou « prospective » est l'étude de l'évolution de l'humanité sous ses différences facettes — scientifique, économique, sociale, technique, etc. Quelle différence entre le futurologue et les astrologues et devins en tout genre ? Plutôt que de scruter les étoiles, le marc de café et les entrailles d'animaux, le futurologue substitue la méthode scientifique à l'art divinatoire : il épeluche les statistiques, tente d'identifier les tendances, échafaude des scénarios et émet des prédictions étayées d'arguments scientifiques.

Les résultats sont-ils plus convaincants ?

Hum... Disons que certains futurologues ne manquent pas de clients dans le monde de la finance et des assurances, tout comme chez les stratèges militaires et les politiciens. Pour saisir l'ampleur du marché, il faut jeter un coup d'œil du côté de la **World Future Society (1)**, un organisme sans but lucratif qui compte 30 000 membres dans plus de 80 pays (sociologues, scientifiques, urbanistes, éducateurs, étudiants et utopistes de tout acabit). On trouve sur leur site une partie de leurs publications, un répertoire de consultants ainsi que le palmarès des 10 meilleures prédictions rete-



Rémy Simard

CyberRessources

- (1) **World Future Society** : <http://www.wfs.org/>
- (2) **Signposts Timeline** : <http://members.aol.com/kurellian/spint.html>
- (3) **Plausible Futures** : <http://www.uio.no/~oleg/>
- (4) **FutrConect** : <http://members.aol.com/futrconect/alpha.htm>
- (5) **Constructed Human Languages** : <http://www.quetzal.com/conlang.html>
- (6) **Atlantis Project** : <http://oceania.org/>
- (7) **Searching for Extra-Terrestrial Intelligence (SETI League)** : <http://seti1.setileague.org/homepg.html>
- (8) **Foresight Institute** : <http://www.foresight.org/FI/index.html>
- (9) **Extropy Institute** : <http://www.extropy.com/~exi/>
- (10) **Transhumanist Resources** : <http://www.aleph.se/Trans/>

nues par les éditeurs de *The Futurist*, le magazine publié par la WFS. Quelques échantillons : plus de 4 000 maladies génétiques seront curables d'ici 2025; de nouveaux délices culinaires comme un hybride huître-crevette seront créés par manipulation génétique; les relations entre les races s'amélioreront avec le mélange progressif des cultures; le piratage informatique et le terrorisme électronique seront les grandes menaces de la sécurité mondiale.

Si cette lecture du futur vous semble trop cartésienne, essayez **Signposts Timeline (2)**. Inspirées des dernières trouvailles de la science, les prédictions — qui couvrent les

700 prochaines années ! — dérapent toutefois assez rapidement dans la science-fiction. **Plausible Futures (3)** et **FutrConect (4)** offrent également une vaste sélection de sites farcis de projets vaguement utopiques : élaboration de nouveaux langages (5), construction de nouveaux continents (6), recherche des extraterrestres (7), merveilles de la nanotechnologie (8).

Dans les sites les plus farfelus, de curieux personnages prétendent vouloir « s'emparer du futur et de l'évolution humaine », rien de moins ! Deux sectes se disputent le morceau : les *transhumanistes*, qui veulent « transcender » l'humanité, et les *extropiens*,

qui favorisent l'extropie plutôt que l'entropie et cherchent à accroître l'ordre (au sens thermodynamique du terme) dans l'Univers...

Concrètement, ils ont pour objectif de dépasser la condition humaine en lui faisant atteindre des « niveaux supérieurs », tant physiquement que mentalement et socialement ! En visitant **The Extropy Institute (9)** et **The Transhumanist Resources (10)**, vous apprendrez comment on propose de combattre le vieillissement, voire d'obtenir l'immortalité, et d'optimiser sa personnalité à l'aide de médicaments, d'accroître son intelligence en se bourrant le crâne de transistors et de nanomachines, de modifier et d'amplifier les capacités du corps à grand renfort de technologie, etc. Bref, bienvenue chez les cyborgs ! Heureusement, conscients que tous ne partagent pas leur enthousiasme, extropiens et transhumanistes tiennent à préciser que personne ne sera « transhumanisé » contre son gré ! Merci de nous le rappeler.

C'est aussi l'occasion de se familiariser avec la venue « prochaine » de la *singularité*, un concept popularisé par le mathématicien et romancier de science-fiction Vernor Vinge. Selon les derniers pronostics, vers 2035, suralimentés par l'intelligence artificielle, les changements technologiques atteindront un tel rythme et une telle intensité que l'humanité sera incapable de suivre la cadence. Résultat : ce sera la fin de l'humanité et du futur, et nous accéderons à un « stade supérieur ». Un beau programme en perspective ! ●

Impossible de dormir en paix

À quoi sert le sommeil ? À se reposer, bien sûr. Mais pour recharger quelles batteries, au juste ? C'est toujours un mystère.

On sait cependant que l'absence de sommeil peut causer la mort. Par exemple, un rat privé de sommeil perd du poids même s'il mange deux fois plus qu'en temps normal. Et, après 17 jours sans fermer l'œil, il meurt. Pour quelles raisons ? On l'ignore.



Mais les théories sont nombreuses, rapporte un article de la revue américaine *US News & World Report*. Certains chercheurs croient qu'il s'agit d'une période quotidienne d'hibernation, nécessaire pour éviter une trop grande dépense énergétique. D'autres pensent que le sommeil sert à refroidir le cerveau, surchauffé par nos activités quotidiennes, ou encore qu'il permet au système immunitaire de refaire ses forces.

Une des explications les plus populaires : dormir aiderait le cerveau à activer la mémoire, qui aurait besoin de ce « temps mort » pour traiter l'immense masse d'information qu'elle reçoit chaque jour. Une théorie intéressante... mais contredite par une autre, qui prétend que le sommeil sert à purger la mémoire des données qui l'encombrent, un peu comme on vide la corbeille de notre ordinateur !

Des fourmis brillantes

C'est en ramassant une libellule sur le sol que Luc Jobin a fait une découverte inattendue. Cet entomologiste qui a parcouru les forêts pendant 35 ans n'avait jamais rien vu de

tel : dans la Grande Plée Bleue, une tourbière de la région de Québec, il est tombé sur des fourmis d'à peine 3 millimètres de long, de couleur rouge, mais pourvues d'un abdomen noir métallique. Sa trouvaille, c'est *Dolichoderus mariae*, un insecte qui n'a encore jamais été répertorié au Canada. « Je me suis penché pour observer l'intérieur du nid et j'ai vu jaillir des éclats lumineux, raconte l'entomologiste. L'abdomen métallique des fourmis reflétait en tous sens la lumière du jour qui s'infiltrait par l'ouverture. J'avais l'impression de contempler la Voie lactée avec une lunette d'approche. »



Pour André Francœur, spécialiste nord-américain des fourmis, la découverte de cet insecte apporte de nouvelles données sur sa distribution. Selon le chercheur de l'Université du Québec à Chicoutimi, on ne s'attendait surtout pas à retrouver cette espèce sous une latitude aussi nordique. « Tous les ouvrages de référence confinaient jusqu'ici *Dolichoderus mariae* dans une région comprise entre la Floride et le sud des États de la Nouvelle-Angleterre. Il est très rare qu'une découverte modifie aussi radicalement l'aire de distribution d'un insecte. » Autre sujet d'étonnement : alors que, plus au sud, *Dolichoderus mariae* fréquente exclusivement les sites sablonneux, chez nous, elle s'est installée dans un milieu humide !

Voilà un mystère qu'André Francœur aimerait bien résoudre. Dès que le temps sera clément, il effectuera quelques travaux d'inventaire dans la Grande Plée Bleue. Se pourrait-il que d'autres colonies de *Dolichoderus mariae* préfèrent le Québec à la Floride ?

Gilbert Bégin

L'INNOVATION DU MOIS

Il tient dans un fil

D'ici un an, un tout nouvel appareil de mesure en radiothérapie pourrait faire son entrée au Pavillon Hôtel-Dieu du Centre hospitalier de l'Université de Québec (CHUQ) : un détecteur miniature de rayons gamma.

Miniature, le mot est faible : le prototype est constitué d'un scintillateur plastique d'un millimètre de diamètre et de quelques millimètres de long, d'une fibre optique du même diamètre et d'une photodiode de silicium. Il a été mis au point par Daniel Létourneau, dans le cadre d'une maîtrise supervisée par Jean-René Roy, du département de physique de l'Université Laval, et par Jean Pouliot, du Service de radio-oncologie du Pavillon Hôtel-Dieu.

Le docteur Pouliot explique qu'en radiochirurgie, où l'on intervient surtout dans le cerveau, on avait besoin d'un appareil pouvant mesurer avec une grande précision les doses de radiations reçues par les patients lors de l'ablation de très petites tumeurs ou lésions (de 1 à 3 cm de diamètre). L'ennui avec la technique actuelle des radiographies, c'est qu'il faut les développer avant de pouvoir les « lire ». De plus, leurs mesures se traduisent par une valeur relative, une intensité, et non par un chiffre absolu.

Le détecteur miniature, au contraire, présente des données très précises, et ce, en « temps réel ». Et grâce à sa taille réduite, on pourra l'utiliser à la façon d'un cathéter. Par exemple, on pourrait l'introduire dans la vessie d'un patient traité pour un cancer de la prostate. « On éviterait ainsi les surdoses de radiations à la vessie, qui peuvent causer des effets secondaires importants », signale Daniel Létourneau, maintenant physicien en chef du département de radio-oncologie du Centre hospitalier de Sagami, à Chicoutimi.

Agence Science-Press

Il est minuit, docteur

Certains équipements médicaux sophistiqués des centres hospitaliers pourraient être sérieusement affectés, voire complètement bloqués à l'arrivée de l'an 2000. On sait que, le 1^{er} janvier 2000, bien des ordinateurs ne reconnaîtront pas cette date ou la liront simplement comme une paire de zéros parce qu'on aura « oublié » de remettre leur pendule à l'heure en fonction du nouveau millénaire. Or, des dizaines de spécialistes de partout dans le monde ont fait parvenir au *Health Informatics Journal*, un magazine britannique, des mises en garde à ce sujet, avertissant que toutes sortes d'appareils médicaux — notamment ceux qui maintiennent en vie les patients très malades — pourraient rendre l'âme le 31 décembre 1999, à minuit pile.



LE CHIFFRE DU MOIS

9 158 baleines ont été capturées depuis l'entrée en vigueur, en 1986, du moratoire contre la pêche commerciale des cétacés mis de l'avant par la Commission baleinière internationale. La viande de baleine est très appréciée de certains consommateurs qui ne lésinent pas pour s'en procurer. Le prix d'un plat à base de viande de baleine dans un restaurant de Tokyo, au Japon ? 750 dollars.

Les rayons de la mort

La meilleure façon de désinfecter vos lentilles cornéennes ? Bombardez-les de micro-ondes ! C'est la méthode que préconise une entreprise britannique qui a mis sur le marché une trousse comprenant une solution désinfectante et un boîtier protecteur dans lequel on insère les lentilles avant de les soumettre à la torture du four à micro-ondes. Aucun organisme vivant, même le plus coriace, ne peut résister à pareil traitement, prétend le concepteur du produit, la compagnie Oculi. Courriel : info@oculi.demon.co.uk



Super propre

Le réservoir d'eau lourde de l'Observatoire de neutrinos de Sudbury (ONS), qui devrait être en activité très bientôt, si ce n'est déjà fait, sera d'une propreté irréprochable. En effet, après avoir assemblé le réservoir, une opération complexe, délicate et longue — deux ans de boulot —, on a soigneusement nettoyé la surface des panneaux d'acrylique qui composent cette pièce d'équipement de 12 mètres de diamètre. Objectif : il ne doit pas rester plus d'un dixième de milliardième de gramme de poussière par centimètre carré ! Pouvez-vous en dire autant de votre plancher de cuisine ?

Ce n'est pas un luxe : le réservoir est la pièce de résistance de l'observatoire, et les poussières provenant de la mine doivent être éliminées pour ne pas créer d'interférences lorsqu'on mesurera les neutrinos.

ONS : http://www.laurentian.ca/www/physics/SNO/jp/sno_fr.html

Luvu, entendu

Le premier débat public *Les années-lumière* de Radio-Canada — Québec Science, qui se tenait en décembre dernier, portait sur un sujet de plus en plus épineux en matière de santé publique : faut-il investir davantage dans la prévention ou dans le curatif ? Un dilemme visiblement cornélien pour le participant Martin Juneau, médecin-chercheur à l'Institut de cardiologie de Montréal, qui a cité en exemple l'arrivée prochaine sur le marché des cœurs mécaniques à 150 000 dollars pièce. « On va frapper un mur, dit-il, parce qu'on va avoir une demande énorme pour ces cœurs mécaniques. » La raison ? La greffe est un moyen limité par le nombre de donneurs disponibles. Or, il y a de moins en moins de donneurs. Pourquoi ? « Parce que les gens à moto portent un casque et que les automobilistes bouclent leur ceinture de sécurité », a expliqué le médecin.

Un dilemme cornélien, en effet.

Du pétrole sur Anticosti ?



Grosse nouvelle dans le petit monde pétrolier québécois : Shell Canada a conclu récemment une entente avec une compagnie de Halifax, Corridor Resources, afin d'effectuer des travaux d'exploration sur l'île d'Anticosti au cours des prochaines années. Un investissement de 20 millions de dollars.

Y aurait-il de l'or noir au paradis du chevreuil ?

C'est le pari que fait la pétrolière. D'ici l'an 2000, Shell prévoit forer 4 puits d'exploration en plus de réaliser des levées géosismiques sur 500 km. Les « sismiques », comme disent les spécialistes, sont des données que l'on recueille en provoquant de mini-tremblements de terre. La vitesse à laquelle voyage l'onde de choc dans le sous-sol donne des renseignements sur l'emplacement des pièges structuraux, les « trappes » vers lesquelles aurait pu migrer le précieux combustible.

Shell Canada a-t-il vu quelque chose que les autres compagnies ignorent ? Pas nécessairement, fait remarquer Jean-Yves Laliberté du ministère des Ressources naturelles (MRN). « Tout le monde sait que les basses-terres du Saint-Laurent, l'estuaire et l'île d'Anticosti présentent des formations géologiques dont le potentiel est intéressant. Mais ce n'est pas tout de trouver du pétrole, encore faut-il qu'il y en ait en quantité suffisante. »

On observe actuellement un regain d'intérêt pour l'exploration pétrolière au Québec. À preuve : tous les permis disponibles ont été octroyés par le MRN. Comment expliquer cet engouement soudain ? Jean-Yves Laliberté estime que cet élan fait suite à la découverte, en 1995, d'une réserve de pétrole sur la côte ouest de Terre-Neuve. Le pétrole était stocké dans une formation géologique semblable à celle qu'on retrouve sur l'île d'Anticosti. Or, s'il y en a chez eux, pourquoi pas chez nous ? G.B.

transe hallucinations Le cerveau sous influence

Il n'y a rien de plus « naturel » que d'halluciner, de tomber en transe ou d'avoir des visions extatiques. Il s'agirait d'un simple dérapage du cerveau.

par Anne-Marie Simard

En 1971, la mission *Apollo 14* a permis à Edgar Mitchell de faire quelques pas sur la Lune. Lors du voyage de retour, alors qu'il contemplait la planète bleue par le hublot, l'astronaute a été envahi par un « sentiment d'union profonde avec le cosmos ». Comme si, tout à coup, le sens de la vie lui apparaissait avec une grande clarté. Cette expérience a changé sa vie : de retour sur Terre, il a fondé l'Institut des sciences Noetic, un centre de recherche sur les états de conscience. Pourtant, ce jour-là, Edgar Mitchell — un scientifique « sérieux », détenteur d'un doctorat en astrophysique du Massachusetts Institute of Technology (MIT) — n'avait pas consommé de substances illicites. Quelques instants plus tôt, il s'acquittait normalement de ses tâches et discutait avec ses collègues.

Plus près de nous, le docteur Raymond Prince, du département de psychiatrie de l'Université McGill, a observé un phénomène similaire lors d'un séjour à Kuala Lumpur, en Malaisie. Il s'y trouvait pour étudier la transe des pèlerins qui participaient au festival de Thaipusam, une fête religieuse qui rend hommage à Murugan, une divinité locale. Après quelques semaines de privation de sommeil et de nourriture, les pèlerins dansent en procession au son des tam-tams. Engourdis par la chaleur, la fatigue et la monotonie du rythme, ils tombent progressivement en transe. Lorsque leur absence mentale devient évidente, le gourou leur enfonce à travers la peau des crochets,

des aiguilles et de petites épées (l'épée est l'emblème du dieu Murugan). Raymond Prince a vu de ses yeux les visages extatiques, malgré l'épée passée au travers des joues.

Pour expérimenter ces états étranges de la conscience, nul besoin d'aller dans l'espace ou de se rendre à l'autre bout du monde. À des degrés divers, ces instants durant lesquels nos perceptions se modifient, nous en vivons tous les jours. Un soir d'été, lorsque le coucher du soleil incendie la ville, qui n'a jamais éprouvé un trop-plein de bonheur ? Et comment expliquer ces mystérieux vertiges qu'on a longtemps attribués à l'intervention divine et dont le Nouvel Âge fait maintenant ses choux gras ?

Il suffit d'approcher quelques neurologues, psychiatres et anthropologues pour se rendre compte que l'on se trouve sur un terrain glissant. Les demandes d'entrevue sont déclinées avec des rires embarrassés... Untel ne veut pas être cité; un autre, sourire en coin, nous renvoie à un concurrent. Il faut dire que les organismes de subvention ne délient pas souvent les cordons de la bourse pour des sujets « farfelus » comme la transe, les hallucinations ou les dédoublements (*out-of-body experiences*). Par conséquent, rares sont les recherches sur le sujet. Des hypothèses tantôt audacieuses, tantôt réductrices sont lancées. Cet article a pour but de les explorer. Avertissement : nous franchissons à l'instant le seuil d'un monde étrange. *Entering twilight zone*, comme dirait l'autre...

Le sommeil

L'état de conscience altéré que nous connaissons le mieux est le sommeil. En fait, la transe ou les hallucinations ne sont, en quelque sorte, que des états de rêve éveillé. Que vit le dormeur lorsqu'il est plongé dans son univers onirique ?

Depuis longtemps, nous connaissons, grâce à l'électroencéphalogramme (EEG), la différence entre l'état de veille et le

sommeil. L'EEG nous a appris que nos neurones « clignotent » de façon synchronisée à un rythme donné. C'est cette fréquence commune qui leur permet de communiquer les uns avec les autres. Et plus l'activité cérébrale est grande, plus le nombre de cycles par seconde augmente.

La classification suivante a été établie : entre 15 et 25 cycles par seconde (ou hertz), notre cerveau émet des ondes bêta. C'est la fréquence produite en état d'éveil

ou lors du sommeil paradoxal. Les ondes alpha (8 à 12 Hz) et thêta (4 à 7 Hz) correspondent à un état de relaxation et de rêverie; les ondes delta (0 à 4 Hz), au sommeil lent, celui qu'aucun rêve ne vient troubler.

Le sommeil paradoxal intéresse tout particulièrement les chercheurs. C'est pendant la phase du *Rapid Eye Movement* (REM), selon l'expression anglaise, qu'on rêve. Après le néant abyssal du sommeil lent, c'est l'explosion neuronale, la cavalcade folle dans l'univers du fantasme.

Malgré une très vive activité cérébrale, le sommeil paradoxal est caractérisé par une paralysie du mouvement, d'où le paradoxe. On sait que l'inhibition des nerfs sensoriels permet la coupure avec le monde extérieur. De la même façon, les nerfs qui commandent le mouvement sont aussi bâillonnés : c'est ce qui nous empêche de courir à travers la pièce lorsqu'on fuit, en rêve, un danger. Le neurologue et psychiatre Allan Hobson, de l'université Harvard, aux États-Unis, a dressé un modèle simplifié pour expliquer ce qui différencie le rêve de l'éveil. Selon lui, deux populations neuronales se font concurrence dans notre boîte crânienne : celles des systèmes aminergique et cholinergique. C'est cette « guerre » qui sous-tend l'alternance des cycles du sommeil et de l'éveil. Entre ces deux extrêmes, notre état mental fluctue continuellement.

Le système aminergique est le patron neuronal, un réseau de contrôle qui permet ou non à son concurrent de s'exprimer. En état d'éveil, le petit général fait sa ronde. La nuit venue, il baisse la garde : les neurones cholinergiques peuvent alors enfin donner libre cours à leur action.

À cause de la « démission » des neurones aminergiques, le cortex préfrontal — responsable de la mémoire et de l'organisation de la pensée — se débranche. C'est ce qui expliquerait la perte de sens critique et la distorsion de la notion du temps typiques des rêves ainsi que les trous de mémoire au réveil. Les deux systèmes concurrents peuvent fonctionner en même temps. Par exemple, on peut réviser l'horaire de sa journée en se douchant ou rêvasser en conduisant.

Mais il arrive que la frontière entre rêve et réalité s'estompe. Avec nos 100 milliards de neurones, qui communiquent à un rythme de 100 messages par seconde, une erreur peut parfois se glisser. Lorsque la délicate mécanique s'enraye, l'inusité survient.

Allan Hobson raconte qu'un de ses patients avait un curieux problème. Lorsqu'il



Pendant la journée, on entre en transe en moyenne toutes les 90 minutes, soit chaque fois qu'on « tombe dans la lune ».

rêvait, son corps réagissait aux situations imaginaires. Un soir, dans son délire nocturne, un objet métallique se dirige droit sur sa tête. Lorsque sa femme le réveilla, il était accroupi au bout du lit et se protégeait la tête à deux mains. L'émotion dans son cas fut si forte que la barrière du mouvement, qui s'élève pendant le REM, se rompit. Des lésions nerveuses peuvent avoir le même effet.

Les hallucinations et les expériences de dédoublement seraient aussi des anomalies du sommeil. La transe, elle, est un rêve éveillé.

La transe

Depuis les reportages télé sur le vaudou, le mot « transe » évoque pour plusieurs des femmes aux yeux révéillés, l'écume à la bouche, un poulet égorgé entre les mains. Mais, au fond, la transe, c'est tout simple. Et très commun.

Pendant la journée, on entre en transe en moyenne toutes les 90 minutes, soit chaque fois qu'on « tombe dans la lune ». Ou alors lorsque, très absorbé, on lit ou on regarde la télé. Notre attention se fixe sur une image, une idée, puis pouf ! notre conscience s'éloigne du monde qui nous entoure.

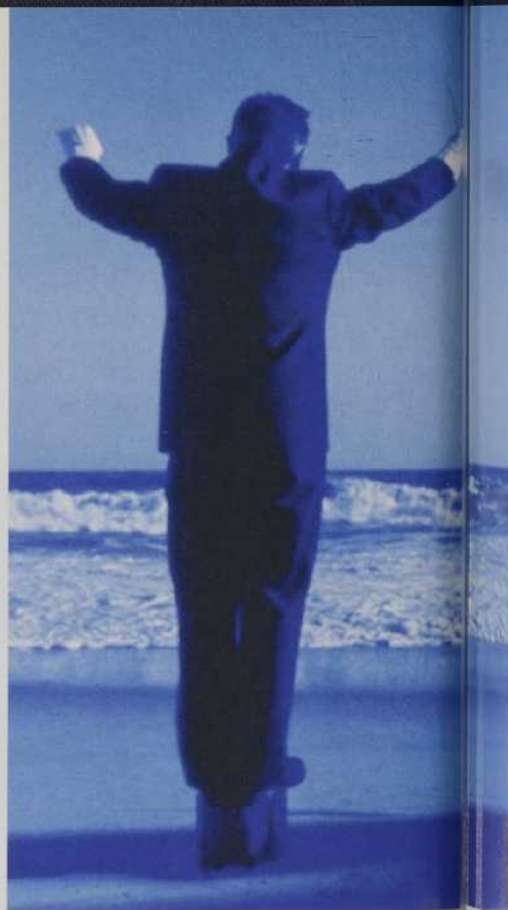
Autour de 7 ou 8 Hz, les ondes cérébrales des gens en état de transe se situent à la frontière des ondes thêta et bêta. Il s'agit donc d'un état de rêverie et de relaxation. (On peut aussi y arriver en méditant : la répétition d'un mantra favorise le plongeon en soi.) Plus la transe est profonde, plus l'activité cérébrale ralentit.

L'hypnose peut également induire un état de transe. Pour s'en convaincre, *Québec Science* a testé les talents de Ruben Pécarvé, un vieux routier de l'« induction » qui a pignon sur rue à Montréal. Concentrée sur la lourdeur de ses paupières, la journaliste a eu une surprise à son réveil : sur sa main perlaient de petites gouttes de sang. En la piquant légèrement avec une aiguille, l'hypnotiseur a voulu dé-

montrer les propriétés anesthésiantes de la transe. Impressionnant ! Pourquoi cette insensibilité à la douleur ? C'est simple : la conscience traite les perceptions en série et non en parallèle. Par exemple, quand on verse de l'eau froide sur une brûlure, on sent le froid et non la douleur. Mais dès qu'on arrête, la sensation désagréable reprend le dessus. Même principe avec l'hypnose : tant que sa conscience est détournée vers les suggestions de l'hypnotiseur, le sujet ne sent rien.

Un jeune homme a même été opéré sous hypnose en mai 1992, à l'hôpital Maisonneuve-Rosemont. Ce jeune athlète dans la vingtaine craignait l'anesthésie. Après s'être (presque) fait tordre le bras, le chirurgien a finalement accepté d'accueillir en salle d'opération l'hypnotiseur attiré de son patient. Inutile de dire que de telles pratiques sont encore rares au Québec.

Pendant que le jeune homme visualisait des poissons multicolores, le chirurgien procédait à l'ablation à froid de son hernie. L'étonnante intervention a été immortalisée sur vidéo. *Québec Science* l'a visionnée : à part quelques signes de tension sur



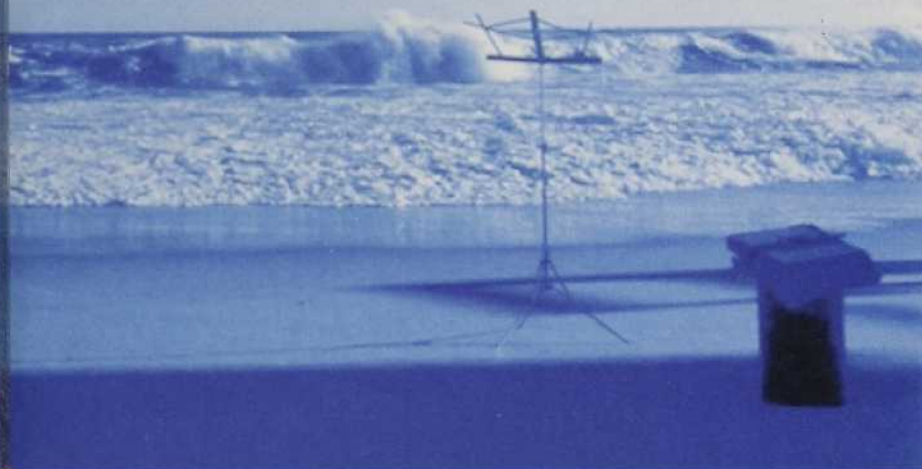
le visage du patient, tout semble se dérouler normalement. Il faut souligner cependant que l'ablation d'une hernie n'est pas une opération à cœur ouvert !

Les pèlerins de Kuala Lumpur sont un autre bel exemple de ce principe. En se rendant en Malaisie, le docteur Raymond Prince, l'un des rares chercheurs à avoir étudié la transe, voulait tester l'hypothèse selon laquelle l'insensibilisation serait due à une hausse du niveau d'endorphines dans le corps. Cette substance est notre morphine naturelle : elle procure un



La balade lunaire de l'astronaute Edgar Mitchell (Apollo 14). C'est lors de son voyage de retour qu'il s'est laissé envahir par un « sentiment d'extase » en voyant la planète Terre par le hublot.

Selon le psychiatre montréalais Jean-Pierre Valla, 25 % des moments d'extase sont provoqués par des stimuli de nature artistique.



sentiment de bien-être physique et mental. On lui doit notamment l'ivresse du joggeur qui frappe après quelques kilomètres : léger et euphorique, le coureur ne sent plus ses douleurs musculaires.

Le projet du docteur Prince était audacieux : prélever le sang des pèlerins en transe et analyser sa teneur en endorphines. Mais le gourou s'y est formellement opposé : recueillir le sang des individus « habités » par Murugan équivalait à profaner le dieu. Le psychiatre montréalais a donc dû se contenter d'échantillons d'urine (malheureusement peu concluants)... avant de devoir quitter le pays sous la menace des autorités locales !

L'extase

Quand la transe s'accompagne d'un sentiment d'extase, l'expérience est encore plus saisissante. C'est ce que Freud appelait l'état océanique.

Il y a généralement un élément déclencheur : apercevoir la Terre de l'espace après avoir sautillé sur la Lune n'était sans doute pas étranger au *high* de l'astronaute Edgar Mitchell. Roger-Michel Poirier, psychiatre à la clinique Psyché, à Montréal, dit l'avoir vécu à quelques reprises en méditant. « C'est un sentiment d'union, une impression très profonde de faire un avec ce qui nous entoure. On se sent comme une goutte d'eau dans l'océan. »

Quand l'état océanique arrive sans crier gare, ses « victimes » lui attribuent souvent un sens religieux. Leur vie en est transformée. Le psychiatre Jean-Pierre Valla s'est intéressé à ce phénomène. Son livre *Les états étranges de la conscience* (Presses Universitaires de France, 1992) est le résultat d'une vaste enquête menée auprès d'une cinquantaine de résidents de Westmount. Ce quartier de Montréal regroupe un grand nombre d'artistes, de professionnels et d'intellectuels, une clientèle plus réceptive à ce genre d'expérience.

« Avez-vous déjà vu ou entendu quelque chose dont la beauté vous a rendu incroyablement heureux ou triste ? », a-t-il demandé à ses sujets. « Avez-vous déjà été conscient de, ou influencé par, une présence, une force extérieure, que vous la considérez ou non comme divine ? » Ces questions lui ont permis de recueillir 183 récits. Ces états généralement assez brefs sont souvent causés par des stimuli de nature artistique (27 %) — une fugue de Bach, le *Requiem* de Fauré — ou par le stress (25 %) — imminence de la mort, annonce d'un décès, effroi.

En psychologie, on parle d'une disparition des frontières de l'*ego*, d'où l'impression de fusion avec l'Univers. Pour Freud, l'état océanique est causé par une régression mentale qui nous ramène à l'état de nourrisson. Le bébé naissant n'a pas encore conscience de son moi. Mais lorsqu'il

s'agrippe au sein maternel, la totalité de ses besoins physiques et affectifs sont soudainement comblés. L'enfant tomberait alors dans un état de transe. On dit qu'on pourrait, à ce moment-là, lui piquer un bras avec une aiguille et qu'il ne sentirait rien (message subliminal : ne pas essayer à la maison...). Selon Freud, cette plénitude physique et mentale serait enregistrée dans notre cerveau. Et referait parfois surface, grâce à un élément déclencheur.

Les hallucinations

Les éléphants roses n'existent pas. Aussi, lorsqu'ils se promènent sur les murs, on est en droit de s'inquiéter !

Les fortes fièvres déclenchent parfois ces étranges visions. Les scientifiques croient tenir la coupable : la cytokine, une substance produite par notre système immunitaire lors d'une forte attaque microbienne. Notre cerveau en sécréterait aussi. Dans les années 80, des médecins allemands testaient l'effet de fortes doses de cytokine pour un traitement expérimental du cancer. Beaucoup de patients ont rapporté avoir eu des hallucinations.

Les personnes saines de corps et d'esprit peuvent aussi être sujettes à ce dérapage mental. Les rêves, comme on le sait, arrivent normalement au plus profond du sommeil. Mais ils peuvent survenir à l'endormissement ou au réveil. Quelques instants après avoir posé la tête sur l'oreiller, un sentiment de chute dans un abîme nous réveille parfois en sursaut.

Dans son livre *Dis-moi comment tu dors* (voir la chronique livres, à la page 48), le psychiatre Maurice Ohayon, de l'Institut Pinel, rapporte qu'au moins un tiers de la population éprouve fréquemment ces « hallucinations motrices ». À ce stade précoce du sommeil, le lobe frontal n'est pas encore débranché. L'expérience peut donc laisser un souvenir réaliste et spectaculaire. Les visions sont-elles plus inquiétantes lorsqu'elles apparaissent en plein milieu de l'après-midi ? Le neurologue américain Allan Hobson, lui, ne s'en étonne pas. « Le système visuel de notre cerveau est capable de simuler le monde avec une telle virtuosité qu'il nous trompe chaque fois qu'on rêve », écrit-il dans son livre *The Chemistry of Conscious State* (Little, Brown and Company). Il nous trompe d'autant plus habilement quand on hallucine en plein jour !

Hobson raconte qu'après un vol de nuit au cours duquel il n'avait pas fermé l'œil, il se trouvait à sa maison de campagne dans le Vermont. Alors qu'il s'affairait à corder

du bois, la présence d'un homme à ses côtés le fit sursauter. Au second coup d'œil, l'intrus s'était volatilisé. Selon lui, le manque de sommeil serait à l'origine de l'incident. Cette privation causerait une hyperexcitation du cerveau. Les neurones de la vision qui doivent normalement répondre à des stimuli externes ont alors tendance à s'allumer spontanément. C'est l'équilibre des systèmes aminergique (éveil) et cholinergique (rêve) qui est en jeu, croit Hobson. « Lorsqu'on est éveillé, l'un garde l'autre sous contrôle. Pendant le sommeil paradoxal, c'est le contraire : le système cholinergique prend la place du système aminergique, ce qui déclenche les hallucinations que nous voyons en rêve. »

avoir été enlevés par des extraterrestres croient habituellement dur comme fer aux phénomènes de ce genre; et les schizophrènes paranoïaques voient partout leurs ennemis.

Le dédoublement (out-of-body experience)

Après une grave opération, alors qu'on le ramenait à sa chambre, un confrère journaliste a clairement vu son propre corps, allongé, pâle et souffrant. « Comme si c'était moi qui poussais le lit », se souvient-il encore. Des histoires comme celle-là, les hôpitaux en comptent par centaines. Les puissants anesthésiants

Jean-Pierre Valla a également vécu une expérience de dédoublement. Un soir qu'elle entraînait chez elle, un homme l'a attaquée. Pendant qu'elle se débattait, une curieuse sensation l'a envahie. « J'étais là, en haut, complètement séparée, détachée de cette personne qui était en bas. J'étais à l'extérieur de moi-même et je pouvais me voir. » L'interprétation du psychiatre : « Le danger provoque le dédoublement lorsqu'il empêche toute transaction entre le moi et l'environnement. » Autrement dit, lorsqu'il n'y a plus rien à faire, on décroche.

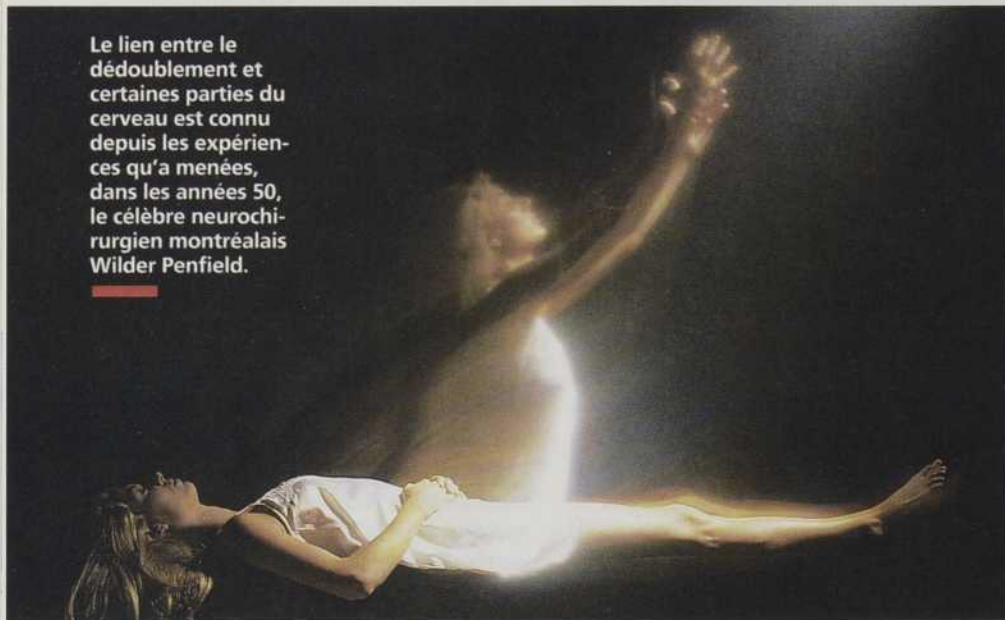
Des scientifiques croient avoir une idée de ce qui se passe sur le plan neuronal. Ils pointent du doigt le glutamate, un neurotransmetteur excitateur du système nerveux central. Lors d'un stress physique et psychique intense, les neurones glutaminergiques (ils jouent un rôle dans la pensée, la mémoire, la perception et les émotions) sécrètent une importante quantité de glutamate. Sauf qu'à de fortes doses les effets du glutamate sont toxiques. Les neurones voisins s'en protègent en bloquant l'input chimique. Il est possible que, lorsqu'il y a surproduction de glutamate, le cerveau dispose d'un moyen de protection naturel pour éviter que les neurones n'aient un choc fatal. C'est cette barrière qui provoquerait l'état de dédoublement.

La kétamine, un anesthésiant utilisé surtout par les vétérinaires, aurait un effet semblable. En se fixant sur les récepteurs NMDA (N-méthyl-D-aspartate), ces drogues bloquent les récepteurs de glutamate. Devenue drogue de rue, la kétamine est vendue sous le nom de Special-K. Les amateurs de cette puissante drogue connaissent bien la *k-hole*, cette impression de sortir de leur corps, qui survient avec une trop forte dose.

Le lien entre le dédoublement et certaines parties du cerveau est connu depuis les expériences du célèbre neurochirurgien montréalais Wilder Penfield. Dans les années 50, il avait stimulé à l'aide d'électrodes le lobe temporal de certains de ses patients. L'un d'eux s'était écrié : « Mon Dieu ! Je quitte mon corps ! »

Excès de glutamate, asphyxie, manque de sommeil... Avouons-le, les hypothèses actuelles pour expliquer les états altérés de conscience sont encore loin d'être fondées. Le docteur Mircea Steriade, neurophysiologiste à l'Université Laval, est catégorique : « Ces phénomènes complexes ont une base neuronale, mais nous ne savons pas laquelle. » Mais la chimie du cerveau peut-elle tout expliquer ? Et si l'esprit et l'âme ne pouvaient se réduire au clignotement de quelques neurones ? ●

Le lien entre le dédoublement et certaines parties du cerveau est connu depuis les expériences qu'a menées, dans les années 50, le célèbre neurochirurgien montréalais Wilder Penfield.



Oscar Burnell/Science Photo Library/Publishphoto

Peut-être est-ce ce « repos » qui permet au système aminergique de bien faire son travail le lendemain ? Un manque de sommeil l'affaiblit, et il finit par crouler sous la pression du cholinergique. D'où les visions...

Notre cerveau a un appétit incontrôlable de stimuli. S'il n'a pas eu l'occasion de produire ses propres images pendant la nuit, il s'en chargera le lendemain. C'est ce qui est probablement arrivé à Allan Hobson dans son chalet. La preuve : les hallucinations qui résultent d'une privation sensorielle. Les sujets qui ont été enfermés dans un caisson obscur et insonorisé peuvent en témoigner. Les aveugles qui ont perdu la vue sur le tard ont aussi des visions. Ce phénomène, appelé syndrome de Charles Bonnet, se compare aux douleurs fantômes des amputés.

En règle générale, les visions sont souvent conformes à ce qu'on veut bien voir. À Miami, les très catholiques Cubains ont vu la Vierge dans le ciel; les gens qui disent

utilisés en salle d'opération y sont sans doute pour quelque chose. La fatigue et la souffrance aussi.

Un coma ou un arrêt cardiaque peut aussi provoquer ce dédoublement. Les « ressuscités » parlent d'un long tunnel qui débouche sur la lumière. Popularisées au cours des années 70 par Raymond Moody avec son livre *La vie après la vie*, les expériences de mort imminente (EMI) sont aujourd'hui bien connues. On associe souvent ces histoires à un voyage inachevé vers l'au-delà.

La psychologue britannique Susan Blackmore est une sommité des EMI. Pour elle, le phénomène n'a rien d'ésotérique : « Il est facile de simuler une EMI, confiait-elle à un magazine scientifique français. Le manque d'oxygène, combiné à une fatigue ou à une douleur extrême, provoque généralement les signes habituels de l'EMI : étourdissement, sentiment d'être ailleurs, lumière blanche, tunnel... » Une des femmes interviewées par le psychiatre

Bactéries plus coriaces, plus dangereuses

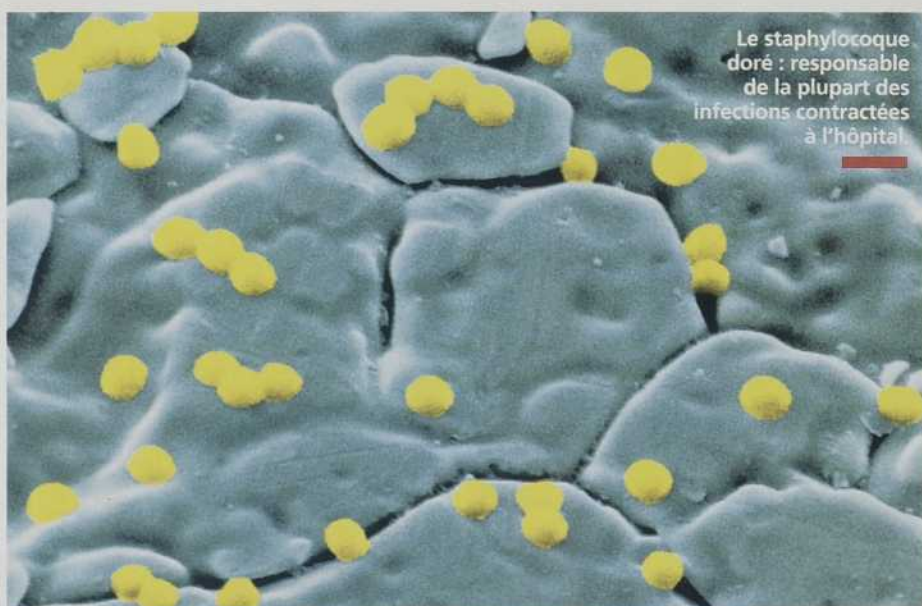
Les antibiotiques ont de moins en moins d'effets, les bactéries sont de plus en plus coriaces. Sommes-nous à l'aube d'un immense bond en arrière ?

par Isabelle Girard

En janvier 1997, un supermicrobe a frappé au Centre hospitalier régional du Suroît, à Valleyfield, près de Montréal. Les médecins de l'établissement étaient inquiets : il s'agissait de la deuxième alerte du genre en quelques mois. Au total, 63 patients ont été contaminés par cette bactérie invincible, qui a même réussi à déjouer la vancomycine, le plus costaud des antibiotiques.

Heureusement, les dégâts ont été limités. La bactérie en cause, l'entérocoque, n'est pas très méchante. Habituellement, l'infection qu'elle provoque se résorbe lorsque la flore bactérienne normale de l'intestin prend le dessus sur la bactérie pathogène.

Mais cet événement sans précédent au Québec serait-il le signe avant-coureur d'un problème plus grave de santé publique ? Le docteur Patrice Vigeant, microbiologiste et infectiologue à l'hôpital du Suroît n'est pas loin de le penser. « L'entérocoque peut transmettre le gène de la résistance à la vancomycine à une autre bactérie, beaucoup plus virulente celle-là, le staphylocoque doré. » C'est une bien mauvaise nouvelle : le staphylocoque doré est le plus grand responsable des infections nosocomiales, c'est-à-dire qui sont contractées à l'hôpital. En fait, selon un rapport récent sur les infections en émergence au Québec (décembre 1996), la moitié de nos hôpitaux abritent une souche ou une autre de staphylocoque doré. Or, pour se défendre contre ces bactéries, il n'existe qu'une seule arme : la vancomycine.



Le staphylocoque doré : responsable de la plupart des infections contractées à l'hôpital.

Dr. Tony Brain/Science Photo Library/Publibpho

Autrefois quasi magiques, les armes antibiotiques sont maintenant de moins en moins efficaces pour lutter contre des bactéries de plus en plus « futées ». À l'Institut de cardiologie de Montréal, le médecin et microbiologiste Richard Marchand rappelle que les hôpitaux rassemblent maintenant les conditions idéales pour un cocktail épidémiologique explosif. « Nos hôpitaux modernes ne sont plus les forteresses antimicrobes qu'on imaginait durant les années 70, explique le médecin. À l'époque, on se croyait invincibles... comme le *Titanic*. »

On sait maintenant que les établissements hospitaliers sont parfois de véritables incubateurs à microbes. Les grands malades, dont le système immunitaire est affaibli par la chimiothérapie, la radiothérapie, la corticothérapie ou les médicaments antirejet administrés aux greffés, sont des proies faciles pour les bactéries. De plus, chaque fois qu'on introduit un ca-

théter ou qu'on effectue une intervention chirurgicale, c'est une porte d'entrée pour les microbes.

À l'Hôpital général de Montréal, le docteur Michael Libman, directeur du laboratoire de microbiologie, dit qu'il est même devenu normal de compter, en tout temps, quatre ou cinq patients infectés par le staphylocoque doré. Même scénario à l'Institut de cardiologie de Montréal, où le docteur Richard Marchand identifie chaque semaine de deux à trois infections de staphylocoque *epidermis*, une bactérie présente sur la peau qui profite des chirurgies pour s'introduire dans l'organisme.

Paradoxalement, c'est l'utilisation massive des antibiotiques en milieu hospitalier qui pourrait être en partie responsable du problème, croit le docteur François Lamothe, chef du département de microbiologie et d'infectiologie du pavillon Saint-Luc du Centre hospitalier de l'Université de Montréal. « Aujourd'hui,

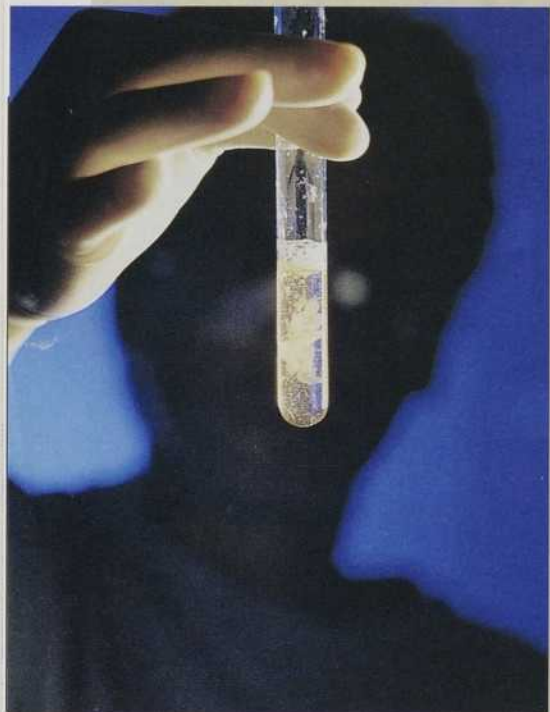
Elles sont blindées

« Placez dans une éprouvette un milliard de bactéries sensibles à un antibiotique et une seule bactérie résistante à cet antibiotique. En une nuit, presque toutes les bactéries sensibles seront éliminées et la bactérie résistante donnera naissance à un milliard de bactéries... résistantes. »

Cette « recette » vient du docteur Patrice Courvalin, chef de l'unité des agents antibactériens à l'Institut Pasteur de Paris. Il explique que les antibiotiques bloquent l'un ou l'autre des processus physico-chimiques indispensables à la survie des bactéries. Les pénicillines, les céphalosporines et la vancomycine, par exemple, inhibent les enzymes chargées de fabriquer la paroi de la bactérie. D'autres, comme les tétracyclines, les aminosides et les macrolides, enrayent le mécanisme responsable de la synthèse des protéines. Quant aux rifamycines et aux quinolones, ils s'attaquent soit aux enzymes responsables du transport de l'information génétique contenue dans les chromosomes de la cellule jusqu'à l'ARN messager (transcription), soit à celles qui gouvernent la réplication de l'ADN bactérien. Bref, toutes ces stratégies n'ont qu'un objectif : cibler et atteindre un point faible au cœur de la bactérie.

Comment les bactéries se défendent-elles ? Selon le docteur Courvalin, la première stratégie d'une bactérie consiste à « s'imperméabiliser » à l'antibiotique. Elle y parvient en fermant les petites perforations de sa paroi, ce qui empêche l'antibiotique de pénétrer, ou encore en laissant l'antibiotique entrer, mais en l'expulsant aussitôt grâce à une sorte de pompe. Dans certains cas, c'est une enzyme qui se charge du boulot en détruisant le noyau de la bactérie. Enfin, la bactérie peut se transformer pour éviter que l'antibiotique ne la reconnaisse.

Mais comment les bactéries apprennent-elles ces trucs ? Parfois, grâce à une mutation ponctuelle d'un gène qui bloque la fabrication d'une protéine sur laquelle l'antibiotique agissait. Dérouté, l'antibiotique ne peut plus se lier à sa cible, et la bactérie résiste au traitement. Lorsqu'elle se reproduit, la bactérie transmet cette résistance à ses rejetons. Les bactéries s'échangent également des informations par le biais d'un plasmide, une petite structure circulaire contenant une sorte de supplément chromosomique. Si une bactérie possède un plasmide contenant des gènes de résistance, non seulement elle transmettra ce « bouclier » supplémentaire à sa descendance, mais elle peut même le partager avec ses voisines, qu'elles soient ou non de la même espèce ! C'est exactement ce que redoutent les médecins depuis l'épidémie d'entérocoques résistants à la vancomycine. Le scénario apocalyptique est le suivant : le staphylocoque entre en contact avec l'entérocoque résistant; le plasmide qui confère la résistance à l'entérocoque se duplique; le staphylocoque en reçoit une copie. Cet échange d'informations est facilité par la présence d'intégrons, des structures spécifiques qui ouvrent la porte du plasmide pour permettre à un ensemble de gènes de s'y insérer. Selon le docteur Courvalin, le transfert de plasmide a de graves conséquences sur la dissémination de la résistance parce qu'il fait en sorte qu'une bactérie devient résistante à plusieurs antibiotiques. Et toutes les résistances acquises risquent d'être transférées en bloc à d'autres bactéries. Un processus dangereusement... contagieux.



Oscar Burriel/Latin StockScience Photo Library/Publibphoto

grâce à une mutation ponctuelle d'un gène qui bloque la fabrication d'une protéine sur laquelle l'antibiotique agissait. Dérouté, l'antibiotique ne peut plus se lier à sa cible, et la bactérie résiste au traitement. Lorsqu'elle se reproduit, la bactérie transmet cette résistance à ses rejetons.

Les bactéries s'échangent également des informations par le biais d'un plasmide, une petite structure circulaire contenant une sorte de supplément chromosomique. Si une bactérie possède un plasmide contenant des gènes de résistance, non seulement elle transmettra ce « bouclier » supplémentaire à sa descendance, mais elle peut même le partager avec ses voisines, qu'elles soient ou non de la même espèce !

C'est exactement ce que redoutent les médecins depuis l'épidémie d'entérocoques résistants à la vancomycine.

Le scénario apocalyptique est le suivant : le staphylocoque entre en contact avec l'entérocoque résistant; le plasmide qui confère la résistance à l'entérocoque se duplique; le staphylocoque en reçoit une copie. Cet échange d'informations est facilité par la présence d'intégrons, des structures spécifiques qui ouvrent la porte du plasmide pour permettre à un ensemble de gènes de s'y insérer. Selon le docteur Courvalin, le transfert de plasmide a de graves conséquences sur la dissémination de la résistance parce qu'il fait en sorte qu'une bactérie devient résistante à plusieurs antibiotiques. Et toutes les résistances acquises risquent d'être transférées en bloc à d'autres bactéries. Un processus dangereusement... contagieux.

on maintient en vie les cancéreux, les leucémiques et les sidéens, mais, en même temps, la maladie affaiblit leur résistance aux infections. Un cercle vicieux s'installe : pour combattre les infections, on doit administrer des doses de plus en plus puissantes d'antibiotiques parce que les bactéries apprennent à leur résister. »

Le problème ne date pas d'hier. Les antibiotiques, ces substances chimiques produites naturellement par des champignons ou d'autres bactéries, ont étouffé pour un temps, mais pour un temps seulement, les bactéries responsables des grandes épidémies de peste, de choléra, de diphtérie et de tuberculose. Découverte en 1928 par le bactériologiste anglais Alexander Fleming, la pénicilline a permis de sauver des milliers de vies lors de la Seconde Guerre mondiale. Cependant, dès 1945, Fleming avait prévu que l'usage massif des antibiotiques favoriserait la prolifération de bactéries résistantes. Non seulement sa prophétie s'est réalisée, mais plusieurs espèces bactériennes sont devenues résistantes aux quelque 200 antibiotiques mis au point depuis 60 ans. C'est ce qu'on appelle la multirésistance.

Résultat : depuis 60 ans, on a multiplié, en moyenne, par 250 la dose d'antibiotique nécessaire pour venir à bout des microbes ! C'est un énorme saut en arrière. De plus, même s'il existe actuellement une palette de quelque 200 antibiotiques, aucune nouvelle famille n'a été découverte depuis 20 ans.

Des antibiotiques comme additifs alimentaires

Les antibiotiques « dispersés » dans l'environnement pourraient contribuer à accélérer le processus de résistance des bactéries. À l'Institut canadien de la santé animale, Jane Niky explique que l'usage d'additifs antibiotiques est fréquent dans l'élevage au Québec depuis les années 40, soit lorsqu'on a découvert que les poulets se développaient plus rapidement si on ajoutait de petites quantités d'antibiotique à leur alimentation. Selon une étude américaine, la moitié de tous les antibiotiques vendus actuellement visent le marché des additifs alimentaires pour la volaille, le bétail, le porc ainsi que le poisson élevé en bassin. Le problème : même s'il manque de preuves, le docteur Patrice Courvalin, chercheur à l'Institut Pasteur de Paris, croit que cette pratique accélère la multiplication des bactéries résistantes aux antibiotiques. Songez-y bien avant de planter la fourchette dans votre steak tartare...

Aujourd'hui, la course contre la montre que l'industrie pharmaceutique livre aux microbes a pris une folle allure. « Il y a 20 ans, il fallait plusieurs années avant qu'une bactérie devienne résistante à un antibiotique, résume le docteur Marchand. Mais les bactéries ont pris des

cours de rattrapage : aujourd'hui, elles mettent à peine deux mois pour devenir résistantes à un antibiotique. »

Faudra-t-il réviser nos stratégies d'attaque contre les microbes ? Un groupe de travail chargé d'étudier le problème à la grandeur du Canada a recommandé il y a quelques mois de « réduire globalement l'usage des antimicrobiens de 25 % en 3 ans, en se concentrant sur les infections respiratoires contractées dans la communauté ».

Les compagnies pharmaceutiques s'inquiètent aussi de la plus forte résistance des bactéries aux antibiotiques. François Malouin, microbiologiste chez Microcide, une entreprise établie en Californie, croit qu'il faut attaquer sur plusieurs fronts. Il tente actuellement d'isoler des molécules pouvant désamorcer les mécanismes de résistance des bactéries afin de restaurer l'action des antibiotiques traditionnels. Faire du neuf avec du vieux, en quelque sorte.

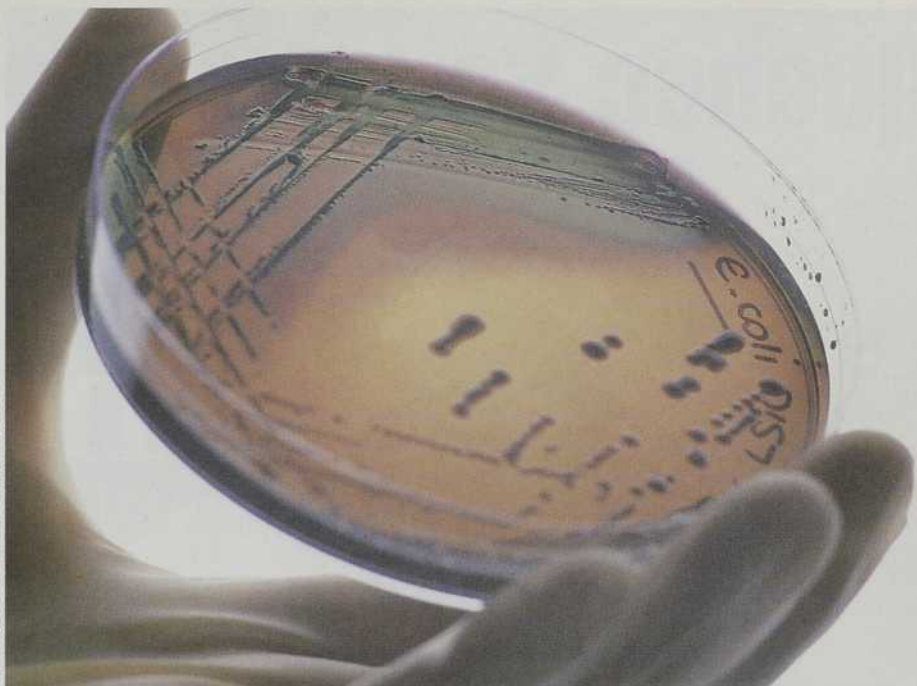
« Les classes d'antibiotiques existantes visent toutes la même cible sur la bactérie. Les céphalosporines, par exemple, s'attaquent aux enzymes chargées de fabriquer la paroi cellulaire. Puisque ces antibiotiques sont dérivés de substances naturelles, les bactéries les "connaissent" et ont développé des mécanismes de résistance pour les contrer. En mettant au point des antibiotiques complètement artificiels, les bactéries seront prises de court devant un ennemi qu'elles n'ont jamais eu à affronter. » C'est ainsi que les vieilles armes antibiotiques comme les céphalosporines, les bêtalactames et les glycopeptides retrouveraient leur efficacité contre les souches de bactéries résistantes à la méthicilline et à la vancomycine.

François Malouin fonde également des espoirs sur la *target genomic approach*, une technique qui consiste à isoler les gènes vitaux de la bactérie — une bactérie possède à peine 200 gènes essentiels — et à concevoir un antibiotique qui les attaquerait.

Sauf que la course aux nouveaux antibiotiques ne crée pas d'illusion chez les scientifiques. Chercheur réputé à l'Institut Pasteur de Paris, le docteur Patrice Courvalin croit que la plupart de ces solutions sont transitoires. « Les antibiotiques de demain feront probablement naître de nouveaux mécanismes de résistance qu'il faudra contrer... et ainsi de suite. »

Il y a donc fort à parier que, même lorsqu'on aura réussi à décoder leur génome, les bactéries, pathogènes ou pas, survivront à l'homme. Après tout, elles ont déjà réussi à le faire durant 3,5 milliards d'années. ●

Tek Image/Science Photo Library/Publicphoto



Tendance à la hausse

Le dernier bilan de l'Organisation mondiale de la santé signale que les bactéries ont tué 17 millions de personnes en 1995. Aux États-Unis, les maladies infectieuses sont passées de la cinquième à la troisième place sur la liste des causes de décès depuis 1980, juste derrière les affections cardio-vasculaires et le cancer. Depuis 20 ans, de nouvelles maladies bactériennes ont fait leur apparition — notamment, la maladie du légionnaire, la colite hémorragique causée par la bactérie *E. coli* 0157 et la maladie de Lyme. D'autres, connues depuis longtemps mais qu'on croyait sous contrôle, comme la tuberculose et le choléra, font un retour en force. Sans compter la montée des virus responsables du sida et des hépatites C et E.

Concours de journalisme scientifique

Bourse
Fernand-Seguin
1998

ACS
ASSOCIATION DES
COMMUNICATEURS
SCIENTIFIQUES
DU QUÉBEC

Radio-Canada
Télévision et Radio

**Bourse de 12 000 \$
et stage de six mois
en journalisme scientifique**

Date de clôture : vendredi 17 avril 1998, à 16 h.

Pour obtenir le dépliant
veuillez vous adresser à :

Bourse Fernand-Seguin
Association des communicateurs scientifiques
3995, rue Sainte-Catherine Est
Montréal (Québec) H1W 2G7
Tél. : (514) 522-1304

ou à la station de Radio-Canada
de votre région

Avec la collaboration de :

Gouvernement du Québec
Ministère de la Culture
et des Communications

MERCK FROSST

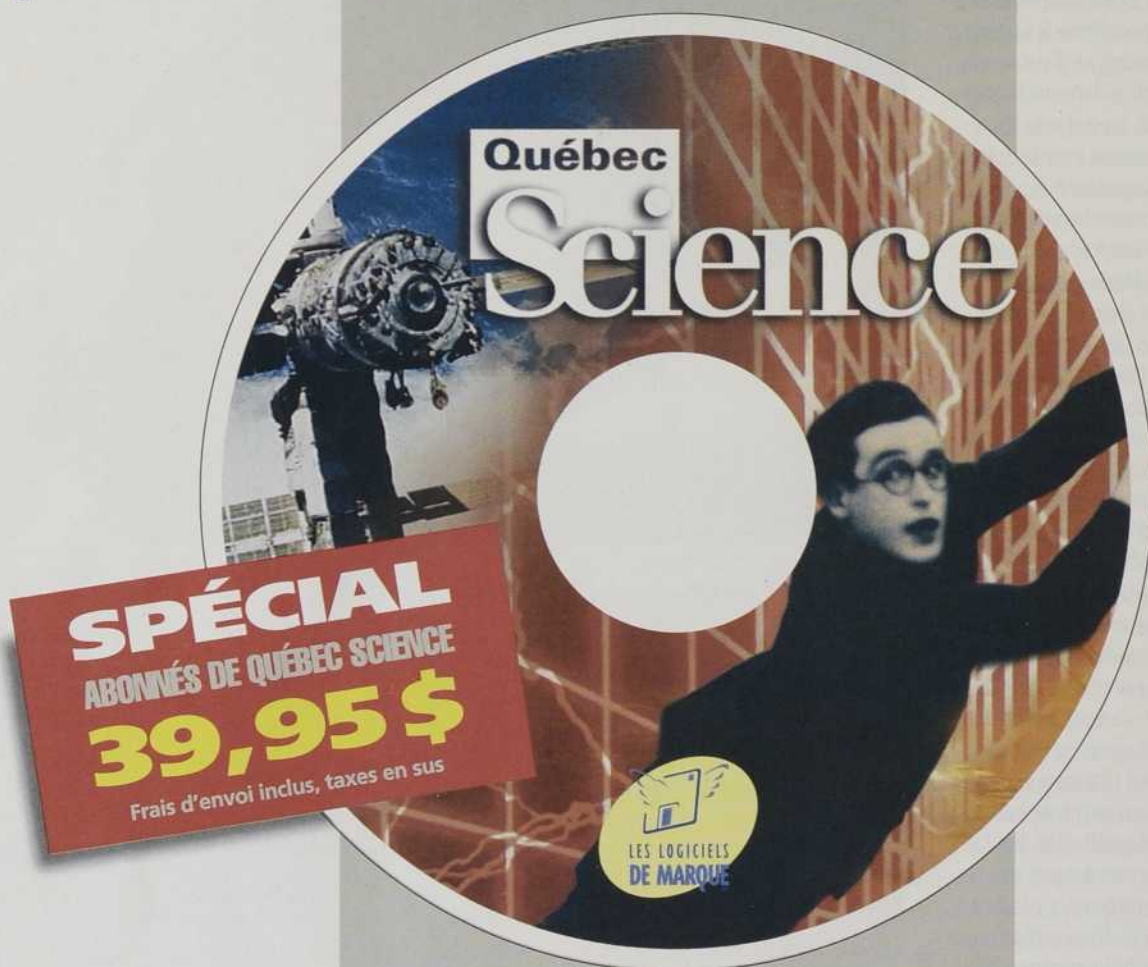
Québec
Science

La Presse

LE SOLEIL



Québec Science sur cédérom



**Toute l'actualité scientifique et technique
publiée dans le magazine Québec Science
de 1989 à 1997**

Des informations utiles, fiables et passionnantes.

Dossiers, reportages, nouvelles, chroniques, suppléments.

2 500 articles !

Un outil d'information et de référence essentiel
pour tout savoir sur une foule de sujets : espace,
santé, environnement, innovations technologiques,
recherche fondamentale et appliquée, etc.

Une navigation électronique de haute performance.
Recherche par mots clés, liens hypertextes, images
agrandies, interface conviviale, animations, etc.

En vente dans tous les bons magasins
49,95 \$ plus taxes.

Configuration requise :

• Ordinateur personnel doté d'un microprocesseur 386X ou supérieur (486 recommandé) • Lecteur de cédérom • Système d'exploitation Windows versions 3.1, 3.11, 95 ou ultérieure • 4 mégoctets de mémoire vive (8 mégoctets recommandés) •

OU

• Ordinateur de type Macintosh • Lecteur de cédérom • Système d'exploitation MacOS version 7 ou ultérieure • 8 mégoctets de mémoire vive •

Produit par Québec Science et Les Logiciels de Marque inc.



**Commandez dès
maintenant :**

Région de Montréal :

(514) 875-4444

Partout au Québec :

1 800 667-4444

Internet 2

Au secours de son grand frère

Internet 2, le grand frère de l'autre, est à nos portes. Bonne nouvelle : pour une fois, le Québec n'est pas en retard dans ce dossier; il est même en avance !

par Philippe Chartier



Depuis quelques années déjà, on nous promet des super autoroutes de l'information, des inforoutes à multiples voies, des *infobahns* futuristes... Mais ces merveilles, faut-il le rappeler, se font toujours attendre.

Pourtant, ce n'est pas que le besoin ne s'en fait pas sentir. Augmentation du trafic sur Internet, saturation des adresses, diminution de la vitesse moyenne d'accès aux données : on commence à se sentir vraiment à l'étroit sur le réseau.

À l'automne 1996, une trentaine d'universités et d'agences gouvernementales américaines ont donc décidé de mettre sur pied un nouveau réseau universitaire baptisé Internet 2. Au même moment, le président Clinton annonçait son propre projet

de super autoroute de l'information : le Next Generation Internet (NGI). Financé par l'industrie et les gouvernements, NGI dispose d'un budget de 300 millions de dollars sur 3 ans. Bref, ce sont deux super autoroutes que nous mijotent nos voisins du Sud, même si les observateurs sont d'avis que les deux projets seront vraisemblablement fusionnés d'ici un an.

Le projet NGI annonce également le retour de la National Science Foundation (NSF), le principal organisme de subvention de la recherche aux États-Unis. L'organisme a financé Internet à ses débuts, puis a passé le flambeau à l'entreprise privée en 1995. Il est de retour avec un chèque de 10 millions de dollars pour le projet.

Illustrations : Remy Simard

Lexique

GigaPOP : Acronyme de *Gigabits et Point Of Presence*. Le GigaPOP est un point d'interconnexion et de livraison de services sur le futur réseau Internet 2. Les GigaPOPs permettent la concentration de la demande, un aiguillage et une commutation plus efficaces, la mesure de la Qualité de service (QoS) et offrent une passerelle vers Internet 1. Les connexions se feront par le biais de services ATM ou SONET à haut débit (OC-3, OC-12, OC-48). Voir QoS, OC.

LNPA : Présentée comme une solution de remplacement à la norme RNIS, la LNPA (ligne numérique à paire asymétrique) ou ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) est une méthode de transport de données sur les lignes téléphoniques standards (fils de cuivre). Grâce à des techniques de compression particulières, une configuration typique d'une LNPA permet de recevoir des données à 1,5 mégabit/sec et de les envoyer à 128 kilobits/sec. D'où l'épithète « asymétrique ». En principe, une LNPA permet des vitesses de téléchargement allant jusqu'à 9 mégabits/sec et d'envoi de 640 kilobits/sec. Voir RNIS.

MTA : Le MTA (mode de transfert asynchrone) ou ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) est une technique de commutation et de multiplexage. Un peu à la manière du protocole IP, le MTA utilise de petites cellules pour transmettre différents types de trafic simultanément, incluant la voix, la vidéo et les données numériques. Le terme asynchrone réfère au fait que les cellules peuvent être envoyées indépendamment l'une de l'autre, sans synchronisation.

OC-3, OC-12, OC-48 : Vitesses de transmission optique sur les réseaux de type SONET. OC-3 correspond à 155 mégabits/sec, OC-12 à 622 mégabits/sec et OC-48 à 2,4 gigabits/sec. Voir SONET.

QoS : La QoS (Qualité de service) ou QoS (*Quality of Service*) est un ensemble de techniques de ségrégation du trafic permettant l'établissement de sessions réservées sur les nouveaux réseaux à très haut débit. La qualité de service permet d'allouer à certaines applications une qualité de transmission adéquate à leurs besoins. Différents protocoles assurent différents niveaux de qualité de service. Par exemple, la transmission de vidéo en temps réel nécessite une qualité de service plus élevée que le courrier électronique.

RNIS : Le RNIS (réseau numérique à intégration de services) ou ISDN (*Integrated Services Digital Network*) est composé de lignes téléphoniques numériques à deux canaux de 64 kilobits/sec, dont la capacité combinée atteint 128 kilobits/sec.

RSVP : En cours d'élaboration, la norme RSVP (*ReSerVation Protocol*) vise à instaurer la Qualité de service (QoS) sur le réseau Internet classique. Voir QoS.

SONET : Acronyme de *Synchronous Optical Networks*. SONET est une norme mise au point par Bellcore pour la transmission de données sur les réseaux de fibre optique.

Internet 2 aura tout du club sélect : seules les universités pourront en profiter, et encore, uniquement celles qui se consacrent à la recherche.

NGI, alias Internet 2, sera construit autour du **vbNS** (*very high performance Backbone Network Service*), la nouvelle dorsale de la NSF. Le réseau sera plus rapide, plus fiable et, surtout, moins encombré. Car Internet 2 aura tout du club sélect : seules les universités pourront en profiter, et encore, uniquement celles qui se consacrent à la recherche. L'entreprise privée pourra également y avoir accès, mais toujours à des fins de recherche. Quelques gros joueurs, comme les géants IBM, 3Com, Nortel et Cisco, ont déjà réservé leur place.

chacun. C'est le concept de la Qualité de service ou **QoS**. Avec toute cette quincaillerie de luxe, on espère enfin pouvoir offrir d'ici 1999 ces applications que l'on nous fait miroiter depuis des lustres : télé-enseignement, télé-médecine, télé-immersion (le nouveau terme pour désigner la réalité virtuelle), laboratoires virtuels (où chercheurs et étudiants dans des lieux géographiques différents, équipés de lunettes 3D et de gants virtuels, travaillent dans un environnement commun), bibliothèques avec son et vidéo numériques, systèmes d'imagerie en temps réel, etc.



Entièrement en fibre optique, la vitesse d'Internet 2 sera de 100 à 1 000 fois supérieure à celle du réseau actuel. « Mais Internet 2, c'est plus qu'un réseau à grande vitesse », explique Réjean Bernard, directeur du Service de l'informatique et des télécommunications de l'Université du Québec à Montréal et président du Réseau interordinateurs scientifique québécois (RISQ). « Le principal objectif, c'est de mettre au point la nouvelle génération d'applications que va permettre Internet. »

Au cœur d'Internet 2, une nouvelle technologie : le **GigaPOP** (voir encadré à la page 30). Elle devrait permettre l'établissement de différentes classes de service, avec des débits garantis adaptés aux besoins de

Le Canada et le Québec n'ont pas hésité à suivre cette vague de fond. Chapeauté par **CANARIE**, un regroupement à but non lucratif de milieux d'affaires, gouvernementaux et universitaires canadiens, un projet similaire et conjoint à ce qui se prépare aux États-Unis est en cours. Une trentaine d'universités ont mis de l'avant le projet **CA*net2**, la nouvelle super autoroute canadienne. À l'automne 1997, on comptait déjà 10 GigaPOPs en activité sur les 13 prévus (1 GigaPOP par province, 1 GigaPOP central et 2 autres pour les liens avec l'Europe et les États-Unis).

Loin de traîner derrière, le Canada montre en fait le chemin : il devance actuellement les États-Unis qui n'ont que

Processeur Intel Pentium® II



PROSYS-TEC

Fabrication d'ordinateurs, intégration et formation

PROSYS-TEC, fabricant d'ordinateurs de haute technologie, offre des systèmes qui mettent en valeur vos applications actuelles et futures pour le trois dimensions (3D) et le multimédia.

Vous pouvez obtenir les performances du processeur **PENTIUM® II** en combinant la technologie **MMX™** à la performance d'un processeur **PENTIUM® Pro**. Notre **PROSYS ULTRA ALX**, un des ordinateurs les plus performants sur le marché, exécute des opérations intensives 32 bits à une fréquence de 233, 266 ou 300 MHz.

PROSYS



Prosys-tec, fabricant d'ordinateurs
(514) 340-3990, (514) 735-7850

Le logo Intel Inside et Pentium sont des marques déposées et MMX est une marque de commerce de Intel Corporation.

Montréal • Québec • Ottawa

PROSYS ULTRA ALX

Description:

- Processeur PENTIUM® II 233, 266 ou 300 MHz
- 512 ko de cache secondaire
- Système standard ATX
- Vidéo 64 bits ATI RagePro AGP 4 Mo
- Interface de son stéréo intégré Yamaha 16 bits
- 64 Mo de mémoire ECC SDRAM
- Disque dur de 4,3 Go ULTRA ATA & CD-ROM 24X EIDE
- 2 interfaces USB (Universal Serial Bus) Port infrarouge
- MS Windows 95 ou MS Windows NT 4.0

Visitez notre site Web: www.prosys.ca

Prosys-tec, fabricant d'ordinateurs
(514) 340-3990, (514) 735-7850



Le réseau canadien du Net

5 GigaPOPs à leur actif. Au Québec, le RISQ bat tous les records : la plupart des membres montréalais du RISQ sont branchés sur un réseau de fibre optique OC-12, avec un débit de 622 mégabits/sec. D'ici juin 1998, le réseau passera en mode turbo à OC-48, soit à 2,4 gigabits/sec (2,4 milliards de bits par seconde). Avec le réseau SONET OC-48, le premier du genre au monde, le RISQ aura bientôt le réseau le plus performant de la planète !

La capacité actuelle du réseau est telle qu'on peut tester les limites physiques de l'électronique. Comme un électron est infiniment plus lent qu'un photon, ces réseaux de fibre optique sont suffisamment puissants pour saturer certains ordinateurs. Et on s'amuse déjà à des expériences de multiplexage sur fibre optique. Une technologie du nom de WDM (*Wave Division Multiplexing*) pourrait multiplier par 16 la capacité porteuse,

Quelques autoroutes

CANARIE : Mis sur pied en 1993, CANARIE (Canadian Network for the Advancement of Research, Industry and Education) est une entreprise à but non lucratif qui regroupe 120 organisations canadiennes des milieux d'affaires, gouvernementaux, universitaires et de la recherche. Avec plus d'un milliard de dollars en poche, CANARIE s'est retrouvé avec un mandat à la mesure de son budget : développer l'infrastructure des communications, encourager la création de la prochaine génération de produits, d'applications et de services, et promouvoir les « avantages d'une société fondée sur le savoir ». Vaste commande, en effet.

CA*net : Ancien réseau Internet pancanadien. Officiellement, CA*net n'est plus. Depuis le 1^{er} avril 1997, Communication Avancée Bell, une filiale de Bell Canada, a la responsabilité d'administrer le réseau.

CA*net2 : Résultat du partenariat entre CANARIE, les grandes universités, les établissements de recherche, l'industrie et les entreprises de télécommunications canadiennes, CA*net2 est l'initiative canadienne pour la construction d'Internet 2.

Mbone : Acronyme de *IP Multicast Backbone*. En activité depuis 1992, Mbone est un réseau spécialisé dans la diffusion à grande échelle ou *multicasting*. Issue du centre de recherche Xerox PARC, cette technologie vise principalement à faciliter la vidéoconférence et la transmission de vidéo numérique à grande échelle.

NREN : En 1991, le gouvernement américain approuvait le High Performance Computing Act, lequel visait à mettre sur pied le National Research and Education Network (NREN). Ambitieux projet de super autoroute électronique, le NREN devait remplacer le NSFnet. Finalement, Internet 2, NGI et vBNS semblent en être la nouvelle incarnation.

Sirius : En 1994, l'alliance Stentor (Bell Canada et les autres géants canadiens des télécommunications) propose son projet d'autoroute électronique : Sirius. Les partenaires du groupe Stentor comptent dépenser huit milliards de dollars avant 2005 pour étendre les réseaux téléphoniques et les doter de la capacité nécessaire aux applications multimédias, comme la vidéo sur demande, la vidéoconférence et la consultation de bases de données multimédias. Le projet TotalVision est l'un des avatars de Sirius.

UBI : Projet d'infonroute et de télématique au foyer mis de l'avant en 1994 par un consortium de six partenaires (Vidéotron en était l'instigateur), UBI (Universalité, Bidirectionnalité et Interactivité) a connu de nombreux retards et ratées. En décembre 1997, le consortium a mis fin au projet.

vBNS : Inauguré en 1995, le vBNS (*very high speed Backbone Network System*) est le réseau à haute vitesse de la National Science Foundation, établi en collaboration avec le géant américain MCI.

Des technologies dites de « multiplexage » pourraient multiplier par 16 la capacité porteuse de la fibre optique.

qui atteindrait alors 41,6 gigabits/sec pour un réseau OC-48 ! Certains ordinateurs risquent d'avoir le souffle court... Mais il reste encore beaucoup de problèmes à résoudre quant à la topologie et à la configuration du réseau avant d'en arriver là. On veut aussi explorer les technologies de transport hybride (IP-SONET, IP-ATM, etc.).

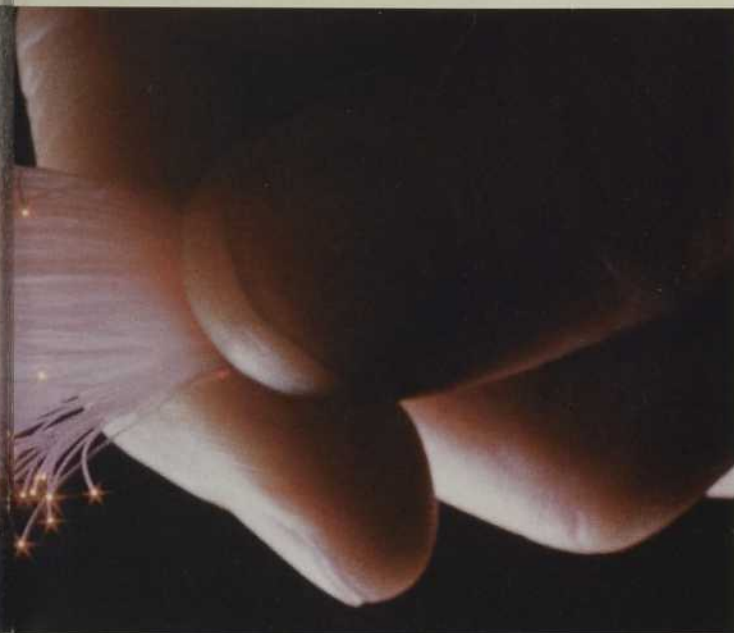
Grâce à Internet 2, on espère répéter le même scénario qu'avec le tout premier réseau, celui d'ARPAnet : concevoir une technologie de pointe qui pourra éventuellement être récupérée par l'entreprise privée et qui sera accessible au commun des mortels. D'ici cinq ans, croit-on, Internet 1 devrait profiter des retombées d'Internet 2. « Il y a de fortes chances que, lors-

que le milieu de la recherche se sera suffisamment cassé la gueule et que la technologie aura fait ses preuves, l'industrie s'empressera de l'adopter », prédit Yves Le Borgne, directeur du RISQ.

Déjà, quelques concepts ont commencé à modifier le visage d'Internet. Inspiré de la QdS, le protocole **RSVP** est à l'essai sur certains segments d'Internet 1. Le réseau **Mbone** a aussi été mis en place pour expérimenter le *multicasting* ou diffusion à large échelle. Enfin, comme la plupart des applications voraces en bande passante seront déployées sur Internet 2, Internet 1 devrait pouvoir respirer un peu.

Du côté des super autoroutes commerciales, l'avenir semble plus incertain. Chez **Sirius**, le projet du groupe Stentor, on a un peu délaissé la recherche pour se concentrer sur les applications plus commerciales. « L'objectif est toujours d'amener l'inforoute à la maison », commente Normand Toupin, directeur des communications, Inforoute et multimédia, chez Bell Canada. « Cependant, depuis 1994, le paysage a beaucoup changé avec l'arrivée d'Internet. »

En septembre 1997, Bell a lancé TotalVision, qui doit combiner l'accès à Internet, la câblodistribution numérique, des services interactifs par télévision, la vidéo sur demande, etc. D'une durée de 2 ans, le projet pilote se déroulera simultanément dans 7 000 foyers de Repentigny, dans la banlieue montréalaise, et de London, en Ontario.



Pour éviter les écueils sur lesquels s'est échoué le grand projet **UBI** — qui a mis la clé dans la porte en décembre dernier —, TotalVision mise sur des normes internationales et une technologie reconnue, comme WebTV d'Oracle, la norme MPEG pour la vidéo, TCP/IP pour l'accès à Internet, etc. Bell, tout comme les autres partenaires de Stentor, entretient également des liens avec **CANARIE** : pour le déploiement de CA*net2, CANARIE utilise en bonne partie les réseaux ATM et SONET mis en place par Stentor et son Sirius. Un échange de bons procédés.

Internet 2, la terre promise enfin accessible ? Peut-être, mais juste au cas où, on mijote déjà... Internet 3 !

Pour en savoir plus

Internet 2 : www.internet2.edu/

Next Generation Internet : www.ngi.gov/

Canarie : www.canarie.ca/

RISQ : www.risq.qc.ca/

National Science Foundation :

www.nsf.gov/

Very high performance Backbone Network Service (vBNS) :

www.vbns.net/

Mbone : www.mbone.com/

ReSerVation Protocol (RSVP) :

www.isi.edu/div7/rsvp/rsvp.html



LA LUNE, C'EST DÉPASSÉ !

Ce que Yves Levesque et Danielle Doucet voient dans le télescope, c'est l'avenir. Le fruit de leurs travaux est bien réel. C'est ainsi qu'ils se sont fait connaître des dirigeants de la NASA. La Faculté des sciences a élaboré un projet qui s'est traduit par des expériences dans l'espace sur la fabrication de matériaux organiques en état d'apesanteur.

Baccalauréats

Biochimie
Biologie
Chimie
Informatique
Informatique appliquée
Mathématiques
Physique

Maîtrises

Biochimie
Biologie
Chimie
Mathématiques
Physique

Programmes spéciaux

Sciences forestières
Sciences de la santé



UNIVERSITÉ
DE MONCTON

Un **accent.**
sur le **savoir**

Edmundston : 1-800-561-9064

Moncton : 1-800-561-3996

Shippagan : 1-800-332-3986

Nouveau-Brunswick

admission@cuslm.ca

registrariat@umoncton.ca

info@cus.ca

www.umoncton.ca

Faire des sciences dans un collège branché... sur le monde

- IDdic**
<http://idclc.collegebdeb.qc.ca/>
- Junior entreprise**
<http://virtuel.collegebdeb.qc.ca/tod/commerce/>
- Biologie**
<http://virtuel.collegebdeb.qc.ca/bio/>
- Intermath**
<http://www.virtuel.collegebdeb.qc.ca/amath.html>
- Étudiants bien branchés**
<http://cyberstage.collegebdeb.qc.ca/formation.html>
- Service d'aide à la langue française**
http://collegebdeb.qc.ca/atoz/saif_f.html
- La Course Branchez-vous!**
<http://course.branchez-vous.com/>
- Physique**
<http://virtuel.collegebdeb.qc.ca/physique/>
- Cyberstage**
<http://cyberstage.collegebdeb.qc.ca/>
- Club informatique**
<http://www.clubinfo.collegebdeb.qc.ca/>
- Club littéraire**
<http://www.clubinfo.collegebdeb.qc.ca/clublit/clublit.html>
- Bois-de-Boulogne de A à Z**
http://www.collegebdeb.qc.ca/atoz_f.html
- le collège virtuel**
<http://virtuel.collegebdeb.qc.ca/>
- Club de science**
<http://clubscience.qc.ca/clubsci/bdeb/>
- Bois-de-Boulogne, ton 1^{er} choix**
<http://www.collegebdeb.qc.ca/>

 Collège de Bois-de-Boulogne

<http://www.collegebdeb.qc.ca/>

(514) 332-3000

1968 - 1998

30 ans
à façonner l'avenir





**CÉGEP DE
BAIE-COMEAU**



537, BOULEVARD BLANCHE
BAIE-COMEAU
(QUÉBEC) G5C 2B2



La technologie forestière au cégep de Baie-Comeau c'est...

-  La grande forêt boréale à notre portée.
-  Un programme en alternance Travail-Études.
-  Une formation de pointe sur les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et sur les GPS.
-  Un emploi rémunérateur assuré.

TÉLÉPHONE : (418) 589-5707
TÉLÉCOPIEUR : (418) 589-9842

www.cegep-baie-comeau.qc.ca



GigaPOP et Qualité de service

Point d'interconnexion entre les institutions, le GigaPOP alimentera le nouveau réseau à très haute vitesse. Sa principale caractéristique? Il fera la ségrégation du trafic. Les différents types de services auront leurs voies réservées. Lorsqu'il se branchera sur le réseau, l'utilisateur pourra choisir la classe de service appropriée et aura droit à une connexion à débit garanti. C'est ce que les concepteurs du réseau appellent la Qualité de service (QoS).

Sur le réseau actuel, on applique le principe « tout le monde fait de son mieux » (*best effort*): qu'il s'agisse de bouts de texte, de vidéo ou de son, les paquets de données sont tous sur le même pied, et chacun attend son tour pour prendre le train. Avec Internet 1, le débit varie donc beaucoup en fonction de l'achalandage. Attendre une fraction de seconde pour la réception d'un message par courrier électronique, c'est sans importance. Mais pour la vidéo, les résultats sont plus ou moins heureux. Un petit délai, et le son est coupé ou l'image est charcutée. Avec le principe de la Qualité de service, certains types de données auront priorité. Pour une session de vidéoconférence, par exemple, les utilisateurs d'Internet 2 pourront compter sur un flot ininterrompu de données jusqu'au terme de leur connexion. Tous les routeurs se mettent d'accord pour garantir la bande passante.

Évidemment, ce service à valeur ajoutée se monnera — ce qui ne manquera pas de faire sursauter bien des utilisateurs habitués à la tarification fixe ou à l'heure, indépendamment du débit utilisé. « Ce n'est pas pour demain la facturation au débit, mais, éventuellement, on devra en arriver là », croit Yves Le Borgne, du RISQ. « En naviguant dans une page Web, ajoute-t-il, vous allez cliquer sur une icône Vidéo, et on vous demandera peut-être d'entrer votre numéro de carte de crédit pour qu'on vous crée un tunnel virtuel privé. » Bill St-Arnaud, directeur de projet chez CANARIE, confirme: « On verra probablement apparaître une voie rapide, destinée à ceux qui sont prêts à payer la prime, et une voie de service — l'équivalent d'une classe économique — pour ceux qui en ont moins besoin. »

Internet est devenu un cas classique de ce que les économistes appellent la « tragédie de la commune »: dès qu'une ressource est mise en commun, on observe habituellement des abus, les individus étant rarement capables de se discipliner. Avec la Qualité de service, c'est donc le spectre de l'autoroute à deux vitesses qui se profile à l'horizon. ●

L'efficacité n'a rien de magique.

• Un lien **fiable** et **ultra-rapide**
(support des modems 56k et 112k:
X2 de US Robotics et K56flex)

• Trois connexions très haute vitesse
(**double T3 backbone** redondant, QIX-RISQ)

• Des solutions **sécuritaires**
(firewalls et commerce électronique)

• Accès assuré en tout temps
(c'est garanti !)

• Support technique **7 jours sur 7**
(365 jours par année)

• Solutions intégrées et Intranet
(outils dédiés, programmation et interconnectivité Windows NT et UNIX)

puissance *vitesse*
affaires *garantie*
support *solutions*

C'est le service qui fait *la différence.*

• 56K, 112K technologies
K56flex et US Robotics X2



Mlink
internet

500, boul. René-Lévesque Ouest, bureau 1006
Montréal : 231-1923 • Québec : 694-3101
Toronto • Ottawa : 1-888-Mlink56
Fax : 1-800-Mlink84
<http://www.Mlink.NET> • info@Mlink.NET

• Service LNPA à 7 Mbps partout au centre-ville de Montréal



PARADYNE

... pour le Monde en affaires

Real Audio/Video • Sun • Ascend • Cisco Systems • US Robotics • Windows NT • Solaris • MacOS

Un témoin gênant

L'homme de

Kennewick

9 000 ans de solitude

Aux États-Unis, un squelette est devenu l'enjeu
d'une partie de poker que se disputent âprement
archéologues et autochtones.

par Normand Grendin

Un très vieux squelette, celui d'un homme qui aurait vécu il y a plus de 9 000 ans, cause tout un remue-ménage dans le monde des spécialistes de la préhistoire américaine. Débats académiques, poursuites judiciaires, conflits à saveur politique, l'homme de Kennewick — c'est son petit nom — est devenu malgré lui et à titre posthume la vedette hypermédiatisée d'un conflit opposant depuis deux ans scientifiques et leaders amérindiens, droit de savoir et convictions religieuses.

Ce n'est pas sans raison : bien des archéologues estiment que si on laisse parler l'homme de Kennewick — ce qu'on refuse de faire pour l'instant —, il pourrait nous forcer à réécrire plusieurs pages de l'histoire du peuplement de l'Amérique. Des pages inédites, étonnantes, mais surtout très controversées.

L'homme de Kennewick, ou ce qu'il en reste, c'est-à-dire un squelette dans un état de conservation exceptionnel, n'en demandait sûrement pas tant. Enseveli depuis des millénaires sous une berge de la rivière Columbia, près de Kennewick, dans l'État de Washington, il a refait surface en

juillet 1996 à la faveur d'une pluie torrentielle. Deux collégiens qui passaient par là ont aperçu un bout de crâne enfoui dans le sable et ont alerté le shérif du coin. Le policier a refilé le dossier au coroner qui, lui, a passé un coup de fil à James C. Chatters, un anthropologue habitué aux enquêtes judiciaires.

Spécialisé dans les cas d'identification problématique — meurtres sordides, accidents graves, etc. —, Chatters n'en est pas à ses premières armes dans ce domaine. Un examen sommaire lui indique que le crâne semble très âgé et qu'il présente la plupart des traits de type « caucasien » qu'on associe généralement aux « hommes blancs ». Conclusion : il pourrait s'agir des restes d'un « colon européen ».

Mais, surprise, après avoir récupéré le squelette quelques jours plus tard — celui d'un homme de taille moyenne, âgé entre 40 et 55 ans —, il note la présence d'un fragment de pointe de flèche en pierre incrusté dans son bassin. En pierre ? Comment expliquer qu'un colon ait été blessé par une arme aussi rudimentaire ? Une arme que les autochtones, à l'époque de la colonisation, n'utilisaient plus depuis déjà très longtemps...

Chatters émet alors deux hypothèses. Le squelette pourrait être celui d'un coureur des bois qui aurait croisé sur son chemin un groupe d'Amérindiens vivant encore à l'âge de pierre — une théorie improbable mais vraisemblable. À moins qu'il ne s'agisse des restes d'un véritable homme préhistorique, vieux de plusieurs milliers d'années, mais très différent de l'image qu'on s'en fait habituellement. Un caucasien sur un continent qu'on croyait habité par des populations de type mongoloïde ? Étrange.

Pour en savoir plus, Chatters commande une analyse de l'ADN et un test au carbone 14. Des fragments d'os du pied sont envoyés en laboratoire et en reviennent quelques semaines plus tard.

C'est à partir de là que tout se complique.

L'analyse d'ADN ne révèle rien de concluant, mais la datation au carbone 14 est « ahurissante », pour utiliser les propres mots de Chatters. Résultat : l'homme de Kennewick a 9 200 ans.

L'anthropologue est sous le choc : il sait qu'il vient de faire là une découverte importante. Et puis, il a entre les mains un spécimen rare : les squelettes de cet âge en bon état et quasiment complets (on a retrouvé 95 % des os) se comptent sur les doigts des deux mains.

Mais, quatre jours plus tard, coup de théâtre ! The Army Corps of Engineers, l'organisme gouvernemental qui gère le territoire où a été découvert l'homme de Kennewick, réclame le squelette au nom des Umatillas. Ces derniers, qui habitent depuis très longtemps sur les rives de la rivière Columbia, prétendent qu'il s'agit d'un de leurs ancêtres. Ils ont l'intention de l'inhumer dans un endroit secret, bien à l'abri des pelles des chercheurs.

Comment expliquer leur réaction ?

Les discussions autour de l'homme de Kennewick constituent l'aboutissement de vieilles querelles entre autochtones et scientifiques, les premiers reprochant aux seconds de fouiller impunément dans leurs cimetières. Or, disent-ils, il y a assez de squelettes d'Amérindiens dans les placards des musées comme ça ! Celui-là doit retourner d'où il vient.

Dans un long communiqué qui exprime toujours la position officielle des Umatillas, le leader spirituel Armand Minthorn insiste sur le fait que « les politiques tribales interdisent les recherches scientifiques sur les restes humains des ancêtres des Umatillas », des pratiques qui, selon lui, constituent « une violation des convictions religieuses profondes de son peuple ».

Cependant, bien des observateurs croient que des enjeux politiques, tout autant que religieux, expliquent l'insistance des Umatillas — et celle de plusieurs autres bandes — à interdire toute autre forme d'étude du squelette. En effet, bien des Amérindiens craignent, à tort ou à raison, qu'une réécriture de l'histoire ne nui-

sent à leurs revendications territoriales. Si ce ne sont pas « eux » qui sont les véritables premiers Américains, comment réclamer les terres qu'ils disent leur appartenir depuis toujours...

Chose certaine, la nouvelle a jeté une douche froide dans le milieu des anthropologues. L'homme de Kennewick est probablement le squelette le mieux conservé de cette époque. L'exhumer est peut-être un sacrilège pour les autochtones, mais l'enterrer à nouveau l'est tout autant pour les spécialistes ! Huit archéologues, des gens bien connus du milieu, ont donc contesté, en octobre 1996, la demande des Umatillas. Aujourd'hui, la cause est toujours débattue devant les tribunaux.

Sauf que les Umatillas ont la loi de leur côté : depuis 1990, le NAGPRA (Native American Graves Protection and Repatriation Act) leur permet de récupérer les dépouilles de leurs ancêtres et d'en faire ce que bon leur semble. Ils y ont fait appel à plusieurs reprises, presque toujours avec succès. Tout laisse croire qu'ils vont réussir une nouvelle fois.

« L'homme de Kennewick a été pris en otage », constate Jacques Cinq-Mars, archéologue de la préhistoire au Musée canadien des civilisations, à Hull. Il ajoute que depuis l'avènement du NAGPRA — une loi essentielle mais imprécise à plusieurs égards —, les relations sont plus tendues entre les deux groupes. Et que, parfois, on abuse des outils juridiques.

« Malgré tout le respect que j'ai pour les revendications autochtones, certaines sont carrément aberrantes. Dire qu'un squelette de 9 000 ans vous appartient parce qu'il a été trouvé dans votre cour, ça va. Mais prétendre qu'en plus de vous appartenir il possède un lien de parenté avec vous n'a vraiment pas de bon sens ! »

Tout ça pour déterminer l'origine d'une poignée d'ossements ? Tout ce brasse-camarade pour une histoire de physiognomie ?

Caucasien. Évoquez ce terme en apparence insignifiant devant un anthropologue, et sa réaction sera presque toujours la même : une légère irritation dans le ton suivie d'un petit soupir annonciateur d'une longue explication sur ce qu'est, mais, surtout, ce que n'est pas un caucasien.

Normal, on utilise le terme à toutes les sauces, à tort et à travers, et souvent pour les mauvaises raisons. Notamment pour justifier des théories racistes (plusieurs groupes de droite américains ont déjà récupéré la « découverte » de Chatters à des fins politiques et déclaré que les Amérindiens n'avaient aucun droit sur leurs terres). D'ailleurs, ce n'est pas un hasard si on utilise souvent le terme « caucasioïde » en lieu et place, parce qu'il sonne moins péjoratif à l'oreille... même s'il ne figure pas dans *Le Petit Robert* !

Précisons-le tout de suite, un individu de type caucasien n'est pas nécessairement un Blanc et encore moins un Européen. Ce n'est pas une race non plus, ni même un groupe d'individus. C'est plutôt une méthode de classement, un tiroir utile pour ranger certaines caractéristiques associées à des populations. Par exemple, les caucasiens ont « habituellement » une boîte crânienne longue et étroite, un visage élancé, une mâchoire supérieure légèrement



Le crâne de l'homme de Kennewick. Âge : 9 200 ans. Un des mieux conservés de cette époque.

James C. Chatters

saillante, un nez long et étroit, etc. Mais il suffit de jeter un coup d'œil autour de vous pour comprendre que la majorité des Blancs que vous croisez dans la rue ne correspondent pas à ce bête portrait-robot.

« Sur le plan statistique, un individu possède en moyenne 65 % des caractéristiques associées à son groupe », explique l'ostéo-archéologue Gérard Gagné, professeur à l'Université de Montréal. Mais il s'agit là d'une moyenne : certains autochtones correspondent parfaitement à l'image très « cliché » que l'on a d'eux alors que d'autres individus sont très éloignés des « canons » de leur groupe. Bref, ce ne sont là que des points de repères.

Même un indicateur aussi largement accepté que la forme particulière des dents chez les mongoloïdes, que l'on dit « en pelle » et que l'on retrouve chez la majorité des sujets de ce groupe, n'est pas infallible. En effet, de 5 % à 10 % des Blancs et des Noirs ont des dents « en pelle », explique Gérard Gagné, qui a fait une spécialité de la morphologie dentaire. On pourrait donc très bien découvrir le crâne d'un Blanc dont les traits s'apparentent à ceux d'un Noir et qui possède la dentition d'un Asiatique !

Norman Clermont, professeur d'archéologie à l'Université de Montréal, ajoute qu'au-delà des distinctions de « races » il faut se rappeler que l'humain de cette époque reste un homme moderne. « L'homme de Kennewick pourrait être assis devant vous dans l'autobus sans que vous réussissiez à faire la différence entre lui et son voisin ! »

Et puis, il y a le temps, qui favorise la modification des caractères génétiques et qui rend difficile, sinon impossible, l'application de concepts définis à partir de critères d'aujourd'hui à une situation très ancienne. Le caucasien moderne est le produit de milliers d'années de fluctuations des caractères génétiques, provoquées par le métissage des populations. De nouveaux groupes sont apparus, d'autres sont disparus ou se sont mélangés. Il est aussi possible qu'il y a 10 000 ans tous les Eurasiens présentaient un ou plusieurs traits caucasiens. Certains chercheurs croient d'ailleurs que le type caucasien aurait émergé en Asie centrale, voire dans le bassin méditerranéen, plutôt qu'en Europe. Dans ces conditions, difficile de comparer un homme d'aujourd'hui avec un homme qui a vécu il y a 9 000 ans, constate Jacques Cinq-Mars, qui est également professeur adjoint à l'université d'Alberta. « C'est le paradoxe de l'anthropologie, mais également de plusieurs disciplines historiques », dit-il.

« Que diriez-vous si un archéologue rentrait avec ses grosses bottes sales et sa pelle dans le cimetière où sont enterrés vos arrière-grands-parents sans vous demander la permission d'aller fouiller ? »

A lors, caucasien ou pas, l'homme de Kennewick ? « Je ne mettrais certainement pas ma tête sous la guillotine à partir de l'étude d'un seul individu », admet Gérard Gagné.

Sauf qu'il n'est pas le seul en son genre. Selon une étude de l'archéologue américain Gentry Steel (un des scientifiques qui affronte les Umatillas devant les tribunaux), l'homme de Kennewick et ses semblables présentent TOUS des caractéristiques de type caucasien ! Bref, si on ne peut pas parler de tendance avec un échantillonnage aussi restreint, il ne s'agit plus d'un individu isolé, d'une simple « erreur » de la nature.

Étonnant ? On s'est aperçu dès le début des années 50 que certains des squelettes les plus anciens présentaient ces curieuses caractéristiques, rappelle Jacques Cinq-Mars. « La seule différence, dit-il, c'est que, dans les années 50, on n'en faisait pas tout un plat ! » Bref, pas d'enjeux politiques, pas de grands débats.

Est-il quand même possible de tirer certaines conclusions d'un ensemble aussi limité d'observations ? L'archéologue parle plutôt de « signaux généraux », intéressants mais encore trop vagues.

On peut imaginer, par exemple, que l'homme de Kennewick et ses semblables étaient des caucasiens archaïques, d'ori-



Kennewick 1996, la découverte des ossements. Le début d'une saga.

L'âge des anges

Quel âge a l'homme de Kennewick ? Il faudra vraisemblablement obtenir le OK des tribunaux américains pour effectuer plus d'analyses et obtenir plus de renseignements à ce sujet. En attendant, les spéculations vont bon train à en juger par les chiffres rapportés dans les médias. Des exemples ?

Washington Post, septembre 1997 : entre 7 265 et 7 535 ans

Archeology Magazine, janvier 1997 : 8 400 ans

The Tri-City Herald, juillet 1997 : 9 200 ans

Time Magazine, octobre 1996 : 9 300 ans

Libération, octobre 1996 : entre 9 300 et 9 600 ans

Der Spiegel, juillet 1997 : 9 500 ans

Armand Minthorn, leader religieux des Umatillas, 1996 : autour de 9 000 ans

James C. Chatters, dans les nombreuses entrevues qu'il a accordées aux médias, parle toujours de 9 200 ans.



L'anthropologue américain
James C. Chatters

gine eurasiennne, un peu comme les Aïnous, ces intrigants premiers habitants du Japon, qui ressemblaient plus à des Européens qu'à des Asiatiques. En fait, bien des hypothèses sont possibles. Même les plus discutables : on a évoqué la possibilité qu'il s'agisse de Solutréens, des humains originaires d'Europe, qui auraient rejoint l'Amérique en passant par un pont de glace entre la Norvège et Terre-Neuve.

Qu'est-il advenu d'eux par la suite ? Ils ont peut-être été emportés par un virus ravageur, éliminés par les populations qui les ont suivis ou celles qui les ont précédés, ou encore ils se sont métissés, effaçant ainsi progressivement leurs « différences ». Qui sait ?

Crédibles ou pas, ces théories intriguent suffisamment les chercheurs pour qu'ils souhaitent étudier les rares spécimens à leur disposition. Or, tout indique qu'ils auront de plus en plus de difficultés à le faire. Un exemple : après une longue querelle juridique, les restes d'une femme de 10 600 ans, découverte en 1991, en Idaho, se trouvent maintenant 6 pieds sous terre. Une momie de 9 500 ans du Nevada pourrait la suivre bientôt. De plus, les musées sont maintenant tenus de restituer aux bandes amérindiennes, dès qu'on leur en fait la demande, les très nombreux ossements en leur possession (à lui seul, le Smithsonian Institute posséderait plus de 15 000 squelettes d'Amérindiens !).

En fait, un peu partout aux États-Unis mais également au Canada, les autochtones réclament maintenant ce qu'ils estiment leur appartenir : les dépouilles de leurs ancêtres, qu'ils soient âgés de 100 ans ou de 10 000 ans.

Norman Clermont ne s'étonne pas de la réaction des groupes autochtones. « Que diriez-vous si un archéologue rentrait avec ses grosses bottes sales et sa pelle dans le cimetière où sont enterrés vos arrière-grands-parents sans vous demander la permission d'aller fouiller ? »

Pendant longtemps, dit-il, ce sont les scientifiques qui ont fait la pluie et le beau temps; aujourd'hui, les rôles sont inversés. À un point tel que, dans bien des cas, on évite simplement les sites où se trouvent des cimetières amérindiens. « On a appris à faire attention et à user de plus de diplomatie. » Il s'inquiète quand même de voir la pression augmenter sur les musées et les chercheurs. « Au Canada, les collections commencent aussi à se dégarnir. »

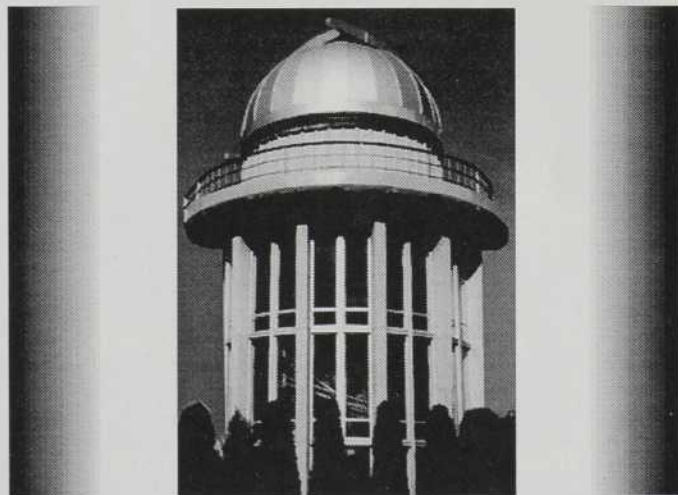
C'est pourquoi la dispute juridique entourant l'homme de

Kennewick a pris une telle importance. Elle servira vraisemblablement de balise pour les chercheurs : si on permet que le squelette soit inhumé à nouveau, les archéologues américains croient que leur travail pourrait être sérieusement entravé. Parallèlement, le NAGPRA fait l'objet de discussions devant le Sénat américain où on tente de dissiper plusieurs zones d'ombre, notamment en ce qui concerne la propriété des très vieux ossements.

En janvier dernier cependant, après plusieurs refus, les Umattillas ont permis à James C. Chatters et à une équipe de chercheurs d'effectuer pendant quelques jours des fouilles supplémentaires sur les rives de la Columbia. Un signe de réchauffement des rapports entre les deux groupes ?

À plusieurs reprises, Chatters a insisté sur le fait qu'il ne s'agit pas de déterminer si l'homme de Kennewick est un Blanc ou pas, mais simplement d'en apprendre plus sur l'histoire du peuplement de l'Amérique. « On ne pourra jamais savoir s'il est vraiment l'ancêtre de quelqu'un, a-t-il écrit dans le *Newsletter of the American Anthropologist*, une revue spécialisée. En fait, étant donné son âge, il pourrait aussi bien être l'aïeul de nous tous comme celui de personne. » ●

L'UQTR, c'est AUSSI une présence diversifiée et originale aux ÉTUDES AVANCÉES



38 PROGRAMMES DONT 9 DOCTORATS
et 6 nouveaux programmes

DOCTORAT

✓ *Administration* (conjoint avec U de Sherbrooke)

PROGRAMMES COURTS DE 2^E CYCLE

✓ *Finance*

✓ *Sciences comptables*

DIPLÔMES D'ÉTUDES SUPÉRIEURES SPÉCIALISÉES

✓ *Finance*

✓ *Relations de travail*

MAÎTRISE


✓ *Mathématiques et informatique appliquées*

Renseignements

Courrier électronique: Bureau_registratre@uqtr.quebec.ca
Internet: <http://www.uqtr.quebec.ca> Téléphone: (819) 376-5045



Université du Québec à Trois-Rivières



*Malheureusement,
on ne meurt pas toujours
d'une crise cardiaque.*

*Mais on vit toujours dans
la crainte de la suivante.*

Mourir d'une maladie cardiaque n'est pas ce qu'il y a de plus pénible.

Y survivre est une autre histoire. Certains restent paralysés, d'autres souffrent de dommages irréversibles au cerveau. Tous vivent dans la peur. Depuis 1955, nous avons réduit de moitié le taux de décès dus aux maladies cardiovasculaires et aux accidents vasculaires cérébraux.

Si seulement nous pouvions réduire d'autant la peur.

1-800-567-8563 ou (514) 871-1551



Donnez. Nous n'avons fait que la moitié du chemin.

Cimetière de puces



Photos : Maurice Boudreau/Métallurgie Noranda

À la ferraille !

Notre collaborateur, qui a une dent contre les ordinateurs, a assisté avec un plaisir à peine dissimulé à une séance de récupération du matériel informatique. Édifiant.

par Jean Benoît Nadeau



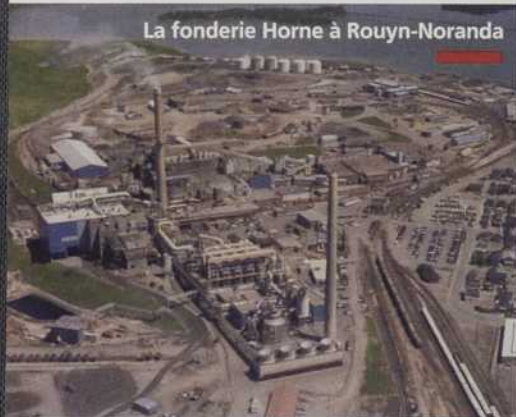
Il y a quelque chose de sidérant à voir une pelletée de vieilles imprimantes WEST-JET passer dans le broyeur. C'est pourtant un spectacle quotidien au centre de récupération de Métallurgie Noranda, à Rouyn-Noranda. Les appareils qui attendent craintivement leur tour n'ont pas plus fière allure que le tas de minerai qu'ils iront bientôt rejoindre. Ce qui les attend : la torture, la crémation et la chaise électrique ! Ah ! Ah ! Ah ! Pour tout frustré de l'informatique, le plaisir tient presque du sadisme...

Tout « ordinosaur » qui dérape dans le virage informatique ou sur l'autoroute de l'information risque de subir le même sort : finir à la Fonderie Horne de la compagnie Métallurgie Noranda, une gigantesque usine, véritable colline de tôle, de tuyaux et de réacteurs dominée par deux énormes cheminées. La Fonderie Horne

produit 200 000 tonnes de cuivre par année à partir de 800 000 tonnes de matière première, dont près de 100 000 tonnes de matériaux recyclés. Elle dévore aussi bien les fils électriques, les tuyaux de plomberie et les pièces d'autos que les scories de cheminées et les pesos mexicains. La matière brute arrive de partout, des États-Unis comme d'Asie, par train et par camion, en palettes, en barils ou en sacs.

Les industriels américains ont tout intérêt à récupérer ces matériaux. Aux États-Unis, ces rebuts sont classés matière dangereuse, notamment en raison du plomb qu'ils contiennent. Or, l'enfouissement coûte 400 dollars la tonne tandis que leur transport au fond des bois, quelque part entre Ottawa et la baie James, est moitié moins cher. Ce montant est même en partie remboursé puisque Noranda remet une ristourne au client en fonction de la teneur

La fonderie Horne à Rouyn-Noranda



en cuivre et en métaux précieux de ses rebuts et restes informatiques. Bien sûr, il y a un peu moins d'or depuis que la silice sert de conducteur, mais il y a suffisamment de métaux pour justifier le mauvais quart d'heure qu'on fait subir aux ordinateurs.

L'étape qui précède le châtement, c'est l'échantillonnage. Noranda prélève toujours un double échantillon, au cas où le client contesterait le résultat. On établit ainsi la teneur en métaux, et donc la ristourne qui sera versée au client. Mais cette teneur varie grandement. Par exemple, le concentré de cuivre qui arrive des 5 continents a une teneur en cuivre de 24 % et

comprend environ 1 % de métaux précieux. La teneur en métaux précieux du matériel informatique est deux fois plus importante parce que l'or et l'argent, d'excellents conducteurs, établissent de meilleures connexions aux points de soudure. Noranda, qui reluke le matériel électronique militaire de haute qualité, a d'ailleurs fait ses choux gras du désarmement de l'après-guerre froide.

Les échantillons contenant des matériaux toxiques, interdits ou radioactifs sont rejetés, tout comme les douilles d'armes à feu de plus de 9 mm. L'électronique — vieux ordinateurs, circuits imprimés, radios et appareils photo — constitue une part de plus en plus importante des produits recyclés. C'est ce qui explique que Noranda a établi un deuxième laboratoire d'échantillonnage à San José, dans Silicon Valley.

Étape suivante : le tri. Les petits lots sont consolidés pour être traités en bloc quand il y en a suffisamment. Certains matériaux sont évidemment plus faciles à recycler. Par exemple, une pile de tuyaux de cuivre ou un plein baril de rognures de cuivre provenant d'une fraiseuse industrielle iront se mêler au magma, très en aval de la chaîne de raffinage. Ce n'est pas le cas des plaques de circuits imprimés, véritables sandwiches entremêlés, qui subiront toutes les étapes de torture qu'elles méritent.

L'étape du broyage et du déchetage est de loin la plus amusante. Noranda fait un malheur auprès de l'industrie électronique depuis qu'elle a mis au point un broyeur spécial pouvant disposer aisément des plaques de circuits imprimés. En effet, ce genre de matériaux, très rigide, avait le défaut de présenter peu de prise et de flotter sur les anciens broyeurs rotatifs à tambour. Le nouveau broyeur en dispose en peu de temps si le grutier n'en met pas une trop grosse cuillerée à la fois. Sachons doser !

Il est tout à fait malheureux que les ordinateurs ne soient pas précipités en entier dans le magma en fusion pour le plus



Université de Montréal

DIPLÔME D'ÉTUDES SUPÉRIEURES SPÉCIALISÉES (D.E.S.S.) EN TOXICOLOGIE

Orientations : Toxicologie générale ou Analyse du risque

PROGRAMME D'ÉTUDES DE 2^e CYCLE À TEMPS PARTIEL

Ce programme interdisciplinaire de 30 crédits est offert, selon une formule souple et accessible, par la **Faculté des études supérieures** et couvre les domaines de la toxicologie industrielle, environnementale, agro-alimentaire et des médicaments.

Préalables

Détenir un diplôme de 1^{er} cycle, soit en biologie, en chimie, en biochimie ou en sciences de la santé et posséder une expérience pertinente et suffisante dans un domaine connexe.

Date limite pour présenter une demande d'admission :

15 mai 1998

Renseignements

Michéline Dessureault
Département de médecine du travail
et d'hygiène du milieu
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale Centre-ville
Montréal (Québec), H3C 3J7
Téléphone : (514) 343-2280
Télécopieur : (514) 343-6668

(0843)

Comme les vieux pesos mexicains, les ordinateurs déclassés finissent en magma. Une fin spectaculaire.





grand délice de la presse. Tout cela est broyé en morceaux de plus en plus petits et tamisé à plusieurs reprises, jusqu'à ressembler au concentré de cuivre qui arrive habituellement par wagon. Les morceaux qui survivent au premier broyage vont y repasser. Le procédé est féroce, et finalement assez peu photogénique.

La crémation suit. Le gros du matériau décheté sera mêlé au concentré de cuivre et placé dans le réacteur, le cœur de la fonderie, un immense cylindre qui contient 300 tonnes de magma à 1 300 °C, où la réaction est activée par des injections d'air enrichi d'oxygène.

À l'intérieur, les matériaux se séparent par un procédé bêtement physique. Le magma de scories, qui se compose de silice et d'oxyde de n'importe quoi, beaucoup moins dense, flotte sur le dessus. La « matre », constituée de cuivre et de fer sulfureux, se dépose au fond. Il suffit de vidanger pour extraire la matre et d'écumer pour se débarrasser des scories (en inclinant un peu le réacteur pour les déverser). Les scories seront recyclées si leur teneur en cuivre est élevée; sinon, elles seront envoyées au parc de résidus miniers — c'est le cimetière de votre boîtier d'ordinateur.

La matre de cuivre et de fer, pure à 73 %, prend le chemin des convertisseurs et des fours à anodes, des réacteurs semblables au premier, mais plus petits. Cette étape du raffinage, beaucoup plus subtile, est un jeu complexe de transvasements qui amène le cuivre à une teneur de 99,1 %. C'est à cette étape que le matériau recyclé à très haute teneur en cuivre, comme la pile de tuyaux de cuivre, sera introduit dans la chaîne de production et jeté dans le magma.

Le châtement ne s'arrête pas là : après la crémation, c'est la chaise électrique, car on extrait les métaux précieux par électrolyse. La Fonderie Horne produit, en bout de ligne, des anodes de 290 kilos. Ces plaques munies de crochets prennent le chemin de l'affinerie CCR de Montréal pour subir une électrolyse dans une solution d'acide sulfurique et de sulfate de cuivre.

Au terme de la réaction, qui dure 10 jours, le cuivre pur se dépose sur la cathode tandis que l'arsenic, le nickel et le bismuth restent en solution. Au fond des cuves repose une boue noble — or, argent, platine, palladium, sélénium, tellure. Par électrolyse, on en séparera l'argent pour en faire des lingots de 1 000 onces. Puis, encore une fois par électrolyse, l'or sera extrait du résidu.

Nous sommes donc au terme de cette excellente thérapie pour rustrés de l'informatique. Ordinateur, tu étais poussière et tu es retourné poussière. Poussière d'or, c'est juste, mais poussière quand même ! ●

CyberSciences

Le premier service d'information scientifique et technique en français sur Internet.

- Les nouvelles quotidiennes
- Les événements
- Les grands dossiers
- La foire aux questions
- Québec Science en condensé
- La sélection de sites
- La banque d'emplois

www.cybersciences.com

le site Internet à visiter chaque jour pour s'informer et se documenter sur les technologies de l'information, l'espace, les biotechnologies, etc.

Les partenaires de CyberSciences :

Microsoft
Mlink
Prosyst
Intellia

CyberSciences est réalisé avec le support du Fonds de l'autoroute de l'information du gouvernement du Québec

CYBERSCIENCES La science et la technologie pour tous

Il y en a partout

Tourbillons

Comment ils se forment

Les tourbillons sont parfois spectaculaires — grand remous marins, tornades —, mais habituellement plutôt discrets — simples tourbillons de feuilles ou de flocons dans l'espace. En fait, des délicates volutes engendrées par les battements d'ailes d'un papillon jusqu'aux puissants tourbillons des avions de ligne, notre environnement est peuplé de ces phénomènes qui ont un effet déterminant sur plusieurs de nos activités quotidiennes. Voici quelques clés pour mieux les comprendre.

par Régent Bouchard, Claudette Gagné et Paul Lavallée¹

La mécanique de la rotation

La formation des tourbillons est principalement causée par la friction qui apparaît au sein d'un fluide, gaz ou liquide, lorsqu'il est soumis à un gradient de vitesse, c'est-à-dire quand la vitesse varie entre deux points de ce fluide. À la source de ces gradients de vitesse : la présence d'un obstacle immobile dans un fluide en mouvement (un édifice soumis à un vent, par exemple) ou d'un obstacle mobile dans un fluide au repos (un skieur sur une pente ou un avion en vol). Lorsque le gradient de vitesse est suffisamment élevé — il suffit de quelques centimètres par seconde dans l'air ou dans l'eau —, la friction fait dévier la direction de l'écoulement du fluide.

Si la source du gradient de vitesse est maintenue (si le skieur continue de descendre), cette déviation s'accroît jusqu'à ce que le fluide s'enroule sur lui-même, formant un tourbillon. C'est donc la friction, manifestation de la viscosité, qui engendre les tourbillons. Tant qu'il existe un gradient de vitesse suffisant, le tourbillon persiste. Lorsque le gradient disparaît, le tourbillon fait de même.

La friction dont il est question ici est en réalité la diffusion de la quantité de mouvement dans les couches voisines du fluide. Le tourbillon ne peut demeurer stable que si deux forces de même grandeur et opposées

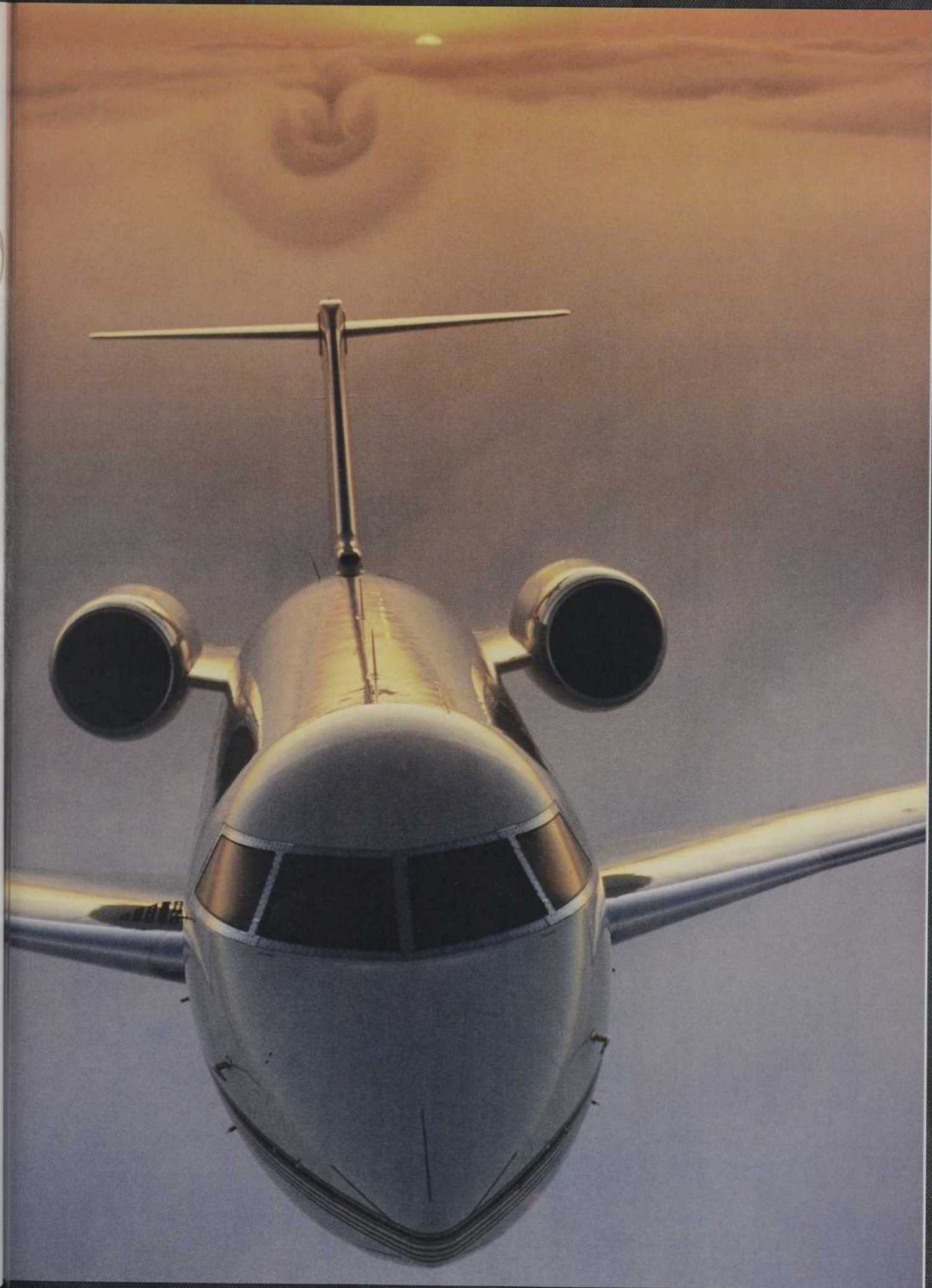
sont présentes : la force centrifuge, qui tend à éloigner le fluide hors du centre de façon radiale, et une autre force qui force le fluide de l'extérieur vers le centre. Pour un remous dans l'eau, c'est la force gravitationnelle causant le trou au centre du remous qui attire le fluide vers l'intérieur. Pour un tourbillon dans l'air, tourbillon de neige ou tornade, c'est la dépression centrale qui attire l'air ambiant vers le centre.

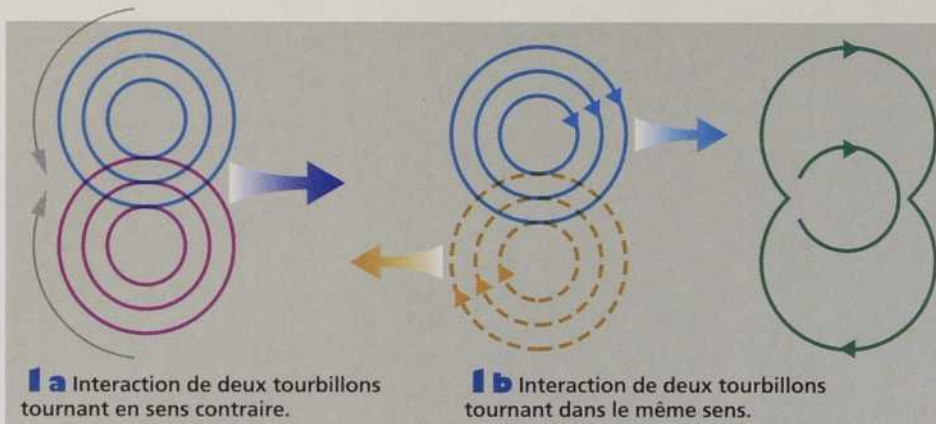
Les différents types de tourbillons

Le déplacement lent de la cuillère dans la tasse de café génère une paire de tourbillons très visible. Par les froids matins d'hiver, la condensation de la vapeur d'eau permet de voir les tourbillons derrière l'automobile et dans les rejets des cheminées des industries. Les tourbillons sont aussi présents derrière le canot et la chaloupe, particulièrement lorsque ces derniers avancent à faible vitesse, et chaque action de la rame en crée une nouvelle paire. Les photos satellitaires montrent des tourbillons de très grand diamètre (de l'ordre de 1 000 km) dans l'atmosphère et dans les océans. Les tornades en sont des exemples frappants. À certains égards, on peut aussi considérer les galaxies comme des tourbillons. Les étoiles y jouent le même rôle que les molécules de nos tourbillons terrestres.

¹ Régent Bouchard est diplômé en physique tandis que Claudette Gagné est diplômée en physique et en géologie. Ils enseignent à l'école secondaire Marie-Anne à Montréal. Paul Lavallée est directeur du département de physique de l'Université du Québec à Montréal.

S
nt





NASA

125
ans

**d'avant-garde
scientifique
et technologique**

**ÉCOLE
POLYTECHNIQUE
MONTREAL**
www.polymtl.ca

Bien que tous ces tourbillons se ressemblent, il faut distinguer le tourbillon à deux dimensions, ou plat, de celui à trois dimensions. Le premier est en fait une création de l'esprit et n'existe pas dans la nature, mais de nombreux tourbillons, dont l'épaisseur est beaucoup plus faible que le diamètre, agissent comme s'ils étaient plats. Un système météorologique de 1 000 km de diamètre a une épaisseur d'environ 10 km; il est donc 100 fois plus mince que large. Une galaxie et une nébuleuse spirale ont aussi une épaisseur beaucoup plus faible que leur diamètre.

2 Une tornade est un tourbillon tridimensionnel.



NOAA

L'interaction de tourbillons dont le diamètre est constant en fonction de la troisième dimension peut aussi être considérée à plusieurs égards comme la rencontre de tourbillons plats. C'est le cas, par exemple, des tourbillons créés par la cuillère dans le café ou par la rame dans l'eau. Par contre, l'anneau de fumée est indéniablement tridimensionnel. La distinction entre tourbillons bidimensionnels et tridimensionnels est fondamentale, car les premiers et les seconds n'interagissent pas du tout de la même façon.

Comme les tourbillons sont des systèmes en rotation, la rencontre ou la proximité de tels systèmes modifie l'évolution de chacun. Les interactions les plus simples de tourbillons à deux dimensions résultent dans la formation d'une paire qui se propage en ligne droite si les deux tourbillons tournent en sens contraire (figure 1a). Si les deux tourbillons tournent initialement



3 Un système dépressionnaire

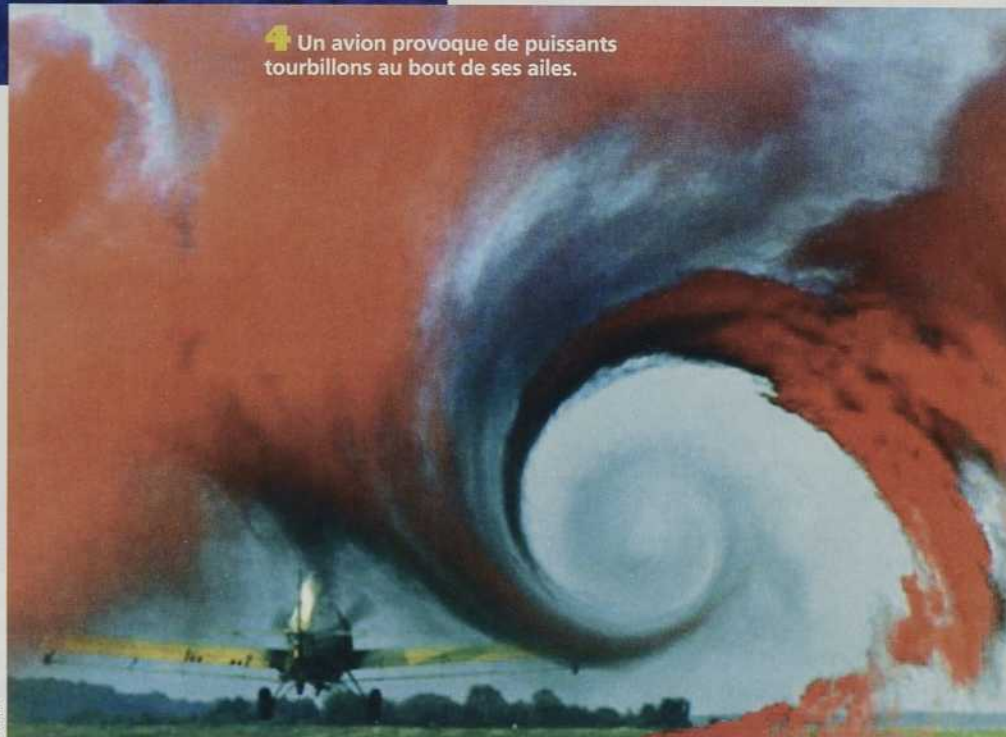
dans le même sens (*figure 1b*), il y a formation d'un système qui ressemble à une étoile double ou à une galaxie spirale, l'un et l'autre tournant autour d'un centre commun. Une rame en mouvement dans l'eau crée donc une paire de tourbillons qui se poussent l'un l'autre et se propagent en ligne droite. De la même façon, il se formera deux tourbillons derrière un obstacle fixe dans un fluide en mouvement.

Les tourbillons à trois dimensions ont des interactions beaucoup plus complexes puisqu'ils peuvent s'étirer dans l'axe perpendiculaire à leur diamètre, contrairement aux tourbillons à deux dimensions. La cause de cette complexité est la conservation du moment angulaire : la vitesse d'un tourbillon qui s'étire augmente pour que son moment angulaire demeure constant. Une tornade qui s'étire pour rejoindre le sol atteint des vitesses tangentielles de plusieurs centaines de kilomètres à l'heure (*figure 2*).

Pas bêtes les animaux !

Les tourbillons affectent aussi les animaux. Mais ces derniers ont mis au point d'astucieuses solutions pour contrecarrer les problèmes liés à ce phénomène.

Depuis plusieurs décennies, les scientifiques étaient intrigués par l'étonnante efficacité de certains poissons et mammifères marins : par exemple, on s'est aperçu que les dauphins se déplacent à des vitesses qui exigeraient, en théorie, une puissance motrice jusqu'à six fois plus grande que celle qu'ils possèdent. Or, il semble que ces animaux peuvent détecter la présence des tourbillons qu'ils génèrent et, par un mouvement de leur corps, générer des tourbillons de signe contraire qui annulent les premiers. Leur mode de propulsion atteint ainsi une rare efficacité.



4 Un avion provoque de puissants tourbillons au bout de ses ailes.

Les tourbillons au quotidien

Les effets des tourbillons sur nos activités de tous les jours sont nombreux. Et ils ne se limitent pas aux systèmes présentés à la météo où l'on nous montre souvent des tourbillons géants couvrant une partie d'un continent (*figure 3*).

En fait, la formation de tourbillons entraîne une dépense d'énergie généralement néfaste pour les hommes et les animaux. Par exemple, le relâchement périodique des tourbillons derrière un panneau routier crée des différences de pression qui le feront osciller. Le phénomène se manifeste aussi sur de grandes structures architecturales. Ainsi, les différences de pression créées par les allées de tourbillons ont été responsables de la destruction de deux tours de refroidissement de plusieurs dizaines de mètres de hauteur à Ferrybridge, en Angleterre.

D'autre part, tout ce qui se déplace dans un fluide crée une force de traînée (due notamment à la formation de tourbillons) qui ralentit le mouvement. En minimisant la production de tourbillons, on diminue donc la traînée. C'est pourquoi, depuis la crise du pétrole des années 80, les fabricants d'automobiles ont fait des efforts considérables pour produire des véhicules qui génèrent moins de tourbillons. Même soucieux de minimiser les tourbillons créés par les sous-marins : en plus de ralentir leur course, les tourbillons permettent de détecter la présence de ces submersibles.

Et il est presque inutile de mentionner l'importance de diminuer les tourbillons en ski alpin et en cyclisme.

L'aéronautique doit aussi tenir compte des puissants tourbillons qui se forment aux extrémités des ailes d'un avion. Ils sont produits lorsque l'air sous l'aile, dont la pression est supérieure à celle qui règne au-dessus de l'aile, fuit du dessous vers le dessus, créant un fort tourbillon dans le sillage de l'avion (*figure 4*). Un tel tourbillon, issu d'un gros-porteur, peut faire chavirer un petit avion de tourisme qui croiserait son sillage de trop près. Les avionneries effectuent donc de nombreuses recherches pour créer une aile plus efficace qui, en générant moins de tourbillons, améliorerait l'efficacité de l'avion. Cela permettrait aussi de réduire le temps d'attente nécessaire pour que les tourbillons se dissipent entre deux décollages, un avantage indéniable pour les aéroports déjà très achalandés. ●

par Raynald Pepin

Un thermomètre ne fait pas le printemps

Comment le mercure et l'alcool nous disent la température.

Montera, montera pas ? À cette époque de l'année, on le scrute anxieusement, espérant qu'il annonce enfin l'arrivée d'un temps plus doux, du ski de printemps ou de la montée de la sève, dans les veines des arbres ou dans les nôtres... Qui ça ? Le mercure, bien sûr.

En fait, il est presque anachronique de parler de mercure : dans la plupart des thermomètres domestiques, le liquide de couleur rouge ou bleu n'est pas du mercure mais plutôt un alcool coloré, méthanol ou éthanol. Pour quelle raison ? « L'alcool coûte moins cher et, en cas de bris du thermomètre, il ne présente pas de risque pour la santé ou l'environnement, contrairement au mercure qui est toxique », explique Allan Steele, physicien du Groupe de thermométrie de l'Institut des étalons nationaux de mesure, à Ottawa.

Le fonctionnement des thermomètres ordinaires repose sur la dilatation ou la contraction d'un liquide en fonction de la température. Les atomes ou les molécules font un peu comme nous : quand il fait chaud, ils jouent des coudes afin de ne pas être collés sur leurs voisins.

Dans un thermomètre, un tube capillaire de faible diamètre (environ 0,1 mm) est connecté à un réservoir contenant le liquide. Quand la température augmente, une faible expansion du liquide le fait remonter dans le tube. « Le réservoir se dilate aussi, précise Allan Steele. Ce qui fait qu'un thermomètre fonctionne, c'est



Pierre-Paul Pariseau

que l'expansion du liquide est plus grande que celle du verre. »

Pourquoi retrouve-t-on du mercure dans les thermomètres de laboratoire ou dans les thermomètres médicaux ? Après tout, en plus de présenter un risque en cas de bris, le mercure est moins « efficace » : il se dilate environ cinq fois moins que l'alcool pour une même variation de température. « Cependant, le mercure, contrairement à l'alcool, se dilate de façon à peu près linéaire, justifie Allan Steele. C'est-à-dire qu'à deux températures différentes, quand la température augmente d'un degré, la colonne de mercure s'allonge de la même distance. Le thermomètre est donc plus précis. »

Dans certains thermomètres, on a fait le vide dans le capillaire. Mais, dans la majorité des cas, le tube contient un gaz, généralement de l'azote,

sous pression. Cette pression contribue à empêcher la colonne de liquide de se fractionner. Comment identifier ces thermomètres ? « Regardez au sommet du capillaire, conseille Allan Steele. S'il y a une chambre d'expansion en forme de bulle, le thermomètre contient un gaz. Cet espace permet de réduire l'augmentation de pression du gaz quand le liquide monte dans le tube. »

Pourquoi le mercure ne redescend-il pas tout seul dans un thermomètre médical ? C'est qu'au-dessus du réservoir un petit étranglement diminue le diamètre du capillaire. Quand le thermomètre est placé dans un milieu où la température est plus élevée que la température initiale, la pression augmente dans le réservoir, ce qui pousse le liquide à franchir l'étranglement. Quand le thermomètre est ensuite remis dans un milieu plus froid, la pression dans le capillaire n'est pas suffisante

pour que le liquide franchisse l'étranglement dans l'autre sens. Il faut lui donner un élan en secouant le thermomètre. Secouer est un euphémisme; disons plutôt qu'il faut se démantibuler le poignet !

Vous avez peut-être déjà remarqué que, selon la position d'où on observe le thermomètre, la largeur de la colonne de liquide semble varier; elle paraît à son maximum quand on se trouve directement devant le thermomètre. C'est un effet optique. La forme du tube de verre est conçue de façon que la colonne de liquide paraisse plus large, comme si on la regardait à travers une loupe.

Pour mesurer la température, les thermomètres médicaux électroniques utilisent une thermistance logée dans le bout. Constituée d'oxydes métalliques, une thermistance est semiconductrice. Or, la résistance électrique d'un semicon-

Vie extraterrestre des preuves à 3 000 mètres sous l'eau !



Le récit d'une biologiste québécoise en mission dans les eaux très profondes — 3 000 mètres — de l'océan Pacifique. Objectif : étudier les formes de vie extrêmes. Celles d'ici... et d'ailleurs.

par Josée Sarrazin

Faut-il réhabiliter le glutamate ?

Le fameux additif alimentaire a été étudié de long en large et de fond en comble. Est-il, oui ou non, aussi nocif pour la santé qu'on le prétend ? La réponse, curieusement, est loin d'être tranchée...

par Fabien Gruhier

La Terre et le Québec comme vous ne les avez jamais vus

Les satellites nous fournissent depuis quelques années une moisson de fabuleuses photos de la Terre. Nous vous proposons les meilleures images de cette galerie spatiale.

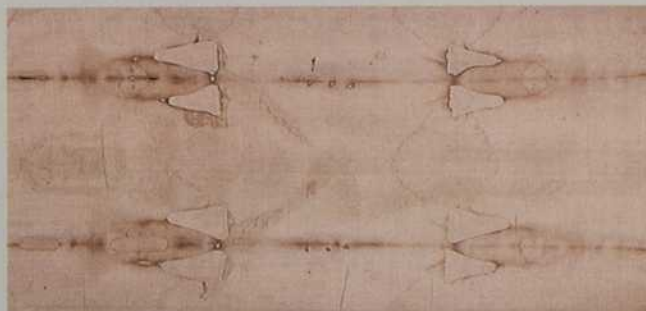
par Vincent Sicotte



Le saint suaire garde ses mystères

Quel est l'âge du saint suaire ? A-t-il réellement servi de linceul pour ensevelir le corps de Jésus ? Les dernières révélations des scientifiques sur une relique aussi sacrée que mythique.

par Johanne David



ducteur diminue de façon notable quand la température augmente. « Le semiconducteur est tout petit et logé dans une sonde métallique qui conduit bien la chaleur, explique Allan Steele. La mesure de température s'effectue donc plus rapidement qu'avec un thermomètre à liquide, qui nécessite le lent réchauffement du liquide. » Il suffit d'un microprocesseur peu coûteux et peu énergivore pour mesurer la résistance, calculer la température et contrôler l'affichage à cristaux liquides.

Le thermomètre numérique « traditionnel » apparaît déjà démodé face au thermomètre pyroélectrique, genre Braun ThermoScan. Si vous avez consulté un médecin récemment, vous avez probablement expérimenté cette petite merveille. On insère l'embout auriculaire dans l'oreille et, une seconde plus tard, on obtient la température. En fait, c'est surtout miraculeux avec les enfants : plus besoin d'immobiliser un enfant agité durant trois minutes en maintenant un fragile tube de verre dans l'anus !

Le cœur de l'appareil est un mince film de matériau pyroélectrique, comme le fluorure de polyvinylidène. Ce matériau a la propriété de générer une charge électrique, donc une tension, quand sa température change.

Et sa température change parce que l'oreille interne, comme toutes les parties exté-

rieures du corps humain, émet un rayonnement infrarouge. L'embout auriculaire canalise ce rayonnement jusqu'au film pyroélectrique, qui l'absorbe et se réchauffe. Une thermistance mesure la tension générée par l'écart entre la température ambiante dans l'appareil et celle de l'oreille. Un microprocesseur analyse ensuite toutes les données et calcule la température interne de l'oreille. Tout se fait en moins d'une seconde, et avec une précision de 0,1 °C !

Pourquoi dans l'oreille, peut-on se demander, et pas ailleurs ? Parce que l'oreille interne occupe une position stratégique : elle se trouve près de l'hypothalamus, la partie du cerveau qui contrôle la température du corps, et près des artères carotides qui apportent le sang au cerveau.

Terminons par une bonne colle : qu'est-ce que la température ? La réponse n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire. On peut dire que la température reflète nos sensations de chaud et de froid, mais ce n'est ni précis, ni objectif. On peut aussi dire que la température est... ce que l'on mesure avec un thermomètre ! La vraie définition, je l'ai apprise dans un cours de physique il y a 20 ans : à une constante près, la température est l'inverse de la dérivée de l'entropie en fonction de l'énergie.

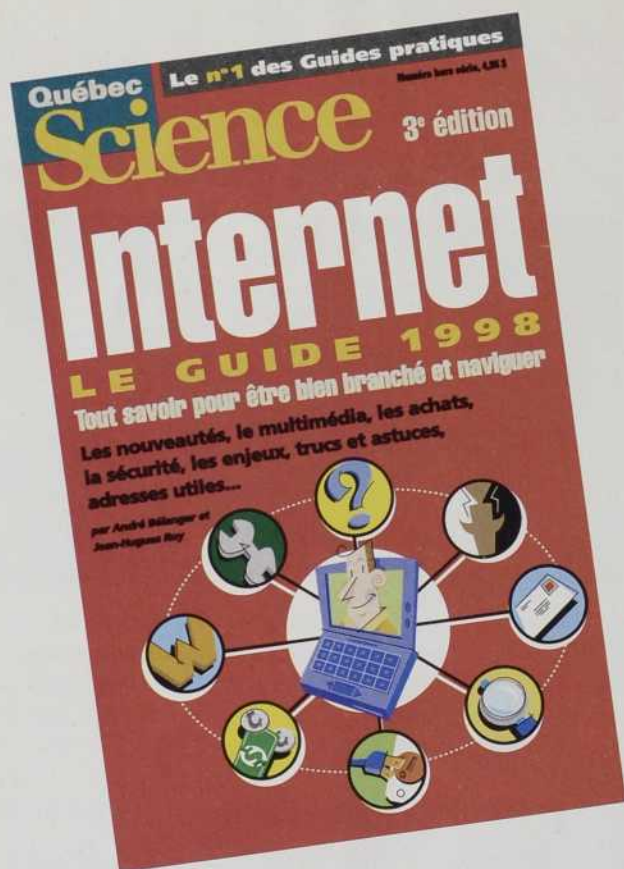
Je n'y comprends plus rien, mais ça ne me fait ni chaud ni froid. ●

La question du mois

Où faut-il placer un thermomètre extérieur ?

Réponse

À l'extérieur, bien sûr... En fait, le thermomètre devrait se trouver à l'ombre, sinon le soleil peut fausser la lecture de plusieurs degrés. Le thermomètre peut aussi absorber le rayonnement infrarouge se dégageant de la maison ou de la brique chauffée par le soleil. Le meilleur moyen d'éviter ces problèmes, c'est d'avoir deux thermomètres placés sur les côtés opposés de la maison et d'utiliser celui situé à l'ombre... et exposé au vent !



Internet

Le guide pratique

ÉDITION 1998

**Les plus récents développements,
le multimédia, les achats sur le Web**

**Internet et les enfants,
les logiciels de blocage**

**Trucs et astuces, comment désactiver
les cookies, gérer les signets**

Sécurité et enjeux sociaux

**En vente en kiosque
et en librairie (4,95 \$)**

Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

Jeu n° 39 **Couples en série**

- Que vaut x dans chacune des séries suivantes ?
- a) (9, 37); (13, 53); (18, 73); (24, x)
b) (5, 23); (8, 62); (15, 223); (26, x)



Jeu n° 40 **Fraction recherchée**

■ Trouvez une fraction, comprise entre 0 et 1, qui remplit les conditions énoncées ci-dessous.

1. Le numérateur a 4 chiffres.
2. Le dénominateur a 5 chiffres.
3. Les chiffres de 1 à 9 ne sont utilisés qu'une seule fois chacun.
4. Les deux termes sont des multiples de 9.
5. La fraction est équivalente à un tiers.

La solution est-elle unique ?

Solutions de février

Jeu n° 37 **Mastermind numérique**

- a) 8 654 b) 97 648

Jeu n° 38 **Exposé et exposant**

$$\begin{aligned} (2^{1998}) \times 4 &= (2^{1998}) \times 2^2 \\ &= 2^{1998+2} \\ &= 2^{2000} \end{aligned}$$

Les deux nombres sont identiques.

Niveaux de difficulté

- : débutant ■ : intermédiaire ◆ : expert

Abonnez-vous à Québec Science et profitez d'une offre incroyable !

Pour un temps limité

Avec l'abonnement de 1, 2 et 3 ans, obtenez le cédérom d'astronomie Kepler

- tout pour comprendre le ciel
- un guide d'utilisation intégré
- des exercices pratiques
- facile d'accès
- compatible IBM

Aussi, sur le même cédérom, le logiciel Photographe

- pour mieux comprendre les mécanismes de votre caméra et réussir vos photos
- pour les amateurs, débutants ou avancés
- compatible Macintosh

Pour seulement

4.95 \$

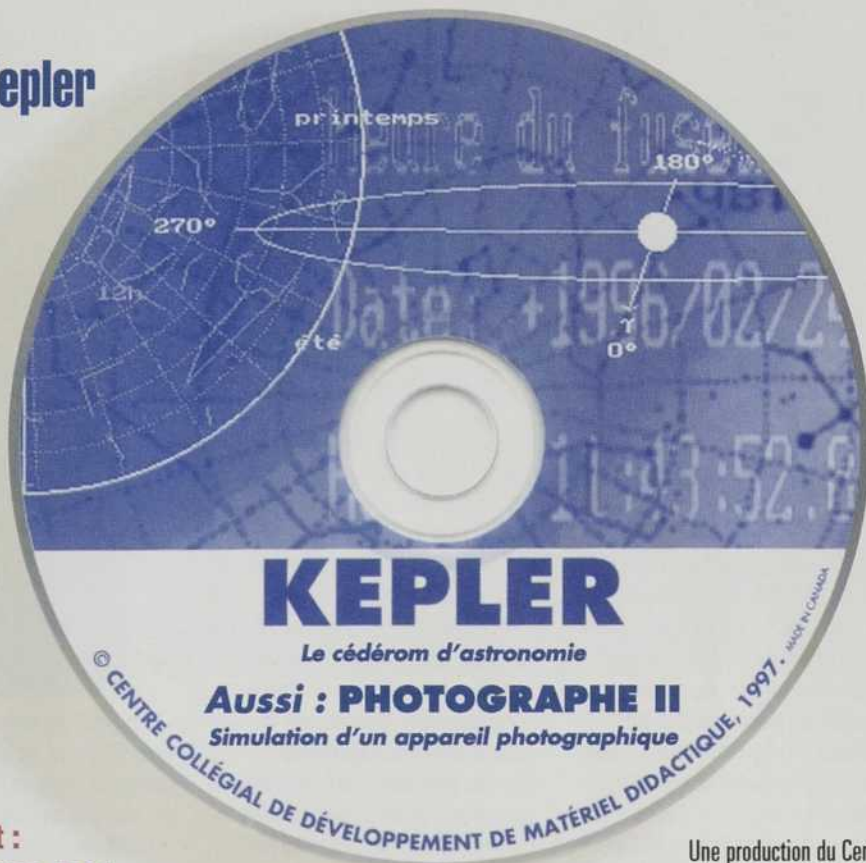
Taxes et frais d'envoi inclus



Commandez dès maintenant :

Région de Montréal : (514) 875-4444

Partout au Québec : 1 800 667-4444



Une production du Centre collégial de développement de matériel didacticiel

Détachez et expédiez au Service des abonnements de Québec Science, 525, rue Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7

Oui! Je désire m'abonner à Québec Science et recevoir mon cédérom Astronomie-Photographie

- 1 an** (10 n^{os}) 37,60 \$ + 4,95 \$ = 42,55 \$ TTC
- 2 ans** (20 n^{os}) 64,95 \$ + 4,95 \$ = 69,90 \$ TTC
- 3 ans** (30 n^{os}) 89,91 \$ + 4,95 \$ = 94,86 \$ TTC

Tarifs valables au Canada seulement. Allouez 6 semaines pour l'expédition.

PAIEMENT CI-JOINT

- CHÈQUE VISA MASTER CARD
à l'ordre de Québec Science

NOM

ADRESSE

VILLE CODE POSTAL

ÉLÉPHONE PROFESSION

N° DE CARTE

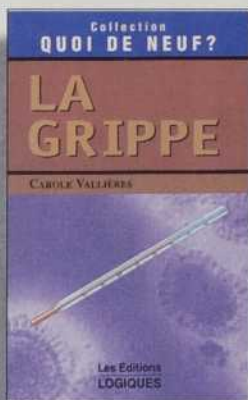
EXPIRATION

SIGNATURE

FACTUREZ-MOI

Des maladies fort étranges

Étrange maladie, la grippe ? Pour la plupart d'entre nous, elle se traduira, au pire, par sept jours de toux, de fièvre et de courbatures et, au mieux... par une semaine de malaises.



de ce virus changeant et tenace (il peut survivre 60 minutes sur une poignée de porte) en passant par l'histoire des épidémies mondiales, la journaliste dresse un portrait et un bilan étonnants de cette maladie encore très mal connue des scientifi-

ques. Un regard alarmiste peut-être, mais très éclairant.

Pourtant, dans son livre, Carole Vallières nous met en garde : la véritable grippe, ou influenza (pas le rhume, avec lequel on la confond souvent), peut tuer, et ce, à grande échelle. L'épidémie de grippe espagnole de 1918-1919 aurait causé la mort de 20 à 40 millions de personnes. Et, chaque année, de nouvelles souches sont responsables de nombreux décès : 2 000 au Canada, 20 000 aux États-Unis, 7 000 en Angleterre et 4 000 en France.

De la destruction de grands mythes (le froid n'a rien à voir avec la grippe) à la description

L'insomnie et les troubles du sommeil sont tout aussi mystérieux que la grippe. Par exemple, saviez-vous qu'une personne sur cinq pourrait être qualifiée d'insomniaque ? Que deux fois plus de femmes que d'hommes font des cauchemars ? Que les somnambules ont quatre fois plus d'accidents de voiture ? Qu'une personne sur trois hallucine avant de s'endormir et qu'elle se voit, le plus souvent, tomber dans un abîme ?

Ces données, tirées du livre

Dis-moi comment tu dors, proviennent d'une vaste enquête épidémiologique, réalisée auprès de 12 000 personnes, en France, au Québec et en Grande-Bretagne et dirigée par le psychiatre Maurice Ohayon, professeur au Centre de recherche Philippe Pinel de Montréal.



En plus de présenter une foule de statistiques surprenantes sur les troubles du sommeil, l'enquête est originale à plus d'un titre. D'une part, parce qu'elle s'intéresse aux caractéristiques du sommeil de la population en général (on ne possédait jusqu'à maintenant que des renseignements sur des cas cliniques). D'autre part, parce qu'elle est basée sur la perception même des dormeurs et non sur des indicateurs « officiels » de l'insomnie. Résultat : un sujet sur cinq, insatisfait de la qualité de son sommeil est donc insomniaque, mais, parmi ces insomniaques, une personne sur trois ne présente aucun symptôme reconnu d'insomnie. Faudra-t-il revoir la définition de l'insomnie ?

Sur un ton complètement différent, qui s'apparente à celui du journal de voyage, le neurologue Oliver Sacks nous présente deux maladies vraiment bizarres : l'achromatopsie, une incapacité à percevoir les couleurs, et le *lytico-bodig*, une sorte de paralysie qui conjugue les symptômes de la sclérose latérale amyotrophique et ceux de la maladie de Parkinson. Plus bizarre encore, ces problèmes frappent une proportion anormalement élevée d'insulaires de la Micronésie.

C'est donc dans un décor paradisiaque, qui permet à l'auteur de donner libre cours à son penchant pour les sciences naturelles, qu'Oliver Sacks traque les causes de ces affec-



tions. Au fil de ses rencontres avec des victimes, il nous sensibilise aussi à la façon dont se vivent au quotidien ces maladies fort étranges. Car, pour Sacks, l'étrange n'est pas l'anormal :

il révèle plutôt une façon inédite d'être humain.

Natalie Boulanger

À l'agenda

Au Biodôme de Montréal, (514) 872-3056

Sauvetage en Amazonie

Le combat d'un biologiste, Robert Davidson, pour conserver la diversité biologique de la plus grande forêt du monde. Le mercredi 18 mars 1998. Frais d'entrée.

Au Planétarium de Montréal, (514) 872-3612

Les trous noirs

Un nouveau spectacle qui porte sur un phénomène cosmique assez troublant : un coin d'espace qui avale tout, même la lumière.

Au Musée de la civilisation de Québec, (418) 643-2158

Les chasseurs du ciel

La vie des oiseaux de proie exposée au grand jour.

Pour annoncer des événements scientifiques d'intérêt général, faites parvenir vos communiqués de presse à Québec Science (rubrique « À l'agenda »), 3430, rue Saint-Denis, Montréal (Québec) H2X 3L3. La rédaction se réserve le droit de sélectionner les événements à mettre à l'agenda.

Vive les fourmis !



Qui sommes-nous ? Où allons-nous ? D'où venons-nous ? Pour répondre à ces questions, Bernard Werber a scruté le monde des fourmis pendant 12 ans. Le jeune romancier français a aussi plongé dans les textes sacrés, interrogé les connaissances sur la mort et étudié la paléontologie.

Journaliste scientifique au *Nouvel Observateur* pendant six ans, il s'est converti à la science-fiction et a publié chez Albin Michel une trilogie sur les fourmis (*Les fourmis*, *L'our des fourmis* et *Le livre secret des fourmis*), *Les Thanatonautes* et *Le livre du voyage*.

Québec Science : Vous avez délaissé le journalisme scientifique au profit du roman de science-fiction. Pourquoi ce glissement d'un genre à l'autre ?

Bernard Werber : Parce que ça ne permet de mieux vulgariser ces sujets sur lesquels je travaille. Quand j'étais journaliste scientifique, je voulais écrire simplement, pour que le lecteur se sente intelligent et non



Manfred Kage/Science Photo Library/Publishphoto

qu'il se dise : « Quel savant, ce journaliste ! » Mais je souffrais du côté éphémère du reportage scientifique. J'ai étudié la vie des fourmis pendant 12 ans, jusqu'en Afrique : transmettre ce que j'ai appris est devenu une obsession ! J'ai opté pour le roman, parce qu'avec ce type

d'écrit les gens apprennent sans s'en rendre compte. Tous les lecteurs des *Fourmis* savent maintenant ce qu'est une phéromone ! Dans un roman, vous pouvez développer un sujet et captiver le lecteur pendant des heures. Avec *Les Fourmis*, j'ai fait passer un message : il y a un monde passionnant sous nos pieds.

Q.S. : N'y a-t-il pas danger de confusion à mêler science et fiction ?

B.W. : La science-fiction est un genre méprisé, malgré le succès de Jules Verne. On considère qu'il s'agit d'une littérature facile, d'une littérature pour les jeunes. Mais le roman de science-fiction exige un grand travail de vulgarisation. Dans *Les Fourmis*, par exemple, l'essentiel du travail ne consistait pas à se documenter, mais à faire passer la science dans l'intrigue. J'ai opté pour la structure de la cathédrale

d'Amiens, une forme parfaite mais cachée.

Quand un scientifique écrit un essai, on ne se pose pas de question, on lui donne carte blanche : s'il l'a écrit, ça doit être vrai ! En optant pour le roman scientifique, je suis sûr que les lecteurs vont se demander : est-ce vraiment comme ça le monde des fourmis ? Les plus curieux vont aller voir.

Dans *Les Thanatonautes*, par exemple, je parle de techniques pour faire entrer quelqu'un dans le coma, pour ralentir le rythme cardiaque. Des recherches sont vraiment effectuées sur ce sujet. J'ai aussi puisé dans les livres des morts égyptien et tibétain.

Q.S. : Ce sont pourtant des livres spirituels, de croyances ; il ne s'agit pas d'ouvrages scientifiques...

B.W. : Je suis un journaliste scientifique : le mot croire ne me convient pas. Je suis



agnostique, c'est-à-dire que je ne sais pas, j'essaie de combler mon ignorance. Mais, comme les scientifiques, je peux partir d'hypothèses. Le Big Bang est une hypothèse de travail.

Alors, disons que Dieu est une hypothèse qui n'a pas été vérifiée, mais qui pourrait expliquer, par exemple, le Big Bang et l'apparition de l'homme (le sujet de mon prochain roman). Dans *Les Thanatonautes*, je suis parti de l'hypothèse que les religions ne racontent pas n'importe quoi sur la mort. Donc, allons voir ce qu'elles disent. Les livres des morts égyptien et tibétain se présentent d'ailleurs comme deux « guides » du pays des morts, aussi précis qu'un guide du Routard !

Q.S. : Où se trouve alors la frontière entre science pure et science humaine ?

B.W. : La science n'est pas un domaine fermé. Au bout de la science, on tombe sur la mystique; au bout de la mystique, on tombe sur la poésie; au bout de la poésie... on retombe sur la science : tout est lié. La passerelle entre ces domaines, c'est votre ouverture d'esprit. La mystique, par exemple, se présente comme un savoir, et donc comme un domaine de recherche. La capacité d'émerveillement est la source commune à toutes les sciences. Les vrais scientifiques, comme Hubert Reeves (un des rares !), savent qu'il y a un moment où il n'y a plus d'explication scientifique et qu'il faut faire appel à autre chose (la poésie, la philosophie ou la mystique). Ce qui me passionne, c'est ce moment-là, cette limite à la croisée des choses.

Q.S. : Vous fréquentez beaucoup les scientifiques. Qu'en pensez-vous ?

B.W. : Il y a peu de passionnés. Peu d'entre eux continueraient leurs recherches si on coupait leur poste ! Or, seuls les passionnés m'intéressent. Ce qui fait leur valeur, ce ne sont pas



« La science n'est pas un domaine fermé. Au bout de la science, on tombe sur la mystique; au bout de la mystique, on tombe sur la poésie; au bout de la poésie... on retombe sur la science. »

leurs diplômes, mais la dynamique de recherche qui renouvelle leur pensée en permanence. Un de mes copains est sculpteur animalier. Il a étudié l'anatomie des animaux pour être capable de sculpter. Il en sait plus sur les lois des formes que bien des vétérinaires !

Actuellement, je suis plongé dans la paléontologie. Je m'aperçois que la science a peu de choses sérieuses en main pour étayer ses théories. Lucy n'a vraiment pas grand-chose d'humain ! La paléontologie, comme l'astrophysique, sert une excellente soupe aux journalistes scientifiques. Mais il n'y a pas d'expérimentation dans ces domaines. Un vieil os impressionne les gens qui n'y

connaissent rien. Toute notre compréhension repose sur des constructions hypothétiques. Tel bout d'os va avec cet autre os... probablement ! Il faut oser contester ces scientifiques qui nous assurent qu'ils ont tout compris !

Q.S. : Que conseillez-vous à un jeune qui veut faire une carrière en science ?

B.W. : De fuir les livres et d'aller se promener dans la nature. Ce n'est pas en apprenant par cœur $E = mc^2$ qu'il progressera. Réussir des études, ça ne veut rien dire, sinon que vous avez réussi à plaire à vos profs de sciences.

Il faut commencer par mettre son œil au télescope pour observer les étoiles. Faire du

voilier pour comprendre les grandes forces qui régissent l'univers (le vent, les marées, la pression, l'équilibre). Se promener en forêt pour sentir la nature, observer de près les animaux, se rendre compte de notre petitesse. Si un jeune fait cela, il va vivre la science, il va s'en imprégner. Après, il pourra étudier.

C'est à contre-courant de la culture livresque, mais, de toute façon, le savoir tiré des livres seuls fabrique des gens à l'esprit étriqué. Des scientifiques peut-être connus, mais qui ne remettent rien en question et qui ânonnent une langue de bois. Pour moi, ces gens ont moins de valeur qu'un sculpteur qui observe un chat pendant des heures pour comprendre la jonction de sa patte.

Q.S. : Quels domaines de recherche vous passionnent, actuellement ?

B.W. : Je m'intéresse aux limites : les corps célestes, l'infiniment grand et l'infiniment petit, l'émergence d'Internet et de l'ère de la communication (c'est la lutte entre le pouvoir de l'argent et celui de la communication). Et le comportement social des rats.

Q.S. : Des rats ?

B.W. : Les rats sont des animaux en pleine évolution. Leur société colle à la nôtre depuis des millénaires. Ils vivent une mutation sociale profonde dans nos égouts qui sont de plus en plus grands et de plus en plus « riches ». Les rats expriment la tendance naturelle de l'homme à la barbarie; ils montrent ce que nous serions si nous nous laissions aller : chez les rats, on tue les malades et les vieux. Les fourmis montrent l'inverse, notre côté « socialisant » : elles essaient de sauver tout le monde. L'être humain est à mi-chemin entre le monde des rats et celui des fourmis. J'espère qu'on opérera pour ces dernières.

*Propos recueillis par
Laurent Fontaine*



Nos animateurs vont de dépression...



...en dépression

L'hiver est arrivé. Les dépressions atmosphériques aussi. Et quand on veut aller jouer dehors, mieux vaut savoir ce que le temps nous réserve. Doté d'une technologie de pointe et de météorologues exclusifs, MétéoMédia vous en donne toujours plus côté température. Avec la météo locale aux dix minutes, notre chronique ski, celle de plein air, les conditions des routes, les conditions de ski, l'indice d'activité grippale et toutes nos autres chroniques, vous obtenez toujours les meilleures conditions pour profiter de l'hiver sans déprimer.



Câble 17, Vidéotron Hull et Ouest de Montréal: câble 39
www.MeteoMedia.com

L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Les plus belles années de ma vie!

Reconnue pour l'importance qu'elle accorde à la formation pratique et à l'innovation dans l'enseignement et la recherche, l'Université de Sherbrooke accueille plus de 20 000 étudiantes et étudiants dans un environnement de qualité exceptionnelle.

1-800-267-UdeS
<http://www.usherb.ca>



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

Programme de maîtrise et de doctorat

Maîtrises

Adaptation scolaire et sociale
Administration
Administration des affaires (MBA)
Administration des affaires
Biochimie
Biologie
Biologie cellulaire
Chimie
Droit de la santé économique*
Enseignement
Environnement
Études françaises
Fiscalité
Génie aérospatial
Génie chimique
Génie civil
Génie électrique
Génie logiciel
Génie mécanique
Géographie
Gérontologie
Gestion et développement des coopératives
Histoire
Immunologie
Informatique
Ingénierie
Kinanthropologie
Littérature canadienne comparée
Mathématiques
Microbiologie
Orientation
Pharmacologie
Philosophie
Physiologie
Physique
Psychoéducation
Psychologie des relations humaines
Radiobiologie
Sciences cliniques
Sciences de l'éducation
Sciences humaines des religions
Service social
Théologie

Doctorats

Biochimie
Biologie
Biologie cellulaire
Chimie
Éducation
Études françaises
Génie chimique
Génie civil
Génie électrique
Génie mécanique
Immunologie
Littérature canadienne comparée
Mathématiques
Médecine
Microbiologie
Pharmacologie
Physiologie
Physique
Radiobiologie
Sciences cliniques
Télétection
Théologie

* Programmes offerts en régime coopératif sur l'alternance de sessions d'études et de stages rémunérés en entreprises.