

Québec

L'auto virtuelle prend la route

Volume 34, numéro 5
Février 1996, 3,95 \$

Science

les **10** découvertes
de l'année

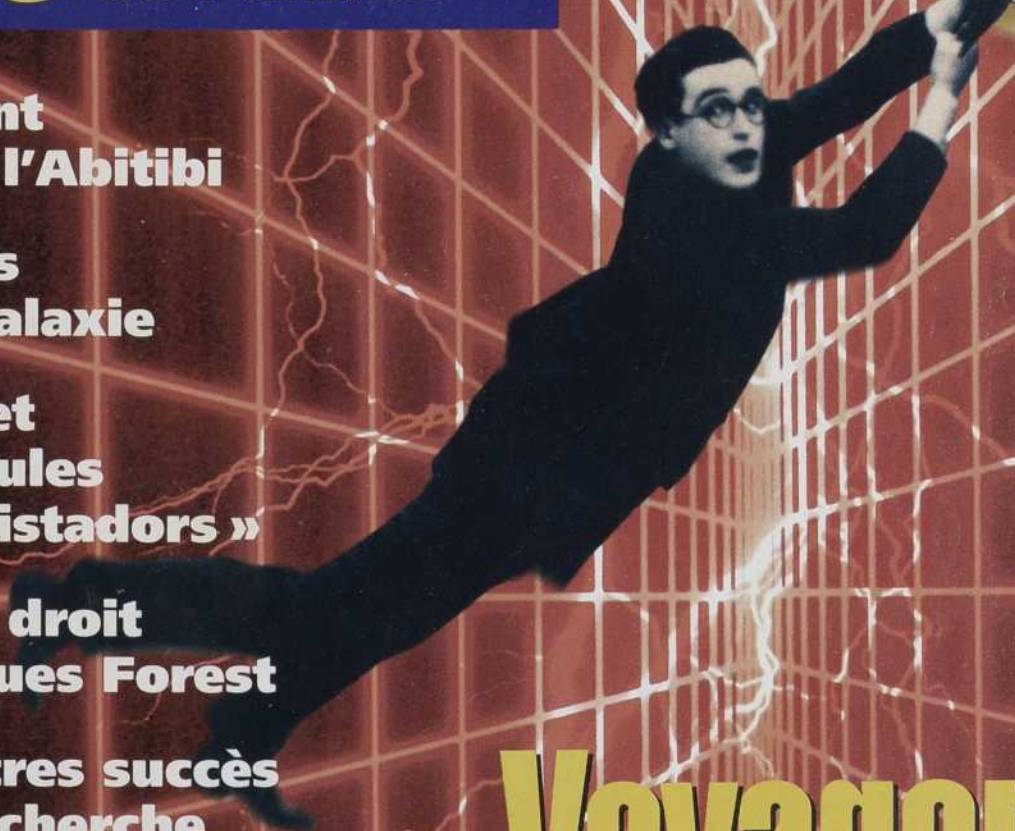
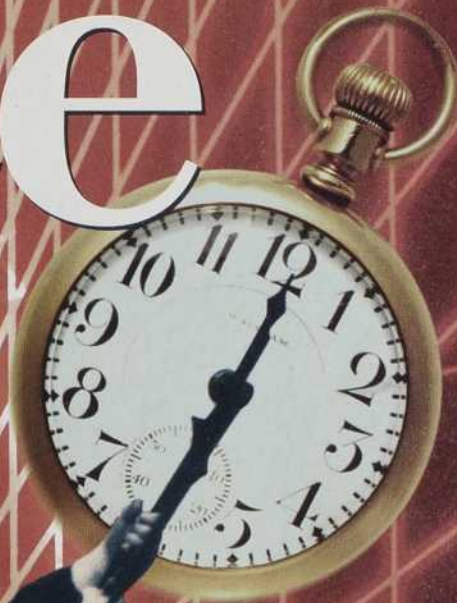
Comment
est née l'Abitibi

Le poids
d'une galaxie

Le secret
des cellules
« conquistadors »

Le bras droit
de Jacques Forest

Et 6 autres succès
de la recherche
québécoise



Voyager dans le temps Science ou fiction ?





Parce que [^] vous êtes ce que vous savez

Peu importe ce qui arrive, une chose restera toujours vraie, vous êtes ce que vous savez. C'est une évolution constante, chaque jour vous en apprenez un peu plus... Et le lieu privilégié pour apprendre plus restera toujours l'université. Une université de qualité qui vous offre l'environnement essentiel à l'épanouissement de toutes vos ambitions, une université dont la réputation repose sur la compétence de chacun de ses diplômés, une université comme l'Université de Montréal.

Les demandes d'admission sont acceptées jusqu'au 1^{er} mars

 Université de Montréal

**Venez voir tout ce qu'il y a à savoir à l'Université de Montréal!
Le dimanche 28 janvier, de 12 h à 17 h, ne manquez pas...**

LE DIMANCHE DES ÉTUDES

Toutes les réponses à toutes vos questions sur tous les programmes d'études et sur la vie étudiante à l'Université de Montréal. Au Pavillon principal, sous la grande tour.

Métro Université de Montréal

MUSIFÊTE

Visites guidées, ateliers, concerts, discussions... pour tous ceux et celles que les études en musique intéressent. Faculté de musique.

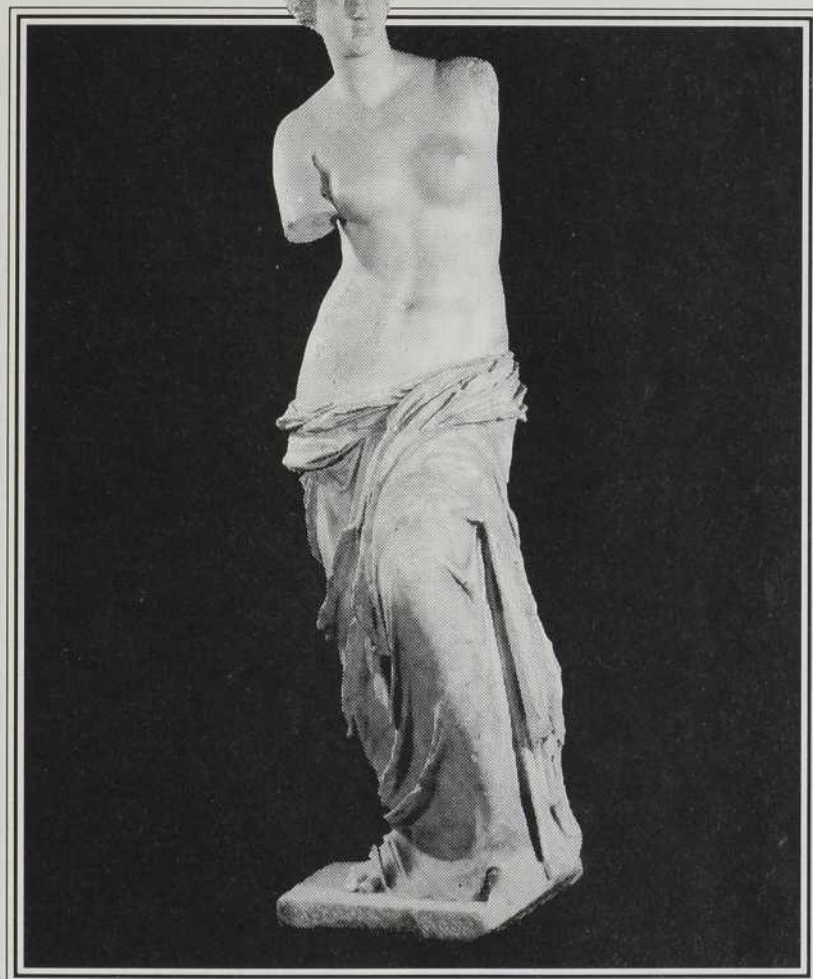
Métro Édouard-Montpetit

FAITES VOS PLANS

Expositions, démonstrations, rencontres avec les professeurs et les étudiants d'architecture, d'architecture de paysage, de design industriel, de design d'intérieur et d'urbanisme. Faculté de l'aménagement.

Métro Université de Montréal

Besoin d'un bras droit ?



Ce bras droit existe vraiment !

L'Institut de recherche en biotechnologie vous le tend.

En affaires, la qualité de votre partenaire ne fait aucun doute. Il doit être jeune mais avoir assez d'expérience pour être digne de confiance... Capable de s'investir dans le travail tout en partageant les risques... Imaginatif sans pour autant se montrer intransigeant... Enfin, productif tout en ayant l'esprit d'équipe...

Chef de file de la recherche en biotechnologie au Canada, l'IRB est le collaborateur idéal pour votre entreprise. Parce que nous jouons un rôle clé dans le

développement technologique des secteurs pharmaceutique, des bioprocédés et de l'environnement, nous vous offrons ce qu'il y a de mieux: des équipes multidisciplinaires, des équipements de pointe, des formules flexibles de collaborations.

Informez-vous dès maintenant de nos capacités de recherche: **(514) 496-6374**

Institut de recherche en biotechnologie
6100, av. Royalmount
Montréal (Québec) H4P 2R2
Télécopieur: (514) 496-5007

Institut de recherche en biotechnologie



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

CMRC-NRC

La vie parfaite

M et Mme Davis sont rassurés. Leur poupon naîtra dans quelques semaines et il est « garanti » sans cancer du côlon. En effet, les Davis avaient demandé et obtenu — et il s'agit là d'une première en médecine — que l'on vérifie si l'embryon conçu *in vitro* était porteur d'une anomalie, la polypose adénomateuse colique familiale. Si cela avait été le cas, le nouveau-né aurait eu quatre chances sur cinq d'être atteint du cancer du côlon après 40 ans.

Certes, le dépistage d'un gène qui cause directement une maladie comme la fibrose kystique ou la dystrophie musculaire peut éviter bien des drames. Mais cette fois on va peut-être trop loin en décidant du sort d'un embryon en fonction de ses prédispositions génétiques. Où sont les garde-fous pour empêcher un quelconque dérapage vers l'épuration génétique ?

Les progrès de la recherche en génétique sont prodigieux. (Les lecteurs peuvent d'ailleurs le constater : 3 des 10 découvertes de l'année de *Québec Science* — incontestables sur le plan éthique celles-là — touchent le monde des gènes.) Au rythme où ces progrès et ces découvertes se font, il est compréhensible que plusieurs aient peine à suivre et à mesurer leur impact social et éthique. C'est d'ailleurs pourquoi, en 1990, la Commission de réforme du droit du Canada (dissoute depuis) réclamait la création d'un Conseil sur l'éthique biomédicale. Son rapport a été mis sur les tablettes.

La Commission Baird sur les nouvelles technologies de reproduction a également produit un rapport sur le sujet. Un rapport qui ne cassait rien. La ministre fédérale de la Santé, Diane Marleau, s'est limitée par la suite à imposer un moratoire sur neuf utilisations de techniques de reproduction et de techniques génétiques. Mais aucune balise éthique à propos du dépistage génétique chez les embryons n'a été définie.

Le droit de savoir si un embryon est porteur d'un gène pernicieux peut se justifier. Mais où tout cela commence et, surtout, où tout cela va finir ? Il est urgent pour les autorités d'envoyer des signaux très clairs à ce sujet.

Pour le reste, on peut bien laisser faire la vie.

Porté disparu

Le doyen des magazines québécois de vulgarisation scientifique, *Forêt conservation*, a cessé de paraître cet automne.

Cet épisode nous rappelle combien les revues scientifiques spécialisées sont des espèces fragiles. Et comme elles, il faut leur allouer des fonds publics pour leur permettre de se faire une place dans le (trop) petit marché du Québec. Après tout, ce n'est certainement pas dans les revues de la presse étrangère qu'on peut lire des articles de fond sur l'actualité scientifique d'ici !

Il reste maintenant à espérer que la future politique scientifique du gouvernement québécois, qui devrait être divulguée dans quelques semaines, en tienne compte.

Raymond Lemieux

Actualités



7
Jean-Marie Leclerc, chercheur de l'année
Nommé chercheur de l'année par l'équipe des *Années-lumière* de la radio de Radio-Canada, l'hématologue-oncologue Jean-Marie Leclerc est la bougie d'allumage du Centre de cancérologie Charles-Bruneau.
par Normand Grondin

9
Le virtuel prend la route
Elle ne sera pas exposée au prochain Salon de l'auto, mais elle est en voie de devenir la coqueluche des ingénieurs chez Ford, GM, Volvo, Volkswagen et les autres : l'automobile virtuelle.
par Stéphan Dussault



46
Dimension cachée Dans le coffre à outils
par Raynald Pepin

11
Bactéries : le retour du pendule
Même si certains microbes résistent aux antibiotiques, le prix qu'ils paient pour y arriver est très élevé. Trop, peut-être, selon les lois de l'évolution.
par Anne Vézina

12
À qui profite le krill?
Petit crustacé répandu dans l'estuaire du Saint-Laurent, le krill est le plat de résistance des mammifères marins. Toutefois, il semble plus rare qu'avant. Pourquoi ?
par Claude D'Astous



14
Chronique Internet Comment monter sa page Web
par Jean-Hugues Roy

16
Nouvelles brèves

Chroniques

45
Innovations technologiques
par l'Agence Science-Press

48
Science et culture La vie d'un héros
par Bernard Boulad

À l'agenda

49
Livres

50
Entrevue avec...
David Cohen
Il faut revoir la psychiatrie
par Rachel Duclos

Dossier

Les 10 découvertes de l'année

La tournée annuelle de *Québec Science* dans les laboratoires de recherche ! Voici 10 découvertes qu'on y a réalisées et qui nous ont paru des plus surprenantes.

Un dossier d'Isabelle Montpetit
aidée à la recherche par Marie-Noëlle Marie



26 Géologie L'origine des continents

Pour la première fois, on a vérifié comment le mouvement des plaques tectoniques a créé les continents. C'est en Abitibi que la découverte a été faite.

28 Astronomie Comment peser une galaxie

On a pesé la galaxie DD0 154. Un précédent. Et DD0 154 pourrait révéler bien d'autres choses aux astronomes.

30 Santé Mongolisme : un meilleur dépistage

Une méthode sécuritaire permettrait de vérifier si les jeunes femmes enceintes risquent de donner naissance à un enfant trisomique.

31 Médecine Des cellules pour soulager les grands brûlés

Après le don du sang et le don d'organe, on pourrait faire un don de peau pour aider les grands brûlés.

32 Biologie moléculaire La vie sexuelle des levures

Le mécanisme de reproduction des levures a été décortiqué. Farfelu ? Il pourrait nous en apprendre beaucoup sur le rôle joué par les gènes.

33 Physique La conspiration des électrons

Des nouveaux venus en physique : les skyrmions. Ils confèrent un nouvel état à la matière.

36 Mathématiques Jack et les deux Luc

Les principes de la physique théorique volent au secours des mathématiques qui à leur tour servent à décrire des phénomènes physiques. Un bel exemple d'interdisciplinarité.



38 Génie médical Le bras droit de Jacques Forest

Atteint de dystrophie musculaire, Jacques Forest a bricolé une prothèse qui a transformé sa vie.

39 Cancérologie Le secret des cellules « conquistadors »

Deux gènes sont associés au développement des cellules cancéreuses. Ce qui pourrait conduire à concevoir une arme thérapeutique pour combattre les métastases cancéreuses.

40 Neurologie Embouteillage dans les neurones

Sur l'autoroute des fibres nerveuses, c'est une accumulation de neurofilaments qui provoquerait la sinistre sclérose latérale amyotrophique.

C'est pas demain la veille !



17 Voyager dans le temps : science ou fiction ?

Théoriquement, on sait déjà comment voyager dans le futur. C'est le passé qui pose problème. Dommage pour les nostalgiques.

par Félix Légaré



21 F. D., un cas d'immaculée conception ?

Un petit Écossais a été, en partie, conçu par parthénogénèse. Même si on sait que l'Esprit saint n'y est pour rien, le phénomène découvert cet automne dérouté encore les biologistes.

par Michel Groulx

42 1995, la revue de l'année

En vedette : le télescope *Hubble*, les bâtisseurs de la première station spatiale internationale et les merveilleuses fresques peintes il y a 30 000 ans dans la grotte de Chauvet, en France.

par Isabelle Montpetit

Billy the Gates

Au sujet de l'article de Jean-Hugues Roy sur Bill Gates (*numéro d'octobre*), Claude Grenier, de Brossard, nous dit qu'il n'a rien contre le contrôle du marché par Microsoft, bien au contraire. « Je travaille comme pigiste et rêve du jour où tous ceux avec qui je dois échanger des fichiers auront le même système d'exploitation, le même logiciel de traite-

ment de texte, voire les mêmes polices de caractères. Et Microsoft dominera tout ? Tans pis pour la sacro-sainte concurrence, et tant mieux pour nous !

« De toute façon, il faut se rendre à l'évidence : il est inutile d'essayer de concurrencer Bill Gates ! Il n'y a plus assez de cerveaux... Microsoft les engage tous ! »

Donnez-nous vos commentaires !

Vous avez des commentaires et des suggestions sur le magazine ? Écrivez-nous à l'adresse suivante, ou envoyez-nous une télécopie au (514) 843-4897.

Québec Science

425, rue De La Gauchetière Est
Montréal (Québec)
H2L 2M7

Adresse électronique

courrier@QuebecScience.qc.ca

Bouchon de communication

Jean-Pierre Séguin, employé d'Hydro-Québec, croit aux vertus du télétravail et estime que l'Internet est l'outil idéal pour en favoriser l'implantation graduelle. « Le télétravail, mariage de raison entre télécommunications et travail à domicile, permettrait aux cols blancs d'améliorer leur productivité et leur qualité de vie à l'abri des élé-

ments naturels. Les travailleurs de bureau n'auraient plus à utiliser leur "char" quotidiennement », ce qui réduirait la congestion automobile sur les ponts et les dépenses d'entretien du réseau routier. Par contre, il estime que l'augmentation astronomique du nombre d'internautes augmenterait le risque de débordement du réseau de télécommunications.

À quand le premier bouchon électronique ?

Œil de lynx

Yves Grenon, de Montréal, a littéralement épiluché le numéro de novembre de *Québec Science* d'un couvert à l'autre, dépistant d'un œil expert les (rares !) erreurs qui pouvaient s'y trouver.

C'est ainsi qu'il nous fait remarquer que dans l'article sur le moteur-roue électrique, c'est l'administration américaine du président Nixon, et non celle de Johnson, qui a voté en mai 1969 une loi qui devait rendre hors-la-loi le moteur à combustion interne... dès 1975.

Il fait également remarquer que la photo d'une main radiographiée que nous utilisons pour illustrer l'article de Danielle Ouellet sur les rayons X ne représente pas la toute première radiographie, comme le mentionne la légende. La véritable première radiographie représentait une main — celle de Mme Röntgen, femme de l'inventeur — qui portait une bague.

Il affirme aussi que nous avons commis une erreur en

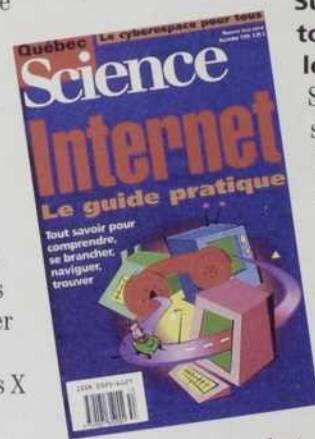
écrivant qu'il y avait moins de chercheurs présents sur le continent Antarctique durant l'été que durant l'hiver. Mais, dans ce cas, notre lecteur doit oublier qu'en Antarctique les mois de juillet et d'août sont les plus froids de l'année; c'est en fait, l'hiver là-bas. Ce qui explique pourquoi les chercheurs « émigrent » vers le nord durant cette période...

Suivez toujours le guide...

Six mois après son arrivée sur le marché, le Guide Internet nous vaut encore de nombreux commentaires positifs. Pour ceux qui vou-

draient se le procurer,

mentionnons que des exemplaires de la deuxième édition sont toujours disponibles en kiosque, en librairie et aux bureaux de Québec Science.



Québec Science



Publié par
La Revue Québec Science
425, rue De La Gauchetière Est
Montréal (Québec)
H2L 2M7

courrier@QuebecScience.qc.ca

DIRECTION

Directeur général : Michel Gauquelin
Adjointe administrative : Nicole Lévesque

RÉDACTION

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

Comité de rédaction : Patrick Beaudin, Jean-Marc Carpentier, Jean-Marc Fleury, Rosemonde Mandeville, Isabelle Montpetit, Gilles Parent, Sarah Perreault, Pierre Sormany, René Vézina

Collaborateurs : Bernard Boulad, Claude D'Astous, Rachel Duclos, Stéphan Dussault, Michel Groulx, Félix Légaré, Marie-Noëlle Marie, Isabelle Montpetit, Raynald Pepin, Pedro Rodrigue, Jean-Hugues Roy et Anne Vézina

Illustrations/photos : Marc Cuadrado, Laurent Leblanc, Pierre-Paul Pariseau, Rémy Simard
Correction : Natalie Boulanger

PRODUCTION

Direction artistique : Normand Bastien
Séparation de couleurs, pelliculage électronique : Film-D-Progress
Impression : Interweb

COMMERCIALISATION

Promotion : Hélène Lapointe
Abonnements : Nicole Bédard
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
C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1
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 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

Téléphone : (418) 657-4391

PUBLICITÉ

Communications Publi-Services inc.
1, rue Forget, Saint-Sauveur (Québec) J0R 1R0
Géraldine Richard, Jean Thibault
Tél. : (514) 227-8414 Téléc. : (514) 227-8995

RÉDACTION

Téléphone : (514) 843-6888
Télécopieur : (514) 843-4897

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
Premier trimestre 1996, ISSN-0021-6127
Répertorié dans *Repère* et dans l'*Index des périodiques canadiens*.
© Copyright 1996 - La Revue Québec Science

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

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie (Programme Revues de vulgarisation scientifique et technique) et du gouvernement du Canada (Programme Sciences et Culture Canada)

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Industrie, du Commerce,
de la Science et de la Technologie

Industrie Canada Industry Canada

Membre de : The Audit Bureau
CPA

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

Actualités

Jean-Marie Leclerc, chercheur de l'année

Le docteur Jean-Marie Leclerc, directeur du programme d'oncologie du Centre de cancérologie Charles-Bruneau de l'hôpital Sainte-Justine, a été choisi chercheur de l'année par l'émission *Les années-lumière* de la radio de Radio-Canada. Un coup de chapeau bien mérité.

par Normand Grondin

Lorsque le docteur Jean-Marie Leclerc a joint les rangs de l'hôpital Sainte-Justine, en 1985, l'institution était reconnue d'un bout à l'autre du pays pour la qualité de ses traitements contre le cancer. Mais Sainte-Justine, le deuxième établissement pour enfants en importance au Canada et l'un des plus gros en Amérique du Nord, n'était pas « sur la carte » de la recherche. Ni clinique, ni fondamentale. « Sainte-Justine faisait ses affaires dans son coin, se rappelle l'hématologue-oncologue. Elle n'occupait certainement pas la place qui lui revenait. »

En janvier 1995, au moment même où des portes se ferment un peu partout dans le réseau de la santé, Sainte-Justine ouvre celles du Centre de cancérologie Charles-Bruneau. Un pavillon de cinq étages spacieux et doté d'équipements *high tech*, où cohabitent des chercheurs, des cliniciens et des patients et où la recherche occupe à plein temps une soixantaine de personnes.

Jean-Marie Leclerc, chef des activités cliniques et fondamentales du Centre, est l'un des grands responsables de ce succès. C'est lui qui a orches-



Laurent Leblanc

Jean-Marie Leclerc :
« Il ne faut jamais
oublier pour qui on
travaille : les
enfants. »

tré les efforts de Sainte-Justine pour devenir membre à part entière des deux plus importants groupes nord-américains de recherches cliniques sur le cancer pédiatrique — le Pediatric Oncology Group (POG) et le Children Cancer

Group (CCG). Un must pour tous ceux qui espèrent suivre la cadence infernale des développements en recherche clinique et fondamentale. C'est également lui qui a recruté une équipe de chercheurs en leur démontrant que Sainte-

Justine faisait maintenant partie des ligues majeures. « On avait le devoir de tout faire pour donner les meilleurs traitements à nos enfants, dit-il. Et c'est ce qu'on a fait. »

Jean-Marie Leclerc parle vite, marche vite et consulte sa

montre fréquemment. Il ne descend pas les escaliers, il les dévale. Puis, il remonte les marches deux par deux, sans reprendre son souffle. En entrevue, il veut tout expliquer d'un trait. Et il rappelle constamment que tout cela — le Centre, les recherches, les ententes avec les institutions américaines, les succès médicaux — n'aurait jamais été possible sans un travail d'équipe. La « cause » doit passer avant tout, insiste-t-il, en ajoutant qu'il ne faut jamais perdre de vue qu'on ne travaille pas seulement pour guérir des en-

TVA et père de Charles Bruneau, décédé en 1988 d'une leucémie. Il voit dans le jeune médecin « un humaniste doublé d'un fonceur ».

Et quel fonceur ! Dans les semaines qui ont suivi la célèbre « affaire Poisson », au début de 1994, Jean-Marie Leclerc s'est retrouvé malgré lui dans l'eau chaude en apprenant par des collègues que le National Institute of Health (NIH), qui surveille les milieux de recherche américains, considérait les chercheurs de Sainte-Justine *guilty by association*, parce que, tout comme le docteur

« On est quand même passé au travers sans aucun pépin », se rappelle-t-il avec satisfaction.

Jean-Marie Leclerc a commencé sa carrière en recherche à l'Hôtel-Dieu de Montréal, en 1978. Puis, il se déniché un poste en laboratoire à l'Université de Caroline du Nord, à Chapel Hill. Lui, un M.D., se retrouve parmi un groupe de Ph.D. qui travaille sur la purification d'enzymes. C'est là qu'il apprend que le travail de recherche fondamentale n'est pas seulement important... mais également « frustrant et ingrat ». « Quand

1985 et 1989, Sainte-Justine traite 125 enfants atteints de leucémie lymphoblastique avec un taux de survie, 6 ans après le diagnostic, de 50 %. Après l'adhésion au protocole de traitement du Boston Group pour ce type de leucémie, le taux de survie des 173 enfants traités bondit à 90 % !

Avec l'ouverture du Centre Charles-Bruneau, c'est un de ses vieux rêves qui commence à se réaliser. « J'ai été formé en hématologie adulte, dit-il, et j'étudiais en espérant pouvoir faire un jour de la recherche fondamentale. Je voulais comprendre pourquoi l'être humain développe des tumeurs et pourquoi les médecins ne guérissent pas tous les patients tout le temps ! C'était un peu simpliste, mais c'était mon rêve. »

Aujourd'hui, il prépare le terrain pour la deuxième étape du projet du Centre : développer le secteur de la recherche fondamentale. « Je veux prouver qu'on n'a pas besoin d'attendre les Américains pour avancer et qu'on a ici le génie qu'il faut pour le faire. » Mais il sait également que, pour y arriver, il doit d'abord parvenir à attirer et à garder des chercheurs. Et jusqu'ici, il a atteint son objectif, disent ses proches collaborateurs.

« Un de ses grands talents, pense le chimiste Richard Béliveau, qui travaille avec le Centre sur les mécanismes associés à la résistance à la chimiothérapie, c'est d'avoir réussi à faire le pont entre les chercheurs et cliniciens. » « Jean-Marie sait combien la barrière est haute entre les deux groupes, constate Daniel Synett, généticien et l'un des assistants du directeur. Mais il a quand même réussi à mettre tout le monde sur le même pied. »

L'été dernier, le Centre a mis en branle un projet de recherche qui devrait s'échelonner sur une période d'au moins



Jean-Marie Leclerc a su rallier une équipe de chercheurs qui a permis au Centre Charles-Bruneau d'entrer dans les ligues majeures de la recherche en oncologie.

Laurent Lablanc

fants, mais pour guérir *tous* les enfants.

« C'est notre bulldozer », explique le docteur Jocelyn Demers, fondateur du Centre. Après avoir travaillé d'arrache-pied pour trouver les 19 millions de dollars nécessaires pour créer le pavillon (90 % des fonds proviennent de dons privés, un exploit en soi !), Jocelyn Demers a finalement passé le flambeau à celui qui le secondait depuis plusieurs années. Un choix qu'il ne regrette pas. « Jean-Marie ne démissionne jamais, dit-il, et devant un obstacle, il ne s'arrête pas, il passe tout simplement au travers ! » « C'est notre Jocelyn Demers II », ajoute en riant Pierre Bruneau, journaliste à

Poisson, ils étaient francophones, affiliés à l'Université de Montréal et membres du POG ! « Ça n'avait pas de bon sens, dit-il. J'avais tout mis là-dedans, mon cœur, mes jours et mes nuits. Et ça risquait de s'effondrer. »

Il a donc demandé très rapidement une vérification du NIH, une procédure très stricte de contrôle des pratiques de recherche. Quelques semaines plus tard, ils seront les premiers membres du POG à passer à l'inspection. Sauf que le NIH n'y est pas allé de main morte : en plus des vérificateurs réguliers, il a engagé une firme privée pour surveiller le travail des vérificateurs. Des inspecteurs d'inspecteurs !

tu travailles pendant des mois à purifier une enzyme pour t'apercevoir finalement que tu l'as tellement purifiée qu'elle ne fonctionne plus, c'est très décourageant... »

De retour au Québec, il travaille encore quelques années en recherche fondamentale à Sainte-Justine, puis s'engage dans le gros projet du docteur Demers. Il amène rapidement l'institution à conclure plusieurs ententes avec les principaux centres de recherche américains, dont le Dana Faber Cancer Institute et le St. Jude Research Hospital, deux Mecques de la recherche en cancer pédiatrique.

Les résultats ne se font pas attendre. Par exemple, entre

Automobile

Le virtuel prend la route

La recette de l'automobile virtuelle est l'un des secrets les mieux gardés de l'industrie. Mais, en insistant, notre collaborateur a réussi à mettre le pied dans la porte d'entreprises comme Volvo, Mercedes-Benz et GM.

par Stéphane Dussault

cinq ans. On tente de vérifier s'il existe des prédispositions héréditaires au développement d'un cancer. Les chercheurs essaient donc d'identifier des gènes qui pourraient indiquer qu'un individu court des risques de développer certaines formes de cancer. Une partie des travaux seront réalisés en collaboration avec des chercheurs du Saguenay—Lac-Saint-Jean, une région où les familles présentent, pour les scientifiques, d'intéressantes particularités sur le plan génétique.

À plus long terme, explique Jean-Marie Leclerc, on espère arriver à mettre au point, avec des collègues américains, une thérapie génique ou un vaccin contre le cancer. Mais prévenir le cancer, alors qu'on a toutes les peines du monde à le guérir, est-ce vraiment possible ?

Tout récemment, rappelle-t-il, on a démontré en laboratoire, avec certains modèles, qu'il était possible d'empêcher la formation d'un cancer chez les animaux en modifiant leur bagage génétique. Et qu'on pouvait même diminuer leur sensibilité à certaines formes de la maladie en les immunisant grâce à un vaccin fait à partir de leurs propres cellules tumorales. Mais il faut maintenant faire la démonstration que cela pourrait fonctionner chez les humains.

« Un jour, espère-t-il, il sera peut-être possible de mettre au point des cellules génétiquement parfaites pour prévenir tel ou tel type de cancer. Ainsi, à la naissance, on pourra suggérer aux parents d'un enfant chez qui on aurait détecté une prédisposition à un cancer de simplement le faire vacciner. »

Si jamais la médecine nous permet de nous rendre jusqu'à, Jean-Marie Leclerc pourra crier victoire : comme il l'aura souhaité, tous les enfants pourront guérir du cancer. ●

Concevoir une automobile coûte une fortune. Ford, par exemple, a mis 3 ans et dépensé 3,7 milliards de dollars pour redessiner son modèle Taurus 1996. C'est pourquoi plusieurs grands constructeurs tentent maintenant d'abaisser leurs coûts de production en créant des prototypes virtuels. Ces véhicules en trois dimensions permettent aux ingénieurs d'en modifier les composantes à leur guise, d'en revoir les dimensions et d'en améliorer le design sans subir les contraintes de production liées à la construction d'un véritable prototype.

Les investisseurs immobiliers utilisent déjà une technologie semblable pour visualiser les bâtiments qu'on s'appête à construire. À l'aide de lunettes spéciales et d'une manette pour se diriger, ils peuvent visiter un édifice dans ses moindres recoins. Les couloirs ne sont pas assez larges ? Les fenêtres trop petites ? Pas de problème, on n'a qu'à modifier le plan *avant* de poser la première brique.

Jusqu'ici, seul General Motors semble avoir réussi à appliquer cette technologie à grande échelle. Les modèles 1997 et 1998 de GM ont été en partie mis au point grâce à deux logiciels. Le premier, baptisé SurfSeg, transforme les



General Motors

Essai d'un prototype chez GM : seuls le volant et le siège sont réels, tout le reste est virtuel.

données mathématiques en images 3-D, que les ingénieurs et les designers peuvent ensuite modifier sur l'écran de leur ordinateur. La plupart des grands fabricants utilisent un logiciel qui offre ce genre de possibilités.

Le second, VisualEyes, un logiciel unique en son genre, a été mis au point par GM. Il permet aux concepteurs de prendre place dans un prototype presque entièrement imaginaire. Seuls le volant et le siège sont réels, tout le reste est virtuel. À l'aide d'un pistolet, ils peuvent choisir une

pièce en particulier, la déplacer, la faire disparaître ou modifier sa couleur.

GM travaille depuis trois ans sur VisualEyes. Randall C. Smith, informaticien au Technical Centre de GM à Détroit, admet que le logiciel n'est pas encore totalement au point, mais refuse de donner plus de détails. « On va bientôt réussir à éliminer la fabrication de prototypes aux étapes préliminaires des travaux », dit-il.

Chez Mercedes-Benz, on croit que la réalité virtuelle permettra de réduire de moitié le temps de conception. En 1992, Chrysler, moins téméraire, estimait qu'une économie de 20 % serait déjà considérable. Car, qui dit prototype, dit

aussi construction de matrices pour fabriquer chacune des pièces. Tout cela pour un produit qui, dans bien des cas, ne verra jamais le jour.

« D'ici peu, plus rien ne pourra être mis en chantier sans l'aide de l'ordinateur », estime Bernd Hector, directeur du groupe Advanced Vehicle Design de Mercedes-Benz, situé à Sindelfingen, en Allemagne. L'ambitieux projet du constructeur prévoit l'utilisation de la réalité virtuelle à toutes les étapes de production : élaboration des croquis, design des pièces, tests d'endurance et de précision et fonc-



Équipé d'un casque 3-D et de gants munis de senseurs, le client pourra tester plusieurs modèles de voitures sans quitter la bâtisse du concessionnaire.

tionnement de systèmes complexes, comme la combustion de l'essence dans les cylindres, qui pourra être simulée en trois dimensions sur l'écran cathodique.

Même les clients pourront bientôt se payer une balade fictive chez le concessionnaire ! Au centre de recherche de Mercedes-Benz à Berlin, huit ingénieurs se consacrent d'ailleurs exclusivement à ce projet. Si l'échéancier est respecté, dès 1998, il sera possible de conduire l'un de ces luxueux véhicules sur plusieurs kilomètres, sans même quitter la bâtisse du concessionnaire.

Équipé d'un casque 3-D et de gants munis de senseurs, le client pourra choisir entre plusieurs modèles de voitures et le tester sur une route sinueuse ou encore sur une des fameuses *autobahn* allemandes.

Le client pourra également enregistrer son expérience virtuelle sur disquette ou vidéocassette et revoir le tout à la maison, ajoute Frank Appenzeller, du département des ventes de Mercedes à Stuttgart. En fait, le constructeur projette de doubler le nombre de ses modèles d'ici cinq ans et espère ainsi alléger le travail de ses vendeurs et aider les concessionnaires dont la salle n'est pas assez grande pour présenter tous les véhicules.

Mais est-ce qu'un essai virtuel sera suffisant pour

Chez GM, on a réussi à transformer des données mathématiques en images de véhicules 3-D, que les ingénieurs et les designers peuvent ensuite modifier sur l'écran de leur ordinateur.

convaincre un client ? Sachant, par exemple, que le programme n'est pas encore en mesure de simuler la tenue de route du véhicule. Qui donc voudra passer à la caisse sans avoir apprécié le comportement de la suspension ?

« Ce serait bien d'avoir une plate-forme électronique pour que le conducteur puisse sentir la voiture », croit Dennis Saluäär, directeur du projet de réalité virtuelle chez Volvo, à Göteborg, en Suède. Depuis 1992, le groupe de recherche Cognitive Ergonomics de Göteborg tente d'améliorer la sécurité des voitures. Pas en ajoutant des barres de sécurité aux portières ou en améliorant les sacs gonflables, mais en tentant de mieux comprendre les réactions des automobilistes.

Jusqu'ici, une soixantaine de cobayes ont emprunté la copie virtuelle d'une route de sept kilomètres qui se trouve non loin du centre de recherche. Pour que les conducteurs aient vraiment l'impression de faire corps avec le véhicule — une donnée essentielle si on veut vérifier leurs réactions avec précision —, on n'a rien ména-

gé pour que l'effet soit le plus réel possible. Le champ visuel des lunettes 3-D peut couvrir 120° (notre champ visuel oscille entre 110° et 180°) et la résolution de l'image (1280 X 1024 pixels) est quatre fois supérieure à celle d'un écran d'ordinateur.

Les résultats préliminaires montrent que cette technologie atteint un niveau de précision inégalé. En effet, une série de senseurs branchés sur les membres du pilote permettent d'enregistrer tous ses mouvements, y compris ceux des yeux. De plus, les casse-cou peuvent s'en donner à cœur joie sans crainte de se blesser en prenant une courbe à une vitesse trop élevée, car même les tonneaux sont fictifs. Ces conditions sécuritaires permettent ainsi aux chercheurs d'entraîner les conducteurs dans des situations trop dangereuses sur une vraie route.

Pourquoi ne pas utiliser un programme semblable pour former les apprentis conducteurs ? La simulation pourrait effectivement pallier plusieurs lacunes des écoles de conduite, conclut une étude préparée en 1995 par Mario Tétrault, Michel Gou et Saed Ehsani, des ingénieurs de l'École de technologie supérieure et de l'École Polytechnique de Montréal. « Le développement d'un simu-

Biologie

Bactéries : le retour du pendule

Certaines bactéries ont « appris » à se défendre contre les antibiotiques. On se demande maintenant si on ne pourrait pas donner un coup de pouce à celles qui n'y résistent pas.

par Anne Vézina

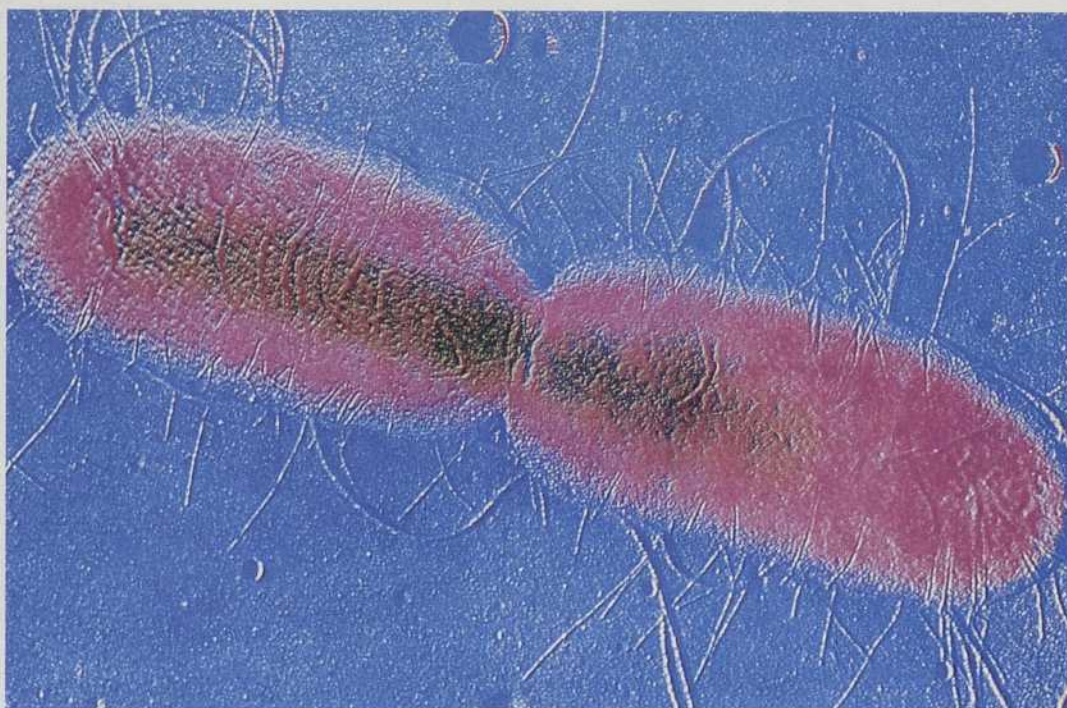
lateur, écrivent-ils, pourrait aider l'apprenti conducteur à visualiser les trajectoires désirées entre les limites de la route, l'anticipation, la prédiction, et, indirectement, la dynamique du véhicule. »

Quelques écoles de conduite suédoises sont intéressées à commercialiser ce genre de produit, dit Dennis Saluäär, qui croit que si elle était produite à grande échelle, cette technologie serait rentable.

« Notre programme a été mis au point en trois ans et a coûté aussi peu que deux millions de dollars. »

Au Québec, pour l'instant, aucune entreprise ne s'est montrée intéressée à développer cette idée. Il faut dire qu'il reste plusieurs problèmes techniques à régler. Et pas des moindres. Par exemple, il est toujours très difficile de générer plus de 20 images à la seconde, en comparaison avec la télévision qui nous envoie 30 images/seconde. Aussi, lorsque le paysage informatique défile à 130 km/h, on peut parfois percevoir l'enchaînement d'images. Soudainement, l'utilisateur se croit dans une vulgaire salle d'amusement vidéo. « Faire un juste compromis entre la qualité de l'image et l'interaction est l'un des problèmes informatiques les plus difficiles à résoudre », constate Dennis Saluäär.

Dans l'ensemble, la mise au point des prototypes virtuels d'automobiles coûte très cher. Chez Volvo, on estime que les 3 géants américains — Ford, Chrysler et GM — ont, seulement en 1994, dépensé près de 20 millions de dollars en recherche et développement dans ce secteur. Alors que Volvo doit se contenter d'un budget annuel de 600 000 dollars. Mais ce n'est rien en comparaison des 150 millions de dollars que le Pentagone a investi afin de dessiner, simuler et tester sa nouvelle flotte marine. ●



CNR/Photobio

Dans l'euphorie qui a suivi la découverte des antibiotiques, on croyait avoir remporté la guerre contre les bactéries. Toutefois, l'utilisation des antibiotiques a favorisé l'émergence de bactéries qui pouvaient résister à ces potions miracles. Comme quoi les bactéries n'échappent pas aux lois de l'évolution.

Toutefois, contrairement à une croyance populaire, l'évolution n'est pas le fruit de la survie du plus fort. Le succès ne se mesure pas en terme de temps passé en vie, mais en nombre de descendants. Les bactéries ne font pas exception. En éliminant les souches sensibles, les

antibiotiques laissent le champ libre à la multiplication des bactéries qui avaient déjà dans leur bagage génétique les gènes de la résistance. Peut-on aujourd'hui renverser la vapeur et encourager le développement de souches sensibles aux antibiotiques ?

C'est la question à laquelle s'attarde Rustom Antia, biologiste moléculaire à l'Université Emory à Atlanta, qui était récemment de passage au Québec. Il essaie de prédire, à partir d'expériences en laboratoire et de modèles mathématiques, l'évolution des micro-organismes pathogènes. Bien que le modèle qu'il a mis au

La bactérie *Escherichia coli*, que l'on voit ici, paie cher sa résistance aux antibiotiques. Comme elle, les bactéries qui résistent à un antibiotique se multiplient moins bien que celles qui y sont vulnérables.

point sur la résistance aux antibiotiques ne s'applique pas à tous les types d'infections bactériennes, il permet d'explorer de nouvelles avenues de recherche. « Les biologistes de l'évolution, dit-il, se posent des questions auxquelles ne pensent pas les chercheurs des compagnies pharmaceutiques et les médecins. »

En règle générale, on estime qu'en arrêtant d'utiliser un

antibiotique on va de nouveau favoriser les souches bactériennes sensibles à ce médicament, mais personne ne sait combien de temps cela pourrait prendre. Les travaux de Rustom Antia, menés en collaboration avec des chercheurs du groupe de Bruce Levin, de la même université, suggèrent que plus le « coût » associé à la résistance est élevé pour la bactérie, moins cela prendra de temps pour que les souches sensibles aux antibiotiques prédominent de nouveau. Ce coût, Véronique Perrot et Stephanie Schrag l'ont mesuré en observant la vitesse à laquelle se multipliaient des cultures d'*Escherichia coli*, une bactérie intestinale commune.

Les deux chercheuses ont comparé la croissance de souches sensibles aux antibiotiques avec celle de souches résistantes à la streptomycine, à la spectinomycine et à l'acide nalidixique. Dans deux cas sur trois, les bactéries résistantes se reproduisaient moins vite que les souches sensibles. Ce qui laisse croire qu'une partie de leurs ressources étaient détournées de la reproduction vers la résistance à l'antibiotique. Elles payaient donc un tribut plus élevé pour arriver à ce résultat. Rustom Antia donne l'exemple d'une bactérie qui lutterait contre un antibiotique, comme la pénicilline, en sécrétant une enzyme qui désactive l'antibiotique. La production de cette enzyme, dit-il, pourrait entraver, pour des raisons qu'on ne connaît pas, la capacité de la bactérie à se reproduire.

Selon les résultats de Véronique Perrot et Stephanie Schrag, la bactérie *Escherichia coli* paie cher sa résistance à la streptomycine, c'est-à-dire que les bactéries qui résistent à l'antibiotique se multiplient moins bien que celles qui y sont vulnérables. Toutefois, le coût est nul pour les souches résistantes à l'acide nalidixique et intermédiaire pour celles qui résistent à la spectinomycine. Parmi les trois possibilités testées, c'est donc la sensibilité à la streptomycine qui risque de réapparaître en premier.

En dehors des laboratoires, on commence effectivement à observer l'apparition de souches sensibles à certains antibiotiques. La pénicilline, par exemple, est de nouveau efficace pour traiter certaines souches de la bactérie responsable de la blennorragie (gonorrhée). Mais dès qu'on va recommencer à utiliser un antibiotique, va-t-on encore se retrouver aux prises avec des souches résistantes ?

Pas nécessairement, pense Rustom Antia. Du moins, si on est attentif à ne pas dépasser un certain seuil, c'est-à-dire à ne pas traiter avec le même antibiotique plus d'une certaine proportion des patients infectés.

Ce seuil, le chercheur ne le connaît pas et il n'est même pas certain qu'il existe vraiment, même si son modèle mathématique en fixe un. Des données sur la prévalence des bactéries résistantes en fonction de l'utilisation des antibiotiques dans certains pays devraient toutefois donner du poids à cette hypothèse.

Mais rien n'est gagné. Rustom Antia souligne que les bactéries peuvent également évoluer de façon à réduire le coût associé à la résistance aux antibiotiques. Avec les micro-organismes pathogènes, on peut espérer remporter des batailles, mais jamais la guerre. ●

Environnement

À qui profite le krill ?

Où va le krill, va la baleine.
Or, cette année, bien des touristes ont vainement attendu les baleines à Tadoussac.
Où donc était passé le krill ?

par Claude D'Astous



L'an dernier, à Tadoussac, les amateurs de baleines étaient au rendez-vous... mais pas les baleines. Au début d'août, on ne comptait qu'une quinzaine de rorquals communs dans les eaux de l'estuaire.

C'est que le krill, le plat de résistance des baleines, ne s'est pas présenté.

En effet, les rorquals viennent passer l'été dans l'estuaire du Saint-Laurent d'abord et avant tout pour se nourrir de ce petit crustacé translucide, long de quatre centimètres et semblable à une crevette. Or, lorsqu'il y a beaucoup de krill dans la région, c'est la fête, et les baleines viennent en grand nombre, comme c'était le cas durant l'été 1994. Mais s'il y a peu de krill, les mammifères ma-

Petit crustacé translucide, long de quatre centimètres et semblable à une crevette, le krill semble aujourd'hui désertier l'estuaire du Saint-Laurent.

rins restent au large de Tadoussac et des Escoumins.

Pour l'instant, la quasi-désertion du krill demeure une énigme. D'autant plus qu'on ne connaît que peu de choses sur ces crustacés.

On sait qu'ils sont grégaires et qu'une fois adultes ils s'assemblent en énormes bancs pouvant contenir des dizaines de millions d'individus. Ils ont aussi une sainte horreur de la lumière. Le jour, ils se protègent sous 50 à 200 mètres d'eau. La nuit, ils remontent à la surface pour se nourrir des algues microscopiques qui y prospè-

rent. Le krill est aussi bioluminescent : s'il est dérangé, il produit de petits éclairs de lumière.

On a répertorié 85 espèces de krill. Les deux plus courantes dans nos eaux sont le *Meganyctiphanes norvegica*, qui se tient à une profondeur d'environ 150 mètres, et le *Thysanessa raschi*, que l'on rencontre à 75 mètres de profondeur. La distribution du krill dépend de la température, de la salinité de l'eau et du taux de lumière.

« Le krill du golfe et celui de l'estuaire du Saint-Laurent ne quittent jamais le fleuve », dit Yvan Simard, chercheur à l'Institut Maurice-Lamontagne. Durant tout leur cycle, qui dure deux ans, soit de l'œuf aux différentes mues le menant au stade juvénile puis adulte, ils vivent dans les eaux salées du Saint-Laurent. Jeune, le krill se laisse flotter près de la surface de l'eau alors qu'adulte il préfère les eaux plus profondes. Une femelle pond 1 000 œufs au cours de sa vie et un seul de ces œufs deviendra un krill adulte.

Pourquoi le krill s'assemble-t-il au large de Tadoussac ?

Selon Yvan Simard, c'est une question de courants marins et de relief. Le krill se laisse porter par les courants. Or, si les eaux de surface du fleuve coulent vers la mer, c'est moins vrai des eaux de profondeur. Ainsi, des courants profonds d'eau froide remontent le Saint-Laurent jusqu'à Tadoussac. Ces courants suivent une vallée sous-marine, le chenal laurentien, et entraînent avec eux des quantités importantes de krill.

La fin de cette vallée sous-marine se trouve près de Tadoussac. À cet endroit, le plancher marin remonte brutalement, le chenal laurentien se termine en cul-de-sac et les courants s'échappent vers la surface. Mais le krill, qui

craint la lumière, reste au fond. Il se retrouve donc piégé et s'accumule progressivement, au plus grand plaisir des baleines.

On s'explique mal pourquoi il y a de bonnes et de moins bonnes années de krill. Peut-être est-ce la conséquence de bonnes et de moins bonnes années de reproduction. Ou d'un cycle biologique ou climatique qui s'étend sur plusieurs années. Ou encore de courants irréguliers qui, parfois, transportent le krill ailleurs, comme à Percé.

En fait, le krill suscite beaucoup plus de questions que de réponses. Le plus étudié des krills, l'*Euphausia superba*, que l'on retrouve au large de l'Antarctique, a d'ailleurs longtemps mystifié les chercheurs. Avant 1980, on croyait qu'il vivait à peine 2 ans : maintenant, on parle de 5 à 10 ans. On estimait également que la femelle pondait 2 000 œufs par année, alors qu'on s'est rendu compte que, pendant l'été austral, elle en pondait la même quantité presque chaque semaine. Quant aux œufs de l'*Euphausia superba*, ils ne flottent pas, ils coulent.

Les espèces de nos régions pourraient bien, elles aussi, étonner nos chercheurs. Pourquoi les filets des scientifiques ne ramènent-ils parfois que des mâles ou des femelles ? Pourquoi le krill remonte-t-il parfois à la surface en plein jour, colorant la mer de rouge ? Est-ce que les adultes hibernent ?

Le petit crustacé n'intéresse pas que les scientifiques. Les pêcheurs commencent aussi à le relâcher. En Antarctique, où on estime le poids total du krill

à 1,35 milliard de tonnes, soit 5 fois la masse de la population humaine, on en pêche déjà 300 000 tonnes par année.

Reste qu'il serait surprenant que les baleines du Saint-Laurent disputent un jour le krill aux filets des pêcheurs. D'abord, l'industrie touristique, par ricochet, en souffrirait. Moins de krill signifie moins de baleines et donc moins de touristes.

Et puis, pêcher ce petit crustacé n'est pas une mince affaire. Comme il contient une grande quantité d'enzymes

autolytiques qui contaminent rapidement sa chair après la mort, et que sa carapace est riche en fluor, le krill doit être traité en moins de trois heures pour la consommation humaine. Il faut du savoir-faire et un investissement important pour parvenir à ce résultat.

Mais, surtout, le krill est presque à la base de la pyramide alimentaire. Le récolter, c'est priver de nourriture les espèces de poissons dont on souhaite un jour rétablir les stocks. Pour les pêcheurs, ce serait vraiment la prise du désespoir. ●

CD-ROM MULTIMEDIA



Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le corps humain !

Explorez l'intérieur du corps humain et découvrez les secrets de notre machine.

Le Corps Humain est présenté comme une encyclopédie qui donne une information détaillée sur toutes les parties de notre corps.



Découvrez plus d'une centaine d'animaux dans leur environnement naturel. Des savanes africaines aux prairies américaines, partez à l'aventure pour rencontrer les animaux sauvages sur leurs territoires. Vous y retrouverez les lions rugissants, les poissons tropicaux multicolores, grâce à des centaines de photos et de films qui vous apprendront comment ils se reproduisent et survivent.



Un multimédia interactif qui illustre et explique notre planète vivante à l'aide de présentations dynamiques et colorées. On trouve aisément des textes explicatifs et des séquences animées sur :

- l'organisation de l'écosphère, le flux d'énergie, les cycles de l'eau
- les différents climats
- les caractéristiques des régions de la terre.



Notre nouveau catalogue est arrivé!

catalogue
Demandez-le!

1200, Papineau, bureau 301
Montréal (Québec) H2K 4R5
Tél.: (514) 528-8791 Fax: (514) 528-1770

Chronique Internet

PAR JEAN-HUGUES ROY • hugo@lanter.net

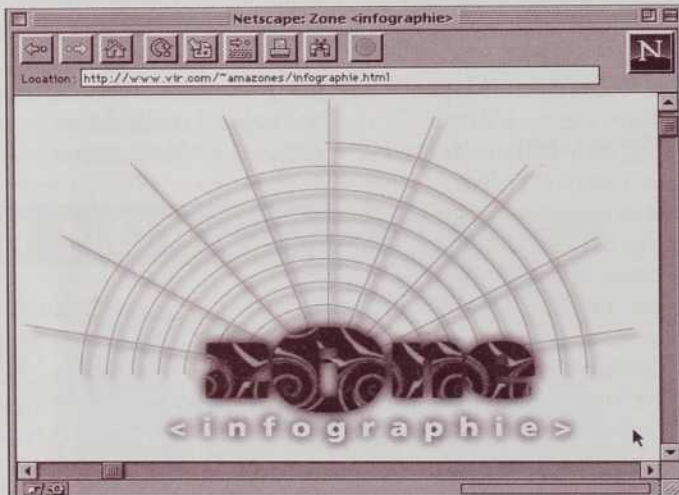
Comment monter sa page Web

Le véritable passeport pour le réseau Internet, c'est de posséder son propre site Web.

Johannes Gensfleisch dit Gutenberg aurait sûrement apprécié de voir son invention, la presse à imprimer, connaître autant de succès. L'information, c'est le pouvoir, et la diffusion de l'information est, on le sait maintenant, un formidable agent de démocratie. Mais encore faut-il avoir accès à une de ces fameuses presses.

Aujourd'hui, l'Internet fait tomber le dernier obstacle. En effet, la majeure partie des sites qu'on retrouve sur le World Wide Web sont conçus par des individus qui utilisent leur clavier comme Gutenberg utilisait autrefois sa presse.

Vous voudriez, vous aussi, crier électroniquement au monde qui vous êtes ? Pas de problème, la marche à suivre est relativement simple. Voici comment vous y prendre.



Avec une page Web, dites électroniquement au monde qui vous êtes. Ici, la page d'entrée du site Zone « infographie ».

D'abord, il faut savoir parler l'HyperText Markup Language (HTML). Derrière tout site Web se trouve une page de texte encodée en HTML, le langage informatique qu'interprète votre logiciel navigateur (Netscape, Mosaic, WebExplorer, etc.) et qui permet de choisir le type de caractères,

de placer les éléments graphiques, d'introduire des images et de faire des hyperliens avec d'autres documents ou d'autres sites.

On trouve en librairie de nombreux livres en anglais expliquant les rudiments du HTML. Depuis peu, les francophones peuvent également se procurer le *Manuel illustré de programmation en HTML*, réalisé par Daniel J. Boivin et Laurent Gauthier, de l'Université Laval. Toutes les commandes,

des HTML y sont décrites et sont illustrées d'exemples clairs. Téléchargez vite cet excellent document (*voir l'encadré pour les adresses*) et imprimez-le, vous vous y référerez souvent lorsque vous réaliserez votre site.

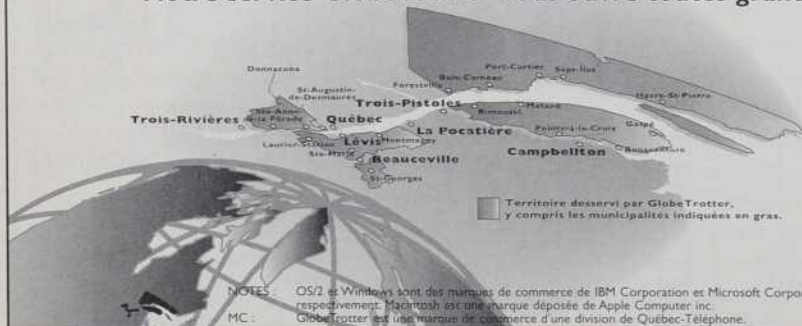
Imprimez également le *Guide rapide du langage HTML*, un glossaire schématisé des commandes HTML, monté par Kevin Werbach et traduit en français par Philippe-Alexandre Gilbert, de Québec.

D'innombrables logiciels, des « éditeurs » HTML, peuvent vous faciliter la tâche. Ils ont pour noms Arachnid, HotMetal, Web Weaver, Webber, HTML.edit, HTML Easy! Pro, HTML HyperEdit, HTML Writer, HTMLed, etc. Mais, de l'avis de tous ceux qui les ont essayés, aucun n'est parfait et l'apprentissage du HTML demeure la clé de la réussite pour réaliser un site qui sort de l'ordinaire.

Cependant, la maîtrise du HTML ne suffit pas toujours. Il

Désormais, vous pourrez voyager sur internet

Notre service GlobeTrotter vous ouvre toutes grandes les portes du monde Internet.



Grâce à notre infrastructure réseau, GlobeTrotter vous assure un accès direct à Internet, sans file d'attente, ainsi qu'un voyage en première classe. En plus, vous pouvez compter sur une assistance technique 6 jours sur 7 !

Pour toute difficulté lors de l'installation de vos outils de connexion, que ce soit sur un système OS/2, Windows ou Macintosh, contactez nos experts au 1 800 520-GLOBE (4562).

GlobeTrotter MC
http://www.quebecel.com

NOTES: OS/2 et Windows sont des marques de commerce de IBM Corporation et Microsoft Corporation respectivement. Macintosh est une marque déposée de Apple Computer Inc. GlobeTrotter est une marque de commerce d'une division de Québec-Téléphone.

en première classe...

faut aussi pouvoir encoder correctement les autres types de documents qui font du Web un environnement multimédia, c'est-à-dire les images, les sons et les vidéoclips. Pour ça, d'autres ressources sont accessibles sur l'Internet, et en français par-dessus le marché !

L'infographiste montréalais Louis Durocher a monté un superbe guide, axé principalement sur la mise en écran des images sur le Web. Intitulé *Zone « infographie »*, le site donne de nombreux trucs utilisés par les *webmasters* professionnels et permet d'éviter que votre site n'entre au cybermusée des horreurs. Si vous n'avez ni numériseur (*scanner*), ni caméra numérique, vous pouvez tout de même décorer votre page avec des icônes, des boutons, des séparateurs ou des images de fond. Sur un site appelé *HTML Goodies*, vous devriez trouver ce qu'il vous faut. Mais n'abusez pas de ces éléments graphiques, qui ralentissent l'accès à votre site. Personne n'aura la patience de consulter vos œuvres si cela prend trop de temps pour les téléviser.

La boîte à outils de l'internaute, de François Boutet, fournit également une liste des sites utiles pour monter sa propre page sur le Web.

Pour donner du relief à votre site, vous pouvez y ajouter des fichiers sonores et vidéo. Malheureusement, seules des ressources anglophones étaient disponibles au moment de mettre sous presse. Vous devrez donc vous rabattre, pour le son, sur *Using Sounds in your Page* et, pour la vidéo, sur *Digital Video Capture*. Ces deux sites vous apprendront comment numériser des sons ou des clips — si votre ordinateur est équipé pour le faire — et comment rendre ces fichiers télévisibles.

Mais, encore une fois, la technique seule ne garantit pas le succès. Selon Kevin

Werbach, un bon site Web doit avoir de la profondeur et de la personnalité tout en faisant preuve de créativité. « Il faut que votre page Web vous ressemble », dit-il.

Une fois votre page terminée, vous pouvez la télécharger par transfert de fichier (FTP) sur le serveur WWW de votre fournisseur de services d'accès (ou encore sur celui de votre université ou de votre employeur). Ce dernier vous indiquera comment y parvenir et à quel coût.

Finalement, il faut annoncer votre création au monde entier. Pour ce faire, il existe une quinzaine de répertoires du Web qui n'attendent que vous leur fassiez signe. Mais écrire à 15 index différents peut être fastidieux : visitez plutôt *Submit-It!*, qui vous permet d'annoncer votre page Web en un seul jet. Facile et pratique.

Et voilà ! Vous êtes désormais citoyen du Net à part entière ! ●

CyberRessources

Les adresses des sites mentionnés dans cette chronique... et un peu plus.

Manuel illustré de programmation en HTML

www.grr.ulaval.ca/grrwww/manuelhtml.html

Guide rapide du langage HTML

www.access.digex.net/~werbach/squelette.html

Zone « infographie »

www.vir.com/amazones/infographie.html

HTML Goodies

www.cs.bgsu.edu/~jburns/gifs.html

La boîte à outils de l'internaute

www.quebec.ca/serveurs/RES/outils.html

Using Sounds in your Page

ubmail.ubalt.edu/~abento/sounds/sounds.html

Digital Video Capture

www.intel.com/pc-supp/multimed/indeo/greatv.html

Submit-It!

www.submit-it.com/

« Qui est là ? » (tous les sites personnels du Québec)

www.vir.com/~wily/QuiEstLa/quiestia.htm

Les meilleures pages personnelles sur le Web

www.pointcom.com/text/reviews/lape.htm

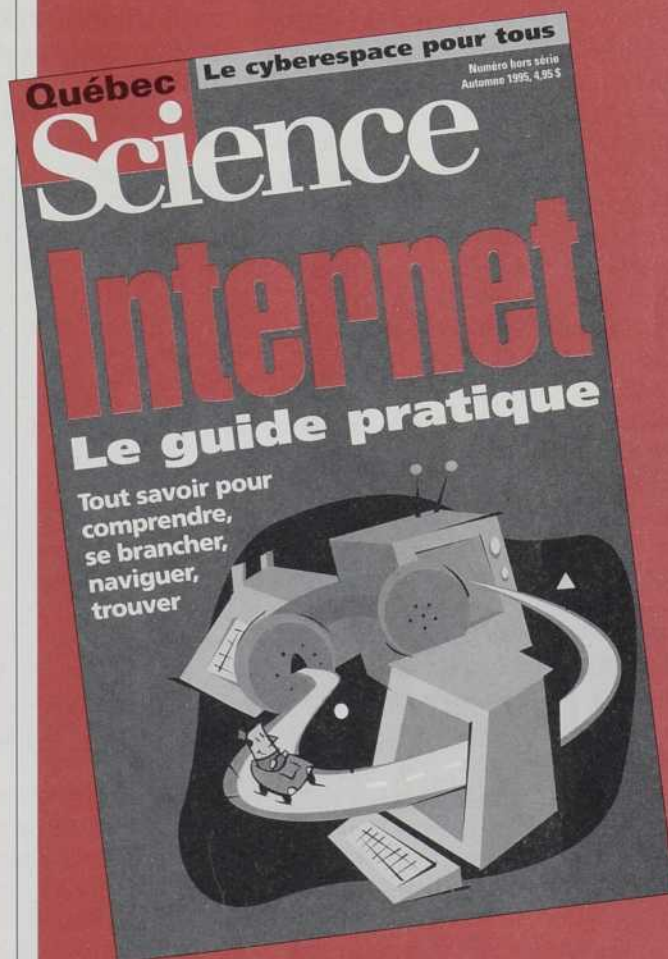
Le meilleur guide !

Le voici, le Guide Internet que vous attendiez !

Complet, facile à comprendre, à jour.

Pour les simples curieux comme pour les vrais amateurs du cyberspace !

À lire comme un roman.



« Fait au Québec »,
par les journalistes spécialisés
Jean-Hugues Roy et André Bélanger.

Le meilleur carnet d'adresses, les meilleures illustrations, les meilleures instructions pour configurer votre ordinateur de A à Z, les meilleurs exemples, les meilleures anecdotes.

Ne le manquez pas !

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

Nouvelles brèves

par Pedro Rodrigue

■ **Effet de serre**
Thetford Mines sauvera-t-il la planète ?

Des chercheurs du laboratoire de Los Alamos, qui appartient au département américain de l'Énergie, viennent de découvrir un moyen potentiellement prometteur pour éliminer le gaz carbonique des fumées produites par les centrales thermiques. Il suffirait de faire passer ces gaz d'échappement sur un lit de poussières de silicate de magnésium pour que le vilain CO₂ responsable de l'effet de serre soit capté et retenu à jamais dans cette poudre sous forme de carbonate de magnésium.

Le problème, c'est qu'il faudrait six tonnes de silicates (de l'olivine ou de la serpentinite, par exemple) pour traiter le produit de la combustion d'une seule tonne de charbon. Il sera donc moins coûteux, de l'avis des chercheurs, d'acheminer le gaz vers des mines de silicates, plutôt que de faire l'inverse. Et où trouve-t-on en abondance de la serpentinite ? Mais chez nous, voyons ! Il s'agit de l'un des principaux minerais d'où l'on tire l'amiante.

Deviendrons-nous un jour le « tuyau d'échappement » des Américains ?
(Source : *Scientific American*)

■ **Santé**
Une solution un peu trop... radicale

Au lieu de se piquer, les diabétiques insulinodépendants préféreraient avaler un comprimé plusieurs fois par jour. Hélas, l'insuline est une hormone fragile, qui ne tolère

pas la digestion. Cependant, il existe des composés chimiques qui imitent assez bien les effets physiologiques de l'insuline. C'est le cas de certains composés à base de vanadium et, surtout, des peroxovanadates qu'étudient depuis près de 10 ans des chercheurs de l'Université McGill. Ces molécules agissent en inhibant le phosphatase de phosphotyrosine (PPT), une enzyme qui verrouille nos cellules et les empêche de consommer du glucose. Normalement, c'est l'insuline qui, en se fixant aux mêmes récepteurs cellulaires que le PPT, ouvre la porte à ce glucose nourricier. Les peroxovanadates, bien que fort prometteurs, ne seront toute-

fois pas en vente chez votre pharmacien avant qu'on ait réglé quelques légers problèmes... particulièrement leur foudroyante toxicité !



■ **Biologie**
Traité comme un roi

En novembre dernier, le parc national de la Pointe-Pelée, les réserves de la faune de Long Point et de Prince Edward Point ont été désignés réserves du papillon monarque par le ministère fédéral de l'Environnement. Les sites sont tous situés dans le sud de l'Ontario, là où les papillons se rassemblent à l'automne avant d'entreprendre un périple de près de 4 000 km vers leurs aires d'hivernage mexicaines. Au printemps, leurs descendants font le voyage en sens inverse et une partie d'entre eux viennent passer l'été dans le sud du Québec.

Anne Vézina



Les Nobels du Québec 95

Comme c'est la tradition, le gouvernement du Québec a remis ses grands prix scientifiques au début de décembre.

Le prix Armand-Frappier, qui représente la plus haute distinction québécoise en science et en technologie, honore cette année la carrière du chimiste **Louis Berlinguet**, actuellement président du Conseil de la science et de la technologie du Québec. Le gouvernement souligne ainsi l'importante contribution de Louis Berlinguet au développement d'institutions de recherche ainsi que son engagement en faveur de la promotion de la recherche et de la culture scientifique. Le chimiste a également signé plus d'une centaine d'articles scientifiques.

Le prix Wilder-Penfield, qui souligne la contribution remarquable d'un scientifique en matière de recherche biomédicale, a été attribué à **Charles R. Scriver** à qui l'on doit les travaux qui ont conduit à l'ajout de la vitamine D dans le lait de consommation. Le docteur Scriver travaille maintenant à l'amélioration des programmes de dépistage génétique, notamment à l'Institut interuniversitaire de recherche sur les populations, en plus d'enseigner la pédiatrie et la biologie à l'Université McGill. Il a reçu tout récemment le prix de l'American Medical Writer's Association pour un livre intitulée *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*.

Enfin, le prix Marie-Victorin, qui récompense un chercheur dans le domaine de la science pure et appliquée, a été remis à **John J. Jonas**, professeur et spécialiste de la métallurgie. On lui doit plusieurs innovations technologiques, dont la conception de tubes d'acier microallié sans soudure et la mise au point de méthodes de prévention pour contrer le vieillissement des barres d'acier. Il enseigne également à l'Université McGill.

R. L.

Le chiffre du mois

22%

C'est le pourcentage des articles scientifiques produits au Québec et cosignés avec des chercheurs étrangers. « La dimension internationale de la recherche est une réalité quotidienne des chercheurs québécois », signale le Fonds FCAR (le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche), qui a communiqué ce chiffre. Le désir d'ouverture sur le monde est ressenti très tôt chez les chercheurs. Entre 1992 et 1995, 692 étudiants et stagiaires des niveaux de maîtrise, de doctorat et de postdoctorat ont poursuivi leur formation à l'extérieur du Québec. Les destinations les plus populaires : les États-Unis (225), le « reste » du Canada (185), la France (157) et l'Angleterre (38).

R. L.

C'est pas demain la veille !

VOYAGER DANS LE TEMPS

science ou fiction ?

Voyager vers le futur ? On le fait déjà de quelques milliardièmes de seconde. Ce sont plutôt les voyages vers le passé qui torturent les méninges des physiciens.

par Félix Légaré

Longtemps considérés comme une absurdité scientifique, les voyages dans le temps suscitent depuis quelques années un regain d'intérêt. Récemment, certains chercheurs ont mis à jour des pistes suffisamment convaincantes pour ébranler les certitudes de sommités comme Stephen Hawking. L'astrophysicien britannique a longtemps considéré que ces voyages n'avaient leur place qu'au rayon de la science-fiction. Dans l'introduction du livre *La physique de Star Trek*, de Lawrence M. Krauss, publié en novembre dernier, Hawking admet maintenant qu'il sera possible un jour de fabriquer une machine à voyager dans le temps.

Voyager dans le temps ?

« Le milieu scientifique sait depuis longtemps qu'il est théoriquement possible de voyager vers le futur, explique Stéphane Durand, docteur en physique théorique et chercheur au centre de recherche en mathématiques de l'Université de Montréal. Mais ce sont les voyages vers le passé qui semblaient impensables pour des gens comme Hawking. »

Avant de songer à remonter le temps, il faut d'abord expliquer pourquoi les promesses vers le futur sont — en théorie, bien sûr — plus « simples » à réaliser. « D'ailleurs, dit Stéphane Durand, on a déjà vérifié leur faisabilité en laboratoire ! La théorie de la relativité restreinte



d'Einstein l'a démontré dès 1905 : le temps ne s'écoule pas de la même façon pour une personne en mouvement que pour une autre au repos. »

En fait, le temps s'égrène moins rapidement pour un pilote de navette spatiale en orbite autour de la planète que pour un télé spectateur l'observant de son salon. Et plus la vitesse de l'astronaute est grande, plus l'écart qui le sépare des simples mortels est important.

Le paradoxe des jumeaux de Langevin, du nom du physicien français Paul Langevin qui l'imagina en 1911, exprime bien cette réalité.

Des jumeaux, Éloi et Rémi, ont 20 ans. Rémi part en voyage à bord d'une fusée filant à une vitesse proche de celle de la lumière (299 792 km/seconde) pour se rendre à une étoile distante de quelques années-lumière. À son retour sur Terre, Rémi a vieilli moins vite qu'Éloi. Et com-

me Éloi est maintenant plus vieux que Rémi, ils ne sont plus jumeaux !

Pour démontrer la validité du paradoxe, on a réalisé plusieurs expériences. En 1971, notamment, Joseph Hafale et Richard Keating du US Naval Observatory ont placé une horloge atomique dans un avion et une autre, parfaitement synchronisée avec la première, au sol. Après un tour complet du globe, l'horloge de l'avion accusait un retard sur l'autre. Si minuscule

soit-il — à peine quelques poussières de seconde —, cet écart prouve que Langevin avait visé juste.

On peut également vérifier le paradoxe en accélérant des électrons dans un accélérateur de particules. « Dans certaines conditions, dit Stéphane Durand, les électrons ont une durée de vie précise et finie, mais leur existence se prolonge lorsqu'ils sont soumis à des vitesses proches de celle de la lumière. »

Sauf qu'avant d'obtenir des résultats intéressants pour un être humain, il reste du chemin à faire. D'abord, les voyageurs devraient subir le même traitement-choc qu'un électron dans un accélérateur ! Et puis, de toute façon, on est encore bien loin d'avoir sous la main l'énergie nécessaire pour y parvenir.

En effet, la théorie d'Einstein prévoit que tout objet accéléré à des vitesses proches de celle de la lumière voit sa masse

augmenter. L'énergie nécessaire à cette accélération doit donc s'accroître aussi.

Comme quoi, pour atteindre seulement la moitié de la vitesse de la lumière, un vaisseau spatial aurait besoin d'une quantité d'énergie impensable à stocker à l'aide des moyens actuels. De plus, la demande d'énergie est exponentielle. Accélérer un électron de 0 à 30 % de c (vitesse de la lumière en physique) exige moins d'énergie que de le faire passer de 99 % à 99,1 %. Finalement, ajoute le chercheur, il est rigoureusement impossible d'atteindre la vitesse réelle de la lumière puisque, à cette vitesse, la masse de l'objet accéléré deviendrait infinie. « L'effort demanderait rien de moins que l'énergie totale de l'Univers ! », précise le chercheur. Bref, les voyages vers le futur sont possibles à condition de disposer d'une technologie capable d'emmagasiner, par exemple, l'énergie d'un soleil ou deux dans le réservoir d'un vaisseau spatial.

Qu'advient-il, alors, des voyages dans le passé ?

Selon Einstein, si un voyageur atteignait la vitesse de la lumière, le temps s'arrêterait pour lui. Et s'il parvenait à une vitesse supérieure à c (comme le fait quotidiennement l'équipage de l'*Enterprise* dans *Star Trek*), il reculerait littéralement dans le temps ! Mais l'ennui — encore une fois —, c'est que la relativité considère d'abord c comme une vitesse qu'on ne peut atteindre, comme on vient de le voir, et encore moins dépasser !

Quelques percées théoriques permettent maintenant d'imaginer l'existence de particules voyageant plus vite que la lumière (les tachyons, par exemple, qui servent à toutes les sauces, dont la série *Star Trek*). Ainsi, l'astronome britannique Ian Crawford affirmait récemment que les tachyons pourraient servir de base à une technologie pouvant nous propulser plus vite que la lumière. Mais ses arguments ne convainquent guère ses collègues.

« D'après Crawford, les tachyons se comporteraient exactement à l'opposé des objets de notre Univers, explique Stéphane Durand. Contrairement aux particules de notre Univers, elles perdent de la masse en se déplaçant plus rapidement. Mais un tachyon est par définition insaisissable, puisqu'il va toujours à une vitesse supérieure à celle de la lumière. On ne peut donc le détecter, encore moins l'attraper pour l'étudier ou l'utiliser dans une quelconque technologie. Tout cela reste hautement spéculatif. »

L'hypothèse la plus solide — ou la moins chambranlante — pour envisager un retour vers le passé serait d'emprunter des

« trous de ver », ces tunnels de l'espace aux étranges propriétés.

Pour mieux comprendre les trous de ver, il faut recourir à la seconde théorie d'Einstein, celle de la relativité générale, émise en 1915 qui dit que la gravité courbe l'espace. Depuis cette époque, on ne considère plus l'espace comme uniforme et absolu, mais comme quelque chose qui se forme et se déforme en fonction des objets plus ou moins massifs qu'il contient.

Ainsi, même un astre relativement petit comme le Soleil parvient à courber l'espace. C'est d'ailleurs grâce à lui qu'on a prouvé les dires d'Einstein. On l'a constaté dès 1919, lors d'une éclipse solaire. L'astronome britannique Arthur Eddington avait alors mesuré que la lumière des étoiles déviait légèrement en frôlant le champ gravitationnel de l'astre du jour. En résumant à outrance, cette expérience prouve qu'une partie de l'Univers se courbe à proximité du Soleil et que les rayons lumineux suivent cette courbure naturellement.

À cause de leur force gravitationnelle, les trous noirs auraient la capacité de courber l'espace au point de relier deux régions de l'Univers par une sorte de tunnel, qu'on a plus tard surnommé trou de ver.

Tout juste avant Eddington, l'astronome allemand Karl Schwarzschild avait repris les équations d'Einstein pour les mener plus loin. Selon lui, comme la densité (donc la force gravitationnelle) de certains objets peut atteindre l'infini, l'espace peut lui aussi se courber à l'infini. Ce qui signifie que des objets comme les trous noirs (à densité infinie) auraient la capacité de courber l'espace au point de relier deux régions de l'Univers par une sorte de tunnel, qu'on a plus tard surnommé trou de ver (du terme anglais *wormhole*, inventé par le physicien John Wheeler).

Pour illustrer le plus simplement possible ce que sont ces tunnels, il faut s'imaginer que l'espace est une feuille de papier courbée (voir l'illustration). Nous vivons sur cette feuille en ayant l'impression qu'elle est droite, alors que ce n'est pas le cas. Or, si on situe la Terre à un point A et une étoile lointaine à un point B, le chemin le plus court pour se rendre de A à B peut sembler être la ligne droite. Mais, puisque l'espace

est courbé, il serait plus rapide de passer d'une face à l'autre en faisant un trou.

En empruntant ce trou de ver, on pourrait donc se rendre à un point éloigné de l'Univers presque instantanément, sans subir les changements de temps prévus par la relativité restreinte. On arriverait donc sur cette planète lointaine dans le passé.

Dès leur découverte par Schwarzschild, les trous de ver creusés par les trous noirs ont suscité de nombreux espoirs chez les scientifiques et stimulé l'imagination des auteurs de science-fiction. Cette frénésie a pris fin au cours des années 60, lorsqu'il est



Rémy Simard

devenu de plus en plus évident que les trous noirs resteraient à jamais infranchissables.

Dans son livre *Une brève histoire du temps*, Stephen Hawking réduisait en charpie toute possibilité pratique d'utiliser un trou noir pour les voyages spatiaux. Selon lui, la force gravitationnelle transformerait tout cosmonaute utilisant un trou noir trop petit en l'équivalent d'un long spaghetti d'une minceur subatomique avant même qu'il traverse le tunnel. Même un trou noir suffisamment grand n'empêcherait pas le cosmonaute de terminer son voyage sous forme d'un vague rayonnement de particules.

Finalement, à cause de leur instabilité naturelle, les trous de ver ont la fâcheuse

habitude de s'ouvrir et de se refermer sans préavis. « Ce qui signifie, poursuit Stéphane Durand, qu'en supposant qu'on ait la chance de traverser un trou de ver il pourrait aussi se refermer derrière nous et nous laisser à jamais prisonnier d'un coin perdu de l'Univers. » Tout juste ce qui est arrivé à l'équipage du vaisseau *Voyager* de la nouvelle série *Star Trek* !

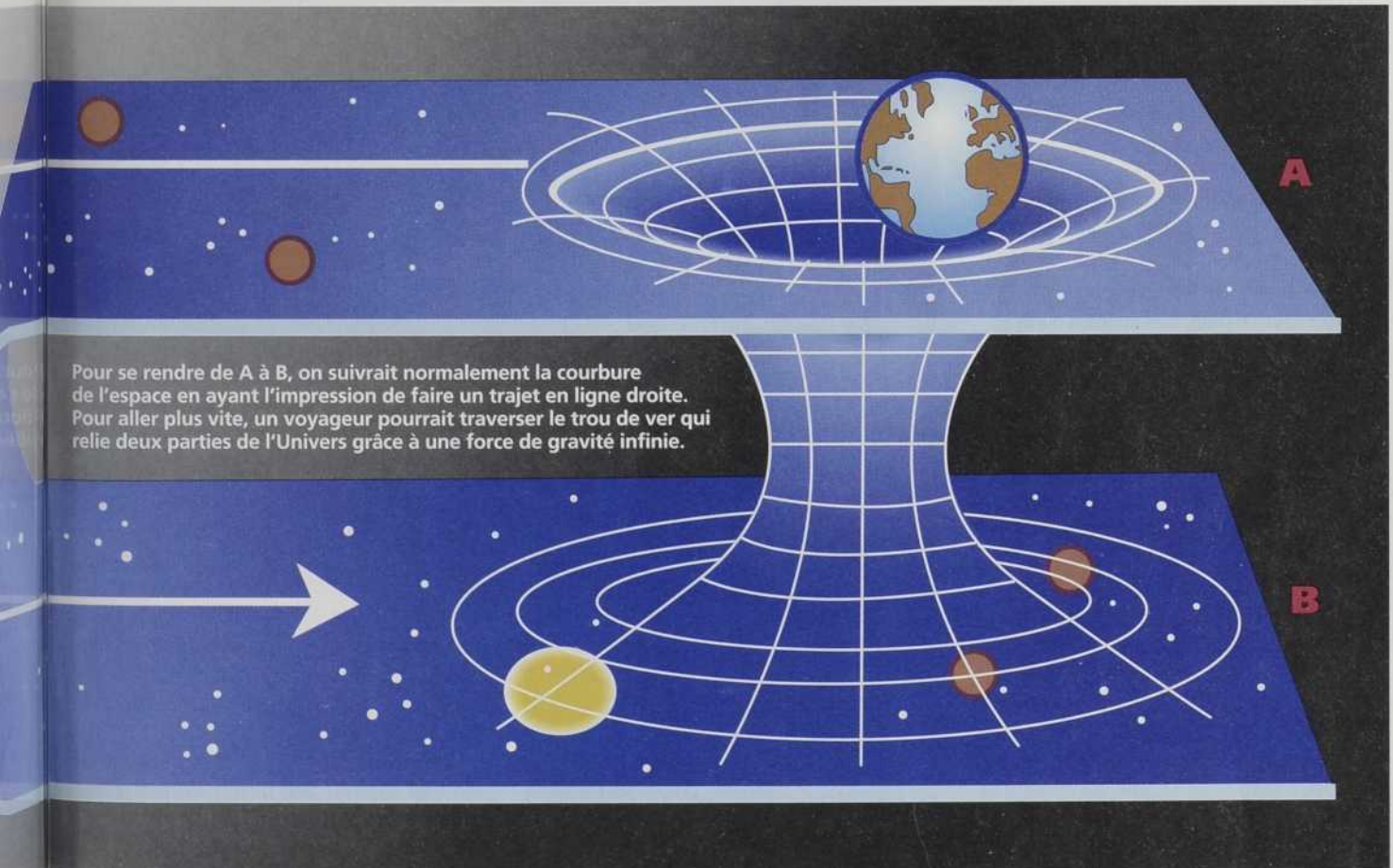
Mais il semble que les obstacles pratiques à l'utilisation des trous de ver n'ont pas découragé tout le monde : au début des années 80, l'engouement pour cette hypothèse a repris de plus belle.

lement observé que ces perturbations naissent à partir de matière négative. »

La matière négative (ou énergie négative) est un concept difficile à saisir, mais qui pourrait se résumer à la possibilité de vider d'un verre d'eau plus d'eau qu'il n'en contient vraiment ! Peu importe que cette conception heurte le sens commun, l'énergie négative a une grande qualité : quand elle est présente en quantité supérieure à l'énergie positive (qui compose notre Univers), elle crée momentanément un trou de ver. Les dimensions de ce trou minuscule sont de l'ordre de 10^{-33} cm, soit cel-

Le trou de ver a une étonnante propriété : son intérieur ne se compose pas d'espace « ordinaire » et il échappe aux lois du temps. Aidé de Michael Morris, un de ses étudiants, Kip Thorne a suggéré en 1988 de combiner cette propriété des trous de ver avec celles de la théorie de la relativité restreinte.

Le paradoxe des jumeaux de Langevin a démontré que la relativité restreinte permettait de faire voyager vers le futur en filant à des vitesses élevées. Thorne et son équipe ont eu l'idée de provoquer un décalage dans le temps entre les deux



À la demande de Carl Sagan, qui travaillait à l'écriture du roman de science-fiction *Contact*, le physicien Kip Thorne et une équipe de chercheurs du California Institute of Technology ont conçu les plans d'une machine à voyager dans le temps basée sur un nouveau type de trou de ver. Un trou de ver qui, celle-là, n'exigerait pas la présence des indésirables trous noirs.

Thorne s'est intéressé à l'infiniment petit, là où règnent les lois de la physique quantique. « Des expériences ont démontré que ce qu'on appelle le vide quantique est en fait un monde animé, où émergent à tout moment des microtrous de ver, explique Stéphane Durand. On a éga-

les de l'échelle de Planck, couramment utilisée en physique quantique.

« Si on parvenait à maîtriser l'énergie négative en fabriquant ce qu'on appelle de la matière exotique, dit Stéphane Durand, on pourrait empêcher qu'un microtrou de ver ne se referme, en consolider les parois et même l'agrandir à volonté pour l'amener à des dimensions géantes. » On fabriquerait ainsi le trou de ver idéal : un phénomène stable, que l'on pourrait emprunter dans les deux sens, sans être victime de l'inconfortable effet « spaghetti » des trous noirs.

Mais une fois qu'on a sous la main un trou de ver parfait, comment l'utiliser pour se transporter dans le temps ?

extrémités de leur trou de ver.

Ainsi, si on laisse une entrée du trou au repos et qu'on parvienne à faire bouger la seconde (l'autre extrémité) à une vitesse proche de celle de la lumière, on créerait ainsi une machine à voyager dans le temps. En traversant le tunnel dans un sens, on irait vers le futur, en le prenant dans l'autre sens, on se dirigerait vers le passé.

Pour mieux comprendre, explique Stéphane Durand, on peut prendre l'exemple d'une maison sur Terre et d'une fusée prête à décoller (voir l'illustration à la page suivante). On relie la maison à la fusée par un trou de ver. Nous sommes en 1996, la fusée décolle et entame un voyage à très grande vitesse. Le trou de ver,

toujours relié à la fois à la fusée et à la maison, s'allonge à volonté.

Puis, la fusée revient sur Terre, toujours liée au trou de ver qui, lui, s'est rétracté durant le trajet de retour. Pendant le voyage, 10 années se sont écoulées sur Terre — on est en 2006 —, mais une seule dans la fusée, parce qu'elle se déplaçait très rapidement. À l'embouchure du trou de ver, côté fusée, on est donc en 1997 et à l'autre bout, côté maison, en 2006. Ainsi, si une personne entre dans le tunnel par l'ouverture située dans la maison, elle devrait ressortir à l'autre bout, dans la fusée, en 1997 !

« Seulement, pour réussir cette entreprise, conclut Stéphane Durand, il faudra à la fois relever le défi technologique des énergies mises en cause, fabriquer une matière exotique dont on sait peu de choses, puis, enfin, réunir en une même théorie la relativité et la physique quantique. »

Tout un programme ! De plus, l'unification des deux grandes théories suppose qu'une théorie du Tout devrait réunir en une seule toutes les forces connues de l'Univers. Sur ce plan, la science a d'ailleurs fait de grands pas. Les travaux de Stephen Hawking s'inscrivent dans cette démarche et il se dit de plus en plus certain qu'on approche du but. C'est notamment pour cette raison qu'il s'est finalement déclaré favorable aux idées de Thorne.

Auparavant, Hawking avait de sérieux doutes sur les voyages dans le temps pour la raison qui suit : « Si les voyages dans le temps sont possibles, pourquoi ne sommes-nous pas envahis par des touristes venus du futur ? »

Pour lui répondre, Stéphane Durand se range encore une fois du côté de Kip Thorne, qui a décidément pensé à tout. « Avec la machine de Thorne, on ne pourrait jamais reculer à une époque qui précéderait son invention. Ainsi, avec une machine fabriquée aujourd'hui, il serait impensable de reculer jusqu'à hier. Dans un an comme dans mille, le retour dans le passé serait possible à toutes les époques, sauf à celles qui précéderaient la conception de la machine. D'où l'impossibilité jusqu'à ce jour de recevoir la visite des habitants du futur... Je crois que Hawking a fini par accepter cette idée. »

Donc, même si on peut un jour voyager dans le passé, jamais on ne pourra retourner sur le *Titanic* avant le naufrage pour convaincre le capitaine de mettre ses lunettes...

La loi de la causalité dit également qu'un effet ne peut précéder sa cause. On a vu l'illustration de cette loi dans des films comme *Back to the Future*. Qu'arriverait-il

La machine à voyager dans le temps de Kip Thorne



Au moment du départ, nous sommes en 1996, dans la maison comme dans la fusée.



La fusée voyage à une vitesse proche de celle de la lumière. Le trou de ver s'étire et relie continuellement la maison à la fusée.



Comme le veut la relativité restreinte, le temps passe plus vite dans la maison immobile que dans la fusée qui voyage à une vitesse proche de celle de la lumière. Les temps dans la maison et dans la fusée ne sont plus les mêmes.



La fusée revenue, 10 ans se sont écoulés sur Terre tandis qu'une seule année a pu, par exemple, s'écouler dans la fusée. Une personne vivant dans la maison se trouve donc en l'an 2006. En traversant le trou de ver de la maison à la fusée, elle en ressortirait en 1997. Et, aussi invraisemblable que cela puisse paraître, elle pourrait en théorie rencontrer son double.



La même personne refait le chemin inverse, repasse par le trou de ver et se retrouve de nouveau en 2006.

Rémy Simard

si un personnage revenant à une époque précédant sa naissance empêchait le mariage de sa mère avec son père ? Il cesserait d'exister ?

On ne viendra pas ici à bout de ce dilemme qui, du reste, peut être contourné en imaginant qu'un explorateur du temps revient plutôt dans un univers parallèle, où ses agissements n'ont pas d'influence sur son univers d'origine.

En tenant compte des problèmes que pose la loi de la causalité et des monstrueuses embûches technologiques à surmonter, est-il raisonnable de penser qu'on puisse, un jour, fabriquer une machine aussi invraisemblable ?

Stéphane Durand entretient un optimisme mesuré à ce sujet, un optimiste lié à la nature même de son travail. « Les gens qui font des recherches en physique théorique ont l'habitude de mettre de côté leur sens commun pour interpréter les résultats des équations. Plus on progresse, plus la physique devient abstraite. Essayez d'imaginer un univers en 10 ou 26 dimensions : c'est impossible, ça dépasse l'imagination humaine. Mais comme l'histoire a prouvé que des résultats cohérents en mathématiques mais absurdes sur le plan physique ont par la suite été prouvés, on garde l'esprit ouvert, même devant des idées aussi folles que les voyages dans le temps. »

Dans un essai publié en 1977, Stephen Hawking affirmait qu'à cause de sa trop grande complexité mathématique « la relativité générale a été largement ignorée et est restée dans le marasme durant près de 50 ans » ! Elle est pourtant considérée aujourd'hui par tous comme l'une des plus puissantes théories.

Si des sommités comme Hawking se permettent de rêver tout haut, pourquoi n'en ferions-nous pas autant ? ●

Pour en savoir plus :

Cosmic Time Travel, A Space Odyssey, par Barry Parker. Plenum Press.

Si vous lisez l'anglais, cet excellent ouvrage explore dans un langage accessible (malgré l'usage de quelques formules assez indigestes) toutes les théories imaginées à ce jour pour voyager dans le temps et vers les confins de l'Univers.

The Physics of Star Trek,

par Lawrence M. Krauss. Basicbooks. Disponible en français sous le titre *La physique de Star Trek*, ce livre au ton léger passe en revue tous les gadgets (téléportation et autres *warp drive*) de la célèbre équipée en les confrontant aux théories actuelles de la science. Stephen Hawking y signe une introduction assez peu consistante mais sympathique. Un must pour les fans de la série.

F. D., un cas d'immaculée conception ?



Govaux Photo / Megapress / Rapho

Un petit Écossais vient de donner la frousse à l'ensemble des représentants du sexe masculin : un peu plus, et il démontrait qu'on peut se passer d'eux pour expliquer le grand mystère de la vie !

par Michel Groulx

Les généticiens devront récrire leurs manuels; les sexologues, réviser leurs cours; et les parents, expliquer à nouveau les mystères de la vie à leurs rejetons : on vient de « découvrir » un enfant qui est en partie le fruit d'une parthénogenèse — c'est-à-dire le développement d'un ovule non fécondé — et qui, par le fait même, défie toute les lois connues de la nature !

Depuis sa naissance, F. D., un petit Écossais de trois ans et demi, souffrait d'une malformation de la moitié gauche de son visage et présentait des troubles de comportement ainsi qu'un léger retard d'apprentissage. Croyant avoir affaire à une maladie génétique, ses médecins ont décidé de procéder à une analyse des chromosomes (un caryotype des globules blancs).

Ils ont constaté que les cellules sanguines de l'enfant avaient bel et bien 23 paires de chromosomes, comme toute cellule humaine normalement constituée. Toutefois, la 23^{me}, celle des chromosomes sexuels, leur réservait une surprise de taille : elle comportait deux chromosomes X, comme en ont les filles, et non un chro-

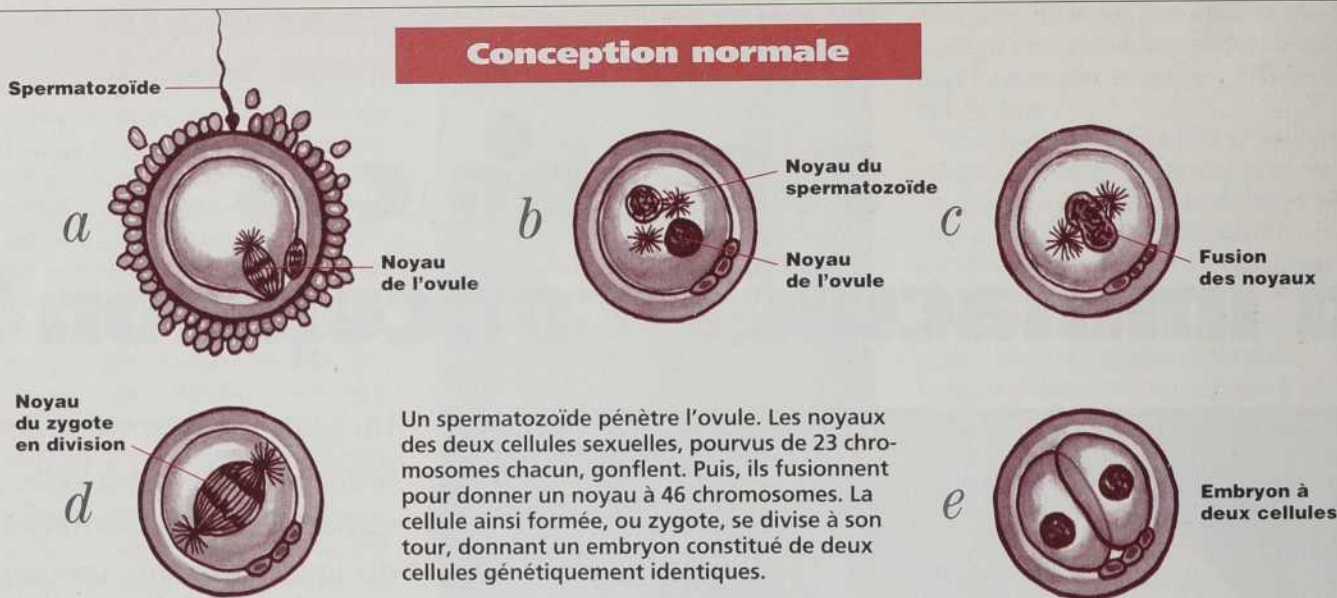
mosome X et un chromosome Y, comme on s'attendait à trouver chez un garçon.

Les généticiens ont d'abord soupçonné un cas de pseudo-hermaphrodisme. Les pseudo-hermaphrodites sont des garçons XX ou des filles XY, des enfants dont le sexe chromosomique ne correspond pas au sexe morphologique. L'anomalie est rare, mais pas exceptionnelle puisqu'on en rapporte un cas sur 20 000.

Mais ils faisaient fausse route. En effet, un second caryotype, cette fois des cellules de la peau de l'enfant, indique que les cellules comportent des chromosomes XY, soit les chromosomes d'un garçon parfaitement normal ! Stupéfaction à l'hôpital d'Édimbourg, où F. D. est traité : l'enfant serait une *chimère*, c'est-à-dire un individu formé de deux lignées de cellules d'origine génétique différente.

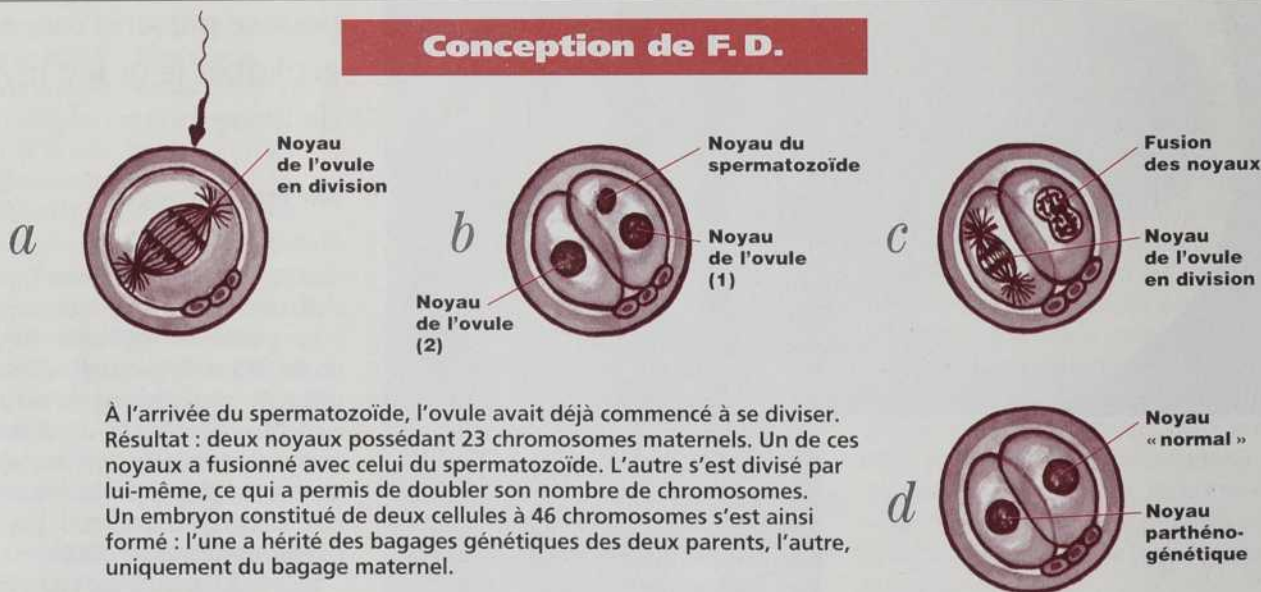
Les chimères génétiques — en référence à l'animal mythologique à tête de lion, ventre de chèvre et queue de dragon — sont le plus souvent des créations expérimentales. Elles s'obtiennent, par exemple, en fusionnant deux embryons de souris. Mais, dans la vraie vie, c'est un phénomène rarissime. Normalement, toutes les cellules corporelles d'un individu sont génétiquement identiques, puisqu'elles sont sensées provenir d'une même cellule, l'ovule fécondé, qui s'est divisé en myriades de copies conformes.

Conception normale



Un spermatozoïde pénètre l'ovule. Les noyaux des deux cellules sexuelles, pourvus de 23 chromosomes chacun, gonflent. Puis, ils fusionnent pour donner un noyau à 46 chromosomes. La cellule ainsi formée, ou zygote, se divise à son tour, donnant un embryon constitué de deux cellules génétiquement identiques.

Conception de F. D.



À l'arrivée du spermatozoïde, l'ovule avait déjà commencé à se diviser. Résultat : deux noyaux possédant 23 chromosomes maternels. Un de ces noyaux a fusionné avec celui du spermatozoïde. L'autre s'est divisé par lui-même, ce qui a permis de doubler son nombre de chromosomes. Un embryon constitué de deux cellules à 46 chromosomes s'est ainsi formé : l'une a hérité des bagages génétiques des deux parents, l'autre, uniquement du bagage maternel.

Appelé en renfort, le généticien David Bonthron, de l'Université d'Édimbourg, effectuée une dernière analyse qui va le jeter en bas de sa chaire : il constate que *tous* les chromosomes des cellules sanguines de F.D. proviennent de l'ovule, donc qu'ils sont tous d'origine *maternelle*. L'enfant a véritablement le sang de sa mère !

Du jamais vu. Habituellement, les cellules d'un individu — exception faite de ses cellules sexuelles — héritent à la fois des 23 chromosomes du spermatozoïde et de l'ovule. C'est en quelque sorte le témoignage permanent, gravé dans chaque cellule, de la fécondation originelle.

En l'absence de ce témoignage, on aurait facilement pu conclure que F. D. était né du développement d'un ovule qui n'avait jamais été fécondé. Une hypothèse assez dévalorisante merci pour des générations

de pères... Mais ce n'était pas le cas, puisque les cellules de la peau de l'enfant, avec leurs chromosomes sexuels XY, avaient reçu leur juste part de l'héritage génétique paternel.

L'hypothèse de David Bonthron pour expliquer cette curiosité de la nature n'est pas moins troublante. Selon lui, F. D. serait né d'un ovule dont le noyau a commencé à se diviser *avant même* l'arrivée du spermatozoïde. Le retardataire aurait trouvé, en arrivant sur les lieux, non pas un ovule, mais un tout jeune embryon contenant déjà deux noyaux cellulaires distincts. Il n'en aurait fécondé qu'un. Celui-ci aurait donné naissance à une lignée de cellules normales, porteuses des bagages génétiques paternel et maternel. Quant au noyau non fécondé, il aurait réussi, contre toute attente, à poursuivre son développement.

Il aurait engendré une lignée de cellules parthénogénétiques, c'est-à-dire n'ayant reçu que l'héritage génétique maternel. Ces deux lignées cellulaires seraient restées accolées, contribuant au développement d'un être composite.

Pour les biologistes, F. D. est un cas extraordinaire. Son existence suppose un double concours de circonstances. D'abord, l'ovule a entamé sa division sans attendre le spermatozoïde. Ce phénomène, baptisé activation parthénogénétique, a parfois été observé par des spécialistes de la fécondation *in vitro*. « Mais les embryons ainsi formés ne sont jamais viables », précise Raymond Lambert, du Centre de recherche en biologie de la reproduction du CHUL, à Québec. « Lorsque l'ovule subit une activation parthénogénétique, ajoute-t-il, seul son cytoplasme, et

C'est quoi la recherche?

La recherche c'est important pour toi:
c'est **NOTRE** investissement
dans **TON** avenir!

C'est ce qui te permet de mieux évoluer dans le milieu social et physique où tu grandis.

Et c'est pour toi et moi que le Fonds FCAR, organisme québécois qui relève du Ministre de l'Éducation, participe au financement des activités de recherche de près de 2500 chercheurs universitaires et de plus de 2000 étudiants. Ces derniers deviendront à leur tour chercheurs qui travailleront au profit de la société québécoise d'aujourd'hui et de demain.

Les efforts de tous ces gens te permettront d'explorer des horizons encore jamais dévoilés et contribueront à assurer ton mieux-être.

Le Fonds FCAR, un
levier important pour le
Québec et sa recherche!



FCAR

Fonds pour la Formation
de Chercheurs et l'Aide
à la Recherche

140, Grande Allée Est, bureau 450
Québec (Québec)
G1R 5M8

Téléphone: (418) 643-8560
Télécopieur: (418) 643-1451
Internet: info@fcar.qc.ca
Site WWW au <http://www.fcar.qc.ca>



non son noyau, se divise. Il ne peut donc pas donner naissance à un embryon. »

Mais l'ovule qui a donné naissance à F. D. s'est pourtant divisé en deux cellules, chacune pourvue d'un noyau, et donc viables. Comment est-ce possible ? On se perd en conjectures, mais il semble que cela arrive parfois... Chez certaines souches de souris, par exemple, des embryons parthénogénétiques se développent spontanément. Il existe même des « recettes » permettant d'en fabriquer à volonté, notamment en plongeant des ovules dans une solution alcoolisée.

Cependant, à notre connaissance, aucun embryon parthénogénétique de mam-

mifère n'avait jamais survécu. Chez ces vertébrés, la parthénogenèse serait irréalisable en raison d'un phénomène découvert au milieu des années 80 et encore mal connu, l'imprinting génétique. La théorie de l'imprinting veut que l'ensemble des chromosomes d'un mammifère — et pas seulement les chromosomes sexuels — portent l'empreinte de leur sexe d'origine, père et mère. La présence conjointe de ces signatures masculine et féminine serait essentielle à la survie des cellules. La théorie peut être vérifiée sur un ovule de souris qui vient juste d'être fécondé : si on retire le noyau du spermatozoïde et qu'on le remplace par celui

d'un autre ovule, l'embryon avorte inmanquablement.

Là encore, F. D. a fait un pied de nez à la théorie : ses cellules sanguines sont bien vivantes mêmes si elles ne sont pourvues que du seul bagage génétique maternel. « Il faut supposer que ces cellules sont capables de se passer de la contribution génétique paternelle », écrit David Bonthron dans la revue *Nature Genetics*. Comment ? On n'en sait rien. Mais l'imprinting a tout de même joué un rôle dans la plupart des autres tissus de l'enfant.

Il semble que seul un petit nombre de ses cellules — peut-être uniquement celles de son sang — sont issues de la lignée parthénogénétique. En fait, la plupart de ses cellules anormales auraient été carrément éliminées lors du développement embryonnaire. F. D. serait donc un enfant qui tient un tout petit peu plus de sa mère que de son père.

C'est sans doute la prédominance des cellules normales dans son organisme qui a permis à F. D. de survivre. « Les cellules parthénogénétiques fonctionnent mal, dit David Bonthron. Elles sont sans doute à l'origine de la malformation faciale et des troubles psychomoteurs de l'enfant. » Le chercheur croit toutefois que le garçon est fertile et qu'il pourra donner naissance à une descendance normale, ses tissus germinaux étant exempts de cellules parthénogénétiques.

F. D. est le premier cas connu d'une chimère parthénogénétique chez l'humain. Toutefois, il faut rappeler que la moitié seulement des malformations congénitales ont une cause connue. « Il n'est pas impossible que ce type d'anomalie soit plus fréquent qu'on ne le pense », dit Serge Melançon, généticien à l'hôpital Sainte-Justine de Montréal.

Peut-on alors concevoir que la parthénogenèse devienne une technologie de reproduction du futur, comme dans les (pires) romans de science-fiction, qui nous dépeignent un monde où les hommes ne sont plus nécessaires ?

Certes, les femelles de nombreuses espèces animales font un usage courant de ce mode de reproduction. Mais le cas de F. D. démontre que, chez l'humain, ce scénario est improbable. « On abaisse parfois le spermatozoïde au rang de simple bougie d'allumage de l'ovule, déplore Robert Sullivan, du Centre de recherche en biologie de la reproduction du CHUL. C'est méconnaître les nombreux rôles qu'il joue lors de la conception : le gamète mâle mérite qu'on lui réserve un meilleur sort ! » ●



Innovatech
Grand Montréal

LA SOCIÉTÉ INNOVATECH DU GRAND MONTRÉAL

est un organisme paragouvernemental mis en place par le gouvernement du Québec pour promouvoir l'innovation technologique. Le territoire qu'elle dessert englobe les régions de Montréal et de Laval, une partie de la Montérégie, ainsi que les régions des Laurentides, de Lanaudière, de l'Outaouais et de l'Abitibi-Témiscamingue.

LES INITIATIVES ADMISSIBLES À UNE PARTICIPATION FINANCIÈRE

Toute personne, association ou société peut présenter à la Société une proposition d'initiative ayant pour objet la réalisation, sur le territoire couvert, d'activités liées au processus d'innovation technologique, y compris la recherche et développement, le transfert de technologie et la mise en valeur économique d'une innovation. Pour être recevable, l'initiative soumise doit correspondre à la mission et aux objectifs de la Société. Cette information doit être présentée sous forme d'un plan d'affaires.

À noter que la Société n'apporte pas de soutien financier pour la préparation du plan d'affaires.

LE MONTANT ET LA FORME DES PARTICIPATIONS FINANCIÈRES

Dans le cas d'un organisme à but non lucratif, la participation financière de la Société est d'au plus 75 % du financement total; dans le cas d'une société commerciale, cette limite est établie à 40 %.

Veuillez adresser vos propositions d'initiatives à :

Société Innovatech du Grand Montréal

À l'attention du président-directeur général

2020, rue University, bureau 1527

Montréal (Québec) H3A 2A5

Téléphone : (514) 864-2929 • Télécopieur : (514) 864-4220
1 800 883-7319

Les 10 découvertes de l'année



De la naissance de l'Univers aux particules fondamentales de la matière, la science s'intéresse à tout ! Tellement, qu'il est difficile de sélectionner 10 découvertes québécoises parmi toutes celles qui ont marqué l'année 1995.

Pour faire le tour du paysage scientifique québécois, nous avons d'abord demandé aux universités et aux centres de recherche de nous faire part de leurs succès de l'année.

Nous avons aussi consulté des quotidiens, des publications gouvernementales et universitaires ainsi que des magazines de vulgarisation scientifique. Nous disposions alors d'un bon nombre de candidats.

Lorsque le temps est venu de choisir les 10 découvertes de l'année, nous nous sommes basés sur certains critères, notamment la publication de la recherche dans une revue scientifique où les articles sont évalués par des pairs, l'impact sur le domaine de recherche et l'amélioration du bien-être humain. Nous avons aussi tenté, dans la mesure du possible, d'atteindre un équilibre entre les différentes disciplines. Comme l'an dernier, les sciences de la vie occupent tout de même une place considérable. Ce n'est pas un hasard, car ce secteur de recherche est celui où le Québec consacre le plus d'efforts.

Il y a bien sûr une bonne part de subjectivité dans les choix que nous avons faits. Certaines découvertes nous ont émus, d'autres nous ont émerveillés, d'autres encore nous ont révélé des univers dont nous ne soupçonnions même pas l'existence.

Mais, surtout, l'ensemble de ces 10 découvertes reflète la vigueur et la diversité de la science québécoise. C'est d'ailleurs l'impression que nous aimerions que vous gardiez après avoir lu ce dossier, plutôt que celle d'une sorte de tableau d'honneur où, de toute façon, il aurait manqué d'espace pour tous ceux qui auraient dû s'y retrouver.

Mais, surtout, l'ensemble de ces 10 découvertes reflète la vigueur et la diversité de la science québécoise. C'est d'ailleurs l'impression que nous aimerions que vous gardiez après avoir lu ce dossier, plutôt que celle d'une sorte de tableau d'honneur où, de toute façon, il aurait manqué d'espace pour tous ceux qui auraient dû s'y retrouver.

*Un dossier d'Isabelle Montpetit
Recherche : Marie-Noëlle Marie*



L'origine des continents

En étudiant le sous-sol du Nord-Ouest québécois, Andrew Calvert et ses collègues ont réussi à prouver hors de tout doute que la formation des continents est liée aux mouvements des plaques tectoniques.

La Terre a vu le jour il y a 4,6 milliards d'années, à la suite de la condensation de la nébuleuse solaire. Pendant les quelques centaines de millions d'années qui ont suivi sa naissance, notre planète a été bombardée de météorites. Puis, les volcans ont projeté dans l'atmosphère des quantités phénoménales de vapeur d'eau, créant par la suite les océans.

La terre ferme est apparue plus tard, lorsque les roches — les plus vieilles ont quatre milliards d'années — ont commencé à former des continents. Comment les premières roches ont-elles surgi de l'océan primordial ? Et comment se sont-elles façonnées en continents ? Les travaux d'une équipe de géologues québécois, faisant partie du projet Lithoprobe — un projet d'étude sur l'histoire géologique du continent nord-américain et notamment celle du Canada —, apportent un élément de réponse à cette question. Ils ont démontré que la tectonique des plaques existait déjà il y a 2,7 milliards d'années.

C'est au nord-ouest du Québec que les chercheurs Andrew Calvert, de l'École Polytechnique de Montréal, Edward Sawyer, de l'Université du Québec à Chicoutimi, William Davis, de la Commission géologique du Canada, et John Ludden, aujourd'hui installé en France, ont fait la découverte. L'équipe s'intéressait tout particulièrement à la frontière entre deux régions géologiques



Pour comprendre la genèse des continents, les géologues ont eu recours à un outil singulier : un camion d'une vingtaine de tonnes qu'ils ont fait vibrer à très basse fréquence. Le son émis se répercutait jusque dans les couches profondes de la Terre. On en tirait des relevés sismiques qui ont informé les chercheurs de la composition du sous-sol. On a ainsi pu refaire l'histoire géologique de la région.

du Québec : l'Abitibi, au sud de Matagami, et tout à côté, l'Opatoca, qui s'étend au nord jusqu'à la baie James.

« Ces deux régions sont voisines et, pourtant, les roches qui les composent sont très différentes, explique Andrew Calvert. Elles n'ont donc pas la même origine géologique. » Par contre, on s'entend pour dire qu'elles datent toutes les deux d'environ 2,7 milliards d'années; elles remontent donc à l'archéen, la plus ancienne période géologique.

Pour mieux comprendre l'origine des deux régions, on a effectué des relevés sismiques en émettant des sons puissants, qui ont été réfléchis jusque dans les couches profondes de la Terre, soit à 70 kilomètres dans le sous-sol. « Le son est réfléchi lorsqu'il y a des ruptures dans la continuité du roc, dit le chercheur. Par exemple, des fractures ou encore un change-

ment dans la composition rocheuse. » En interprétant ces ondes sonores réfléchies, on peut établir un portrait des profondeurs de la Terre.

Pour parvenir à émettre des sons d'une aussi grande puissance, les géologues se sont servis d'un camion d'une vingtaine de tonnes qu'ils ont installé sur un support de métal et qu'ils ont ensuite fait vibrer à très basse fréquence. Pourquoi un camion ? Tout simplement parce qu'on pouvait facilement le déplacer d'un site à l'autre ! Les chercheurs ont ainsi parcouru 230 kilomètres sur la route qui relie le sud de Matagami

à la baie James. En 15 jours, ils ont fait des milliers de relevés sismiques.

L'analyse de ces relevés allait causer tout un émoi. Juste à la frontière entre l'Abitibi et l'Opatoca, on voyait très clairement la couche supérieure de l'écorce terrestre plonger vers le centre de la Terre. « C'est la signature de la tectonique des plaques », explique Andrew Calvert.

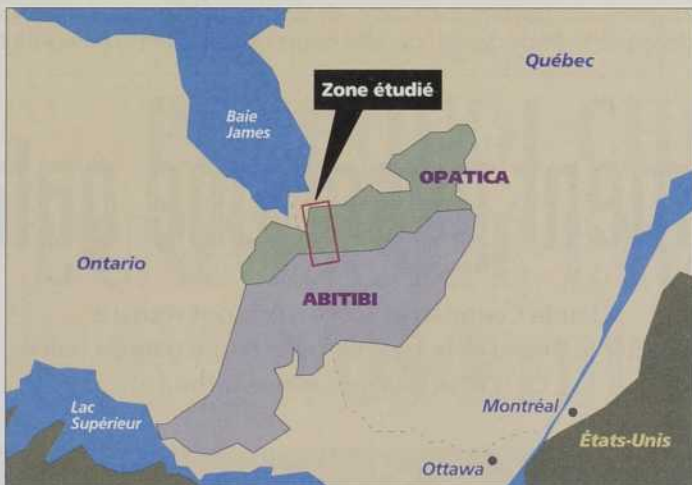
Aujourd'hui, on sait que les continents et les océans sont posés sur d'immenses plaques de la croûte terrestre, les plaques tectoniques, qui se déplacent sur une roche chaude et visqueuse, le magma. Les plaques tectoniques agissent en quelque sorte comme un gigantesque tapis roulant qui transporte les continents.

Entre les plaques, d'immenses fractures laissent jaillir le magma. Cette matière expulsée donne naissance à la croûte terrestre. Ainsi, la dorsale médio-Atlantique, une

fracture qui divise l'océan Atlantique du nord au sud, fabrique de la croûte terrestre depuis des dizaines de millions d'années.

Puis, à certains endroits en bordure des continents, la croûte plonge vers le centre de la Terre pour se fondre dans le magma. Ce sont les zones de subduction. Les collisions entre deux plaques jouent également un rôle dans la formation des continents. Le choc provoque le plissement de leur surface et la création de chaînes de montagnes. L'ensemble de ces mouvements agissant sur la croûte terrestre a été baptisé tectonique des plaques.

Si la majorité des géologues étaient convaincus que la tectonique des plaques existait déjà il y a 2,7 milliards d'années, certains croyaient plutôt que les premiers continents s'étaient formés à partir d'éruptions locales de magma. Au fil du temps, la roche se serait ainsi accumulée en hauteur et en largeur, créant les continents, un modèle qui exclut l'existence de zones de subduction. La décou-



Les chercheurs se sont intéressés à la frontière entre deux régions géologiques du Québec : l'Abitibi, au sud de Matagami, et tout à côté, l'Opatika, qui s'étend au nord jusqu'à la baie James. Ces deux régions sont voisines et, pourtant, les roches qui les composent sont très différentes. Il fallait comprendre pourquoi.

verte des géologues québécois, qui identifie clairement la présence de telles zones, dissipe donc tous les doutes qui pouvaient subsister sur l'existence de la tectonique des plaques.

Il y a 2,7 milliards d'années, selon l'hypothèse avancée par Andrew Calvert et ses collègues, les régions de l'Opatika et de l'Abitibi étaient des îles. La première était

un arc volcanique, comme le Japon d'aujourd'hui; la seconde, une succession de petites îles, des « microcontinents » formés par volcanisme. La plaque océanique sur laquelle se trouvaient ces microcontinents plongeait peu à peu sous l'Opatika, dans une zone de subduction. Au fur et à mesure que l'océan disparaissait, les microcontinents de l'Abitibi s'approchaient de l'Opatika, entraînant en collision avec elle et s'y fusionnaient. Au fil du temps, l'océan qui séparait les deux régions s'est complètement enfoncé dans les entrailles de la Terre.

Ces événements allaient donner naissance à une importante industrie du Québec. En effet, les gisements de cuivre, de zinc, d'or et de plomb aujourd'hui exploités en Abitibi se sont formés sur le plancher océanique qui occupait la région à cette époque. Au moment de la collision avec l'Opatika, ces minéraux ont été ramenés à la surface, où les mineurs les recueillent aujourd'hui. La genèse de la Terre est aussi celle de l'industrie minière ! ●

DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE À LA THÉRAPEUTIQUE

Grâce au savoir-faire et à l'expertise de ses chercheurs, à ses équipements de pointe, à la qualité de la formation qu'on y dispense, le Centre de recherche du CHUL offre un milieu unique au Québec où la recherche fondamentale et appliquée ainsi que le partenariat sont favorisés.

Le Centre de Recherche du CHUL

À LA POINTE DE LA RECHERCHE BIOMÉDICALE DANS LE MONDE

Centre de Recherche du CHUL

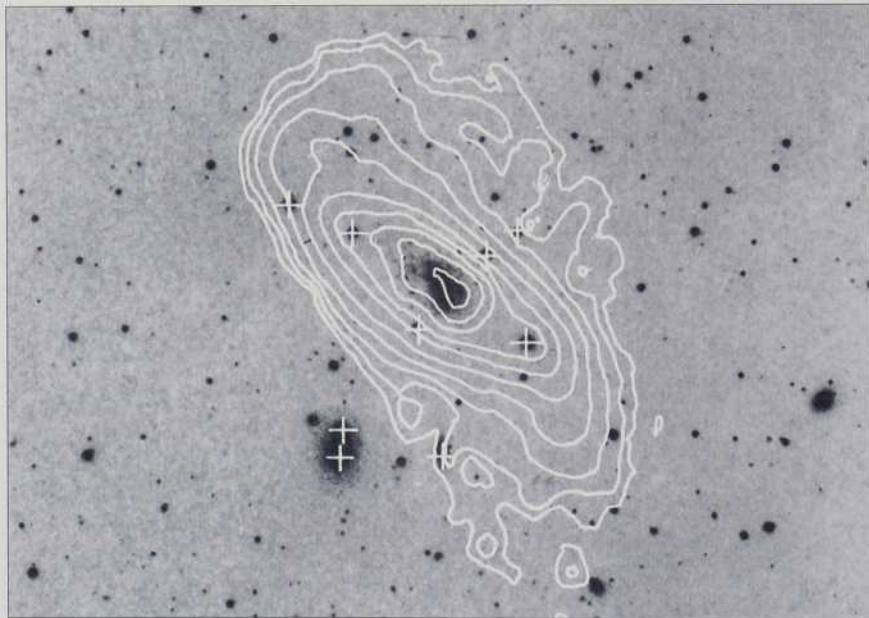
Comment peser une galaxie

Claude Carignan et son équipe ont réussi à estimer la masse et le tour de taille d'une galaxie naine. Ce n'était pas une mince tâche !

Les milliers d'étoiles que nous apercevons à l'œil nu ne représentent qu'une infime partie de la matière contenue dans l'Univers. En plus des étoiles, les galaxies renferment d'immenses nuages de gaz hydrogène qui ont servi de matière première à la formation des étoiles. Les restes de ces nuages forment aujourd'hui un disque invisible qui tourne autour des galaxies.

C'est ce disque d'hydrogène qui a permis à l'astronome Claude Carignan, de l'Université de Montréal, et à ses collaborateurs de mesurer pour la première fois la masse totale d'une galaxie. « Ce disque d'hydrogène est de deux à trois fois plus étendu que le disque d'étoiles de la galaxie », dit Claude Carignan. Impossible à observer à l'aide d'un télescope ordinaire, le disque émet cependant des ondes radio qui peuvent être perçues par un radiotélescope.

En pointant pendant plusieurs heures la coupole d'un radiotélescope en direction d'une galaxie, on peut évaluer la vitesse de rotation de son nuage d'hydrogène. Et si l'on connaît la vitesse de rotation de l'hydrogène en périphérie d'une galaxie, on peut calculer la masse totale de cette galaxie à l'aide d'une formule physique très simple. Sauf qu'à une certaine distance, dans la plupart des galaxies, on ne détecte pas la présence d'hydrogène en périphérie. « Le nuage d'hydrogène semble s'interrompre brusquement, dit Claude Carignan. Il n'y a alors plus rien que l'on puisse mesu-



La galaxie DDO 154 a une particularité : son nuage d'hydrogène s'étend jusqu'aux limites de son territoire. Il devenait donc possible de mesurer sa vitesse de rotation en périphérie et, par conséquent, sa masse. C'est en captant les ondes radio émises par le disque d'hydrogène que l'astronome a pu retracer les limites de la galaxie et en déterminer le poids.

rer, même si l'on sait que les limites de la galaxie sont loin d'être atteintes. »

La galaxie DDO 154 n'est toutefois pas comme les autres : son nuage d'hydrogène s'étend jusqu'aux limites de son territoire. Il devenait donc possible de mesurer sa vitesse de rotation en périphérie et, par conséquent, sa masse.

« Il a fallu 11 ans d'observations et de calculs avant de pouvoir évaluer la masse totale de DDO 154 », fait remarquer Claude Carignan. Il a effectué ses premières observations au Very Large Array Telescope (VLAT) du Nouveau-Mexique, un immense observatoire qui regroupe 27 radiotélescopes qui mesurent chacun 25 mètres de diamètre. Ils sont reliés en un réseau qui simule une coupole gigantesque — la plus puissante au monde, fournissant un luxe de détails sur les objets observés.

Le VLAT a été braqué en direction de

DDO 154 pendant 12 heures et il a pris des mesures toutes les 30 secondes. Il a ensuite fallu des mois de travail pour interpréter ces données.

C'est là que Claude Carignan a constaté que le VLAT était trop puissant pour ce qu'il souhaitait faire. Programmé pour détecter une aiguille dans une botte de foin, l'appareil était tout simplement incapable de voir le nuage d'hydrogène jusqu'à sa périphérie. Lorsqu'on regarde le bout de son nez, on perd de vue le panorama !

Claude Carignan a donc déménagé ses pé-



L'astronome Claude Carignan : « Il a fallu 11 ans d'observations et de calculs avant de pouvoir évaluer la masse totale de DDO 154. »

nates en Colombie-Britannique, au radiotélescope de Penticton. Après cinq semaines d'observations, il avait entre les mains suffisamment de données brutes pour calculer la masse de DDO 154. Puis, il a mis cinq ans à les analyser, à produire une carte de la galaxie et, finalement, à calculer sa masse : trois milliards de fois celle de notre soleil.

POURQUOI CHOISIR L'UNIVERSITÉ LAVAL POUR VOS ÉTUDES DE 2^e ET 3^e CYCLES ?

Pour le savoir : (418) 656-2464 ou 1-800-561-0478

Des professeurs
chercheurs
chevronnés
qui partagent
leur savoir

Des programmes
de formation
adaptés aux
nouveaux besoins

Des programmes
importants
de bourses et de
soutien financier

Une université
complète
dans un milieu
stimulant

Des liens
étroits avec
l'entreprise privée
et le marché
du travail



 UNIVERSITÉ
LAVAL

*Faculté des
études supérieures*

LE SAVOIR DU MONDE
PASSE PAR ICI

Renée Cloutier, professeur Faculté des sciences de l'éducation	Dinh N. Nguyễn, doyen Faculté des études supérieures
Denis Bélanger, étudiant Maîtrise en administration des affaires	Annik Delagrave, étudiante Doctorat en génie civil
	Bastien Bouchard, étudiant Maîtrise en communication publique

Pavillon Jean-Charles Bonenfant, Québec, Canada G1K 7P4

« En soi, la masse de la galaxie n'a pas vraiment d'importance, dit Claude Carignan. C'est surtout son étendue qui pourrait modifier certaines de nos conceptions sur l'Univers. »

L'astronome fait notamment allusion aux quasars, ces objets célestes presque aussi vieux que l'Univers. Leur lumière parcourt l'Univers depuis sa formation, ou presque. Or, cette lumière semble avoir été absorbée en chemin. Probablement par des galaxies naines comme DDO 154, estiment plusieurs astrophysiciens. Sauf que, pour expliquer l'absorption de la lumière des quasars, les galaxies naines devraient mesurer au moins 300 000 années-lumière de diamètre. Et DDO 154 est 12 fois plus petite.

« Si toutes les galaxies naines sont aussi petites, les astrophysiciens devront trouver d'autres candidats pour expliquer l'absorption de la lumière des quasars », affirme Claude Carignan.

L'astronome a également constaté que les étoiles et l'hydrogène ne comptent que pour 10 % de la masse totale de DDO 154, le reste étant absolument impossible à détecter avec les appareils dont on dispose actuellement. Cette matière mystérieuse qu'on trouve à la périphérie des galaxies, les astronomes l'appellent matière sombre. Ils n'ont aucune idée de sa nature. Certains ont imaginé qu'elle pourrait être composée de nouvelles particules élémentaires, qui pourraient combler ce déficit de matière de l'Univers. Ils leur ont donné des noms exotiques : ainsi, le ciel étoilé est peut-être rempli de gavitinos, de photinos et de neutralinos... ●

Santé

Une découverte importante, car elle pourrait faciliter le diagnostic prénatal de la trisomie 21

Mongolisme : un meilleur dépistage

Jean-Claude Forest et son équipe ont mis au point un test simple et efficace qui contribuera à détecter plus rapidement les femmes qui risquent d'avoir un enfant atteint de trisomie 21. Et à éviter bien des drames.

Une équipe de l'Université Laval a démontré qu'il serait possible d'identifier, dès la dixième semaine de la grossesse, les femmes qui risquent d'avoir un enfant trisomique. Et cela, grâce à une simple prise de sang. Les parents seront les premiers soulagés.

Appelée aussi mongolisme ou syndrome de Down, la trisomie 21 est une maladie génétique causée par la présence dans les cellules de 3 copies du chromosome 21, au lieu de 2. Pour la diagnostiquer, on a recours à l'amniocentèse, actuellement l'une des seules méthodes qui permet de savoir avec certitude si le fœtus est trisomique.

La mise au point d'un test pour dépister la trisomie 21 : un travail d'équipe.

De gauche à droite : Jean-Marie Moutquin, Micheline Bélanger, Jean-Claude Forest, Jacques Massé et, debout en arrière, François Rousseau

À l'aide d'une longue aiguille qu'on insère dans le ventre de la mère, on prélève un peu du liquide dans lequel baigne le fœtus, puis on observe les cellules du fœtus au microscope afin de compter les chromosomes.

Malheureusement, on ne peut pratiquer cet examen avant le deuxième trimestre de la grossesse. Et ce prélèvement comporte des risques. Dans environ un cas sur 400, l'amniocentèse entraîne une fausse couche ou des malformations congénitales chez le bébé. C'est pourquoi on la réserve aux femmes dont le risque d'avoir un enfant atteint de mongolisme est élevé. Ce risque augmente avec l'âge de la mère : à 20 ans le risque de mettre au monde un enfant mongolien est de 1 sur 1 500; à 35 ans, il est de 1 sur 385; à 40 ans, de 1 sur 110.

Pour le moment, on ne pratique l'amniocentèse que sur les femmes de 35 ans et plus, car, à cet âge, le risque lié à l'intervention est à peu près équivalent au risque de donner naissance à un enfant trisomique. Toutefois, 3 fois sur 4, les enfants trisomiques naissent de femmes ayant moins de 35 ans, tout simplement parce qu'elles sont beaucoup plus nombreuses à enfanter.

« Nous voulions élaborer une stratégie de dépistage qui s'adresserait à toutes les femmes, quel que soit leur âge, et qui s'appliquerait dès le premier trimestre de la grossesse », dit le docteur Jean-Claude Forest, qui a dirigé l'étude de l'Université Laval. Il fallait pour cela identifier d'autres facteurs permettant de déceler cette maladie.

Ces facteurs existent. Ainsi, pendant la grossesse, plusieurs substances sont produites par le placenta et se retrouvent en petites quantités dans le sang de la mère. Lorsque le fœtus est trisomique, certaines de ces substances sont trop abondantes, d'autres pas assez. Un bon nombre d'entre elles n'apparaissent qu'au deuxième tri-



Paul Laliberté, Service des communications, Université Laval

mestre alors que quelques-unes sont présentes dès la neuvième semaine de grossesse. Ce sont en quelque sorte des marqueurs de la trisomie 21.

Cependant, avant d'en arriver au test diagnostique, il faut réussir à démontrer que l'abondance de ces marqueurs dans le sang d'une femme peut réellement être associée à la maladie. C'est l'objectif que s'est fixé le docteur Forest et son équipe.

Les chercheurs ont donc prélevé du sang à plus de 14 000 femmes enceintes de moins de quatre mois. « Un véritable travail de fourmis », se rappelle Jean-Claude Forest. Les échantillons ont ensuite été congelés en attendant l'issue de la grossesse. En tout, 18 bébés trisomiques sont nés, et l'analyse des échantillons de sang de leur mère a révélé qu'ils contenaient tous des quantités anormales des marqueurs de la trisomie 21.

Mais attention ! Même si le sang de la mère comporte de tels marqueurs, cela ne signifie pas automatiquement que l'enfant est mongolien. « Cela nous permet plutôt de calculer plus précisément le risque », précise Jean-Claude Forest.

Le calcul de ce risque tient compte de l'âge de la mère et de la quantité de chacun des marqueurs dans son sang. Par exemple, à l'âge de 20 ans, le risque mathématique d'avoir un enfant trisomique est de 1 sur 1 500. Mais si le sang de la femme contient des quantités anormales de marqueurs, le risque peut passer à 1 sur 200. On recommandera alors une amniocentèse pour vérifier si l'enfant est trisomique. À l'inverse, une femme de 35 ans pourra voir son risque réduit à 1 sur 1 000 si les marqueurs sont en quantité normale. Elle pourra donc éviter l'amniocentèse.

Le docteur Forest estime qu'il pourrait

détecter 60 % des cas de trisomie 21 avec une prise de sang au premier trimestre et une recommandation d'amniocentèse aux femmes dont le risque est élevé. Actuellement, avec l'amniocentèse seulement, on ne détecte que 25 % des fœtus trisomiques.

Selon lui, si les résultats de cette étude sont confirmés, le test diagnostique de la trisomie 21 au premier trimestre sera offert au public d'ici deux ans. Entre-temps, d'autres marqueurs pourraient être utilisés. Son équipe tente, par exemple, de recueillir des cellules du fœtus directement dans le sang de la mère, au lieu de passer par le liquide amniotique. On s'intéresse aussi au pli de la nuque, plus prononcé chez les fœtus trisomiques, qui pourrait éventuellement être perçu lors de l'échographie. « Notre objectif ultime, dit Jean-Claude Forest, est de diagnostiquer 80 % des cas de trisomie au premier trimestre. » ●

Médecine

Une découverte importante, car elle pourrait réduire considérablement les souffrances des grands brûlés

Des cellules pour soulager les grands brûlés

Tout comme on peut faire un don de sang, il sera peut-être bientôt possible de faire un don de peau aux grands brûlés.

Jusqu'au début des années 80, une personne dont la peau était brûlée à plus de 50 % était vouée à une mort presque certaine. Aujourd'hui, à partir d'un petit fragment de peau intacte d'un grand brûlé, on réussit à fabriquer plusieurs mètres carrés d'épiderme qu'on peut ensuite lui greffer. Mais il faut attendre des semaines, voire des mois, avant d'obtenir suffisamment de peau pour couvrir toutes les brûlures. Des semaines de souffrance intense pour le patient, sans compter de graves risques d'infection et de déshydratation. D'ailleurs, 10 % des grands brûlés ne survivent pas à cette attente.

Une découverte de l'immunologiste Mahmoud Rouabhia et de ses collègues du Laboratoire de recherche sur les grands brûlés à Québec pourrait permettre de réduire considérablement ce délai si on réussit à l'utiliser chez l'humain. En effet, en

mélangeant différents types de cellules de souris, les chercheurs ont réussi à produire et à greffer de l'épiderme beaucoup plus rapidement qu'avec la méthode classique.

Normalement, pour fabriquer de l'épiderme de culture, il faut prélever sur le patient un morceau de peau saine de la taille d'un timbre-poste. On sépare ensuite les cellules les unes des autres et on les place dans un cocktail de substances nutritives et d'hormones qui stimulent leur prolifération. Après plusieurs jours, le fond du flacon est recouvert d'un feuillet d'épiderme qui ressemble à un mouchoir de papier mouillé. On sépare de nouveau les cellules de ce feuillet, on les répartit dans plusieurs flacons et on répète cette procédure jusqu'à l'obtention de plusieurs dizaines de feuillets d'environ 50 centimètres carrés chacun.

L'équipe de Mahmoud Rouabhia a légèrement modifié cette technique. Ils ont

mélangé des cellules d'épiderme de deux souris différentes avant de les mettre en culture. Ils ont pu greffer sur une souris de l'épiderme qui contenait jusqu'à 75 % de cellules allogéniques, c'est-à-dire qui provenaient de la peau d'une autre souris. De plus, il a fallu quatre fois moins de temps pour produire cet épiderme de culture qu'avec la technique habituelle !

Pendant longtemps, on a tenté de greffer aux grands brûlés de la peau allogénique provenant de cadavres humains, ou encore de la peau de porc. Ce type de greffe tient quelques jours sans être rejeté, car le système immunitaire d'un grand brûlé est très affaibli. Mais le corps finit par se ressaisir, et il détruit cette peau d'origine étrangère.

Le système immunitaire des souris se débarrasse lui aussi d'un épiderme qui ne contient que des cellules allogéniques. Mais la présence d'un petit nombre de

cellules de la souris hôte suffit à retarder ce rejet. En fait, 11 ou 12 jours après la greffe, les cellules allogéniques disparaissent et sont remplacées par les cellules de la souris hôte. « Notre procédé semble duper le système immunitaire des souris », constate le docteur Mahmoud Rouabhia. Il soupçonne qu'après la greffe les cellules allogéniques produisent des substances qui stimulent la prolifération de leurs voisines. « Lorsque le système immunitaire est activé, les cellules allogéniques ont déjà joué leur rôle et peuvent alors être éliminées », ajoute-t-il.

Si cette technique fonctionne chez l'humain — et cela reste à démontrer —, on pourrait mettre sur pied des banques de cellules d'épiderme humain. Lorsqu'un grand brûlé aurait besoin d'une greffe d'épiderme, on prélèverait un fragment de sa peau pour isoler ses cellules, on y ajouterait des cellules allogéniques de la banque et on mettrait le tout en culture de façon à obtenir rapidement des feuillets d'épiderme à greffer. « Plus on pourra faire la greffe rapidement, plus on réduira les risques d'infection et de perte de liquide », conclut le docteur Mahmoud Rouabhia. ●

Biologie moléculaire

Une découverte importante, car elle aide à comprendre le langage des cellules

La vie sexuelle des levures

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur la sexualité de la levure... et ses étranges relations avec les gènes !

« Si quelqu'un m'avait dit il y a quelques années qu'une compagnie pharmaceutique s'intéresserait un jour à la sexualité des levures, je lui aurais ri au nez », s'exclame le généticien David Thomas, de l'Institut de recherche en biotechnologie de Montréal. Pourtant, la multinationale britannique Glaxo finance aujourd'hui une partie de ses travaux, qui visent à comprendre comment la levure réagit aux phéromones, des signaux qu'émet son partenaire avant l'accouplement. Et les recherches portent fruit : l'équipe de David Thomas a identifié cette année des étapes cruciales du déclenchement de l'activité de certains gènes par ces signaux d'accouplement.

En fait, les compagnies pharmaceutiques veulent comprendre comment une cellule répond à un signal extérieur, une hormone, par exemple. En effet, un grand nombre de nos gènes semblent associés à la communication entre cellules. « Environ 17 % des gènes connus jouent un rôle dans l'émission et la réception de signaux », affirme David Thomas. Certaines maladies pourraient être causées par des défauts de ces gènes. Mais pourquoi étudier la levure ? Ce n'est pas tout à fait évident à première vue, mais ce n'est pas tout à fait évident à première vue.

« La levure est peut-être une cellule idiote, mais elle donne toutes les réponses », répond David Thomas, qui se défend bien d'être chauvin. Il est vrai que la levure a plusieurs avantages. D'abord, chaque individu est composé d'une seule cellule qui peut se diviser un grand nombre de fois pour donner des rejetons tous identiques. Une levure peut aussi s'accoupler avec ses congénères. Finalement, il est très facile d'obtenir des mutations précises de gènes en exposant la levure à des substances chimiques ou à des rayons ultraviolets. Ces caractéristiques en font une candidate idéale pour identifier le rôle de certains gènes.

Lorsqu'une levure doit s'accoupler, elle émet une phéromone dans l'atmosphère. Sa voisine, recevant le signal, lance alors une sorte de bras pour s'approcher de sa partenaire. En anglais, les chercheurs disent qu'elle prend la forme d'un Shmoo, du nom d'un personnage de bande dessinée d'un journal de Chicago. Un francophone la comparerait plutôt au chapeau d'un Schtroumpf ou à une poire ! À ce moment, un bataillon de gènes s'active, ce qui amène les deux cellules à se fusionner.

Comment le signal de la phéromone se rend-il jusqu'au noyau de la cellule, là où se trouvent les gènes ? Un peu comme dans une course à relais. D'abord, la phé-

La maîtrise des intangibles

LEGER ROBIC RICHARD

Avocats

ROBIC

Agents de brevets
et marques

Protection des
droits de propriété
intellectuelle



55 St-Jacques, Montréal
(Québec) H2Y 3X2
Téléphone : 98ROBIC
Fax : (514) 845 7874

romone se fixe à un récepteur à la surface de la cellule. Le récepteur transmet alors le message à la protéine G, située à l'intérieur de la cellule. La protéine G, à son tour, transmet le signal à une autre protéine, appelée STE20. Ce manège se répète de protéine en protéine, jusqu'à ce que le message parvienne au noyau de la cellule. Là, une dernière protéine, propre à chaque gène et appelée facteur de transcription, déclenche l'activité du gène.

Une cellule contient des milliers de protéines différentes. Comment les partenaires de la course à relais réussissent-ils à se trouver ? L'équipe de David Thomas a montré que la protéine G et une série

d'autres protéines prennent place le long d'un genre de quai d'amarrage qui est, en fait, une protéine STE5.

Lorsque la levure se transforme en chapeau de Schtroumpf, elle doit modifier toute son armature interne. Cela se fait par le biais des protéines (encore !) du cytosquelette (le préfixe *cyto* signifie cellule). Or, David Thomas et ses collègues ont montré que les protéines STE5, STE20 et une troisième appelée BEM1 s'amarrent aussi au cytosquelette. La course à relais qui déclenche l'activité d'un gène a donc lieu exactement à l'endroit où la levure se transforme pour mieux s'accoupler.

Il semble donc que tous les éléments du mécanisme de communication aient été élucidés. Ou presque, dit David Thomas. « Pour en être vraiment sûr, il faudrait mettre le gène et toutes les protéines dans une éprouvette et vérifier si la présence de la phéromone réussira à activer le gène. »

Chez l'humain, il existe au moins 200 systèmes de communication qui font intervenir une protéine G. Cette dernière joue, par exemple, un rôle dans la régulation du rythme cardiaque. La compréhension des mécanismes cellulaires de l'humble levure pourrait donc nous révéler bien des choses sur nous-mêmes. ●

Physique

Une découverte importante, car elle permet d'avancer d'un pas dans l'étrange univers quantique

La conspiration des électrons

La solidarité existe chez les électrons... dans certaines conditions.

On avait déjà remarqué dans l'Antiquité que lorsqu'on frotte de l'ambre (qui se dit *elektron* en grec) avec de la laine, il attire les petits objets comme les morceaux de papier ou les cheveux.

Aujourd'hui, on sait que ce phénomène est dû à l'électricité statique, mais ce n'est qu'à la fin du siècle dernier qu'on a formellement identifié les électrons, des particules élémentaires chargées négativement qui s'assemblent en nuages autour des noyaux des atomes.

Depuis, les mouvements et les propriétés des électrons n'ont cessé d'occuper les physiciens.

René Côté, du département de physique de l'Université de Sherbrooke, ainsi que des collègues américains et espagnol s'intéressent aux comportements des électrons dans les semi-conducteurs, les matériaux de base de la microélectronique. Leurs travaux ont confirmé que, dans certaines conditions, les électrons cessent d'agir en particules individualistes et adoptent plutôt des comportements coopératifs. On appelle « skyrmion » cet agencement d'électrons qui collaborent.

Lorsqu'on place un cristal formé de plusieurs couches de semi-conducteurs aux alentours de -270°C et qu'on le soumet à un très fort champ magnétique, des électrons viennent se loger entre deux couches, formant ainsi un gaz d'électrons à deux dimensions (GE2D).

« Dans ce genre de gaz, dit René Côté, il peut y avoir cent milliards d'électrons par centimètre carré. » Ces électrons ont des propriétés étranges : ils obéissent aux lois de la mécanique quantique, un univers où l'on ne peut se fier à aucun des repères fournis par nos sens.

En plus d'avoir une charge électrique négative, les électrons ont une autre propriété qu'on appelle le *spin*. « Le *spin* ne correspond à rien de ce qu'on connaît, dit René Côté. Toutefois, on pourrait comparer l'électron à un petit aimant et le *spin*, au sens du champ magnétique de cet aimant. » Lorsque ce champ est dans le même sens que celui du système, on dit que le *spin* est *up*, et lorsqu'il est dans l'autre sens, on dit qu'il est *down*. Les physiciens représentent le

CITEQ

1501, boulevard Lionel-Boulet
Varenes (Québec)
J3X 1P9
Téléphone : (514) 652-4651
Télécopieur : (514) 652-4182

Le centre d'innovation sur le transport
d'énergie du Québec conjugue
les ressources d'Hydro-Québec et
d'ABB pour la recherche appliquée
et le développement de nouveaux
produits : **des solutions d'avenir.**

ABB





LES DÉBROUILLARDS

Le magazine drôlement scientifique des 9 à 14 ans

vous propose en février:

Aimer l'hiver... à la planche !

Ce mois-ci, la chronique *Débrouillards en action* met en vedette Gwenaëlle Savard, 12 ans. Elle nous présente son loisir favori : la planche à neige.

Les camps de vacances

Vous envisagez d'inscrire votre jeune à un camp de vacances l'été prochain ? Ce spécial « camps de vacances » lui donnera un avant-goût de ce qui l'attend. Conçu sous la forme d'un article-jeu, ce dossier invite les jeunes à découvrir différentes facettes de la vie dans un camp de vacances.

Le Soleil du 26 juillet

Un miniroman à saveur « archéologique » de Paule Brière (suite et fin).

J'ai lu, j'ai vu, j'ai entendu

Notre chroniqueuse Marie-Andrée Amiot propose ses meilleurs choix de livres, d'émissions de télé, de CD-ROM, d'expositions... scientifiques, bien sûr !

Des BD scientifiques

En plus :

Des expériences amusantes à faire à la maison, des concours, des jeux, des fiches à collectionner, la rubrique des correspondants... 52 pages de découvertes !



Les *Débrouillards* est en vente dans tous les dépanneurs des chaînes **Proprio** et **Provi-Soir** ainsi que dans les bonnes librairies, au prix de 2,95 \$.

Pour s'abonner (1 an, 10 numéros : 28,43 \$), s'adresser à :

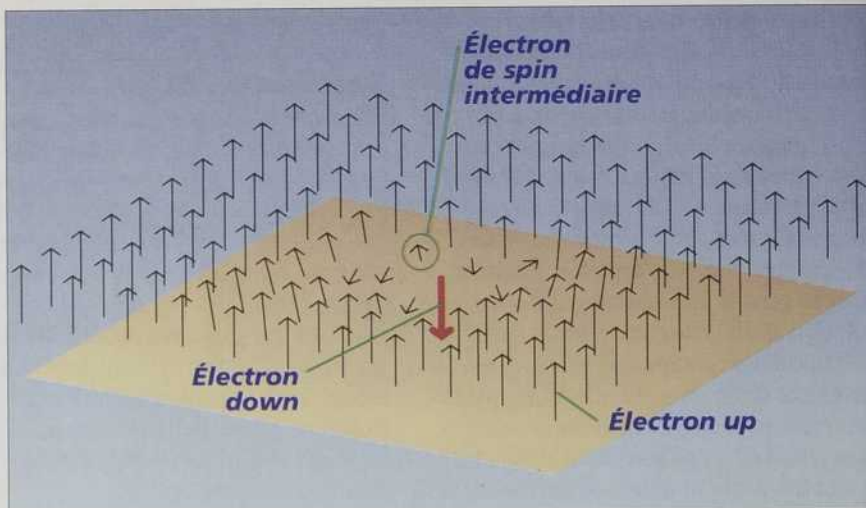
Magazine *Les Débrouillards*

25, boul. Taschereau, bureau 201

Greenfield Park (Québec) J4V 3P1

Commande téléphonique (carte de crédit indispensable) : (514) 875-4444/1-800-667-4444

Les 10 découvertes de l'année



En plus d'avoir une charge électrique négative, les électrons ont une autre propriété qu'on appelle le *spin*. Le *spin* se compare au sens du champ magnétique d'un aimant. Quand il est orienté dans le même sens que le système, on dit qu'il est *up*. Dans l'autre sens, il est *down*. Chacun est ici représenté par une flèche.

premier par une flèche qui pointe vers le haut et le second, par une flèche qui pointe vers le bas.

Lorsque les électrons s'accumulent entre les deux couches de semi-conducteurs, ils cherchent à se placer et à orienter leur *spin* de façon à former une structure qui a la plus faible énergie possible. Comme la configuration *up* est celle qui a l'énergie la plus faible, les premiers électrons qui s'installent devraient donc être *up*. Mais suivant les lois de la mécanique quantique, seul un nombre limité d'électrons *up* peuvent se loger à un endroit donné. Une fois ce nombre atteint, les suivants doivent s'orienter dans la position *down*.

Théoriquement, au moment de cette transition, il devrait y avoir une foule d'électrons *up* et un seul électron *down*. « Mais ce n'est pas du tout ce qu'on constate », dit René Côté. Le premier électron *down* force tous les autres à se réorienter. Les électrons *up* qui entourent l'électron *down* adoptent des *spins* intermédiaires. Les flèches qui les représentent ne pointent ni vers le haut ni vers le bas, mais sur le côté. Au bout du compte, le niveau d'énergie totale est moindre.

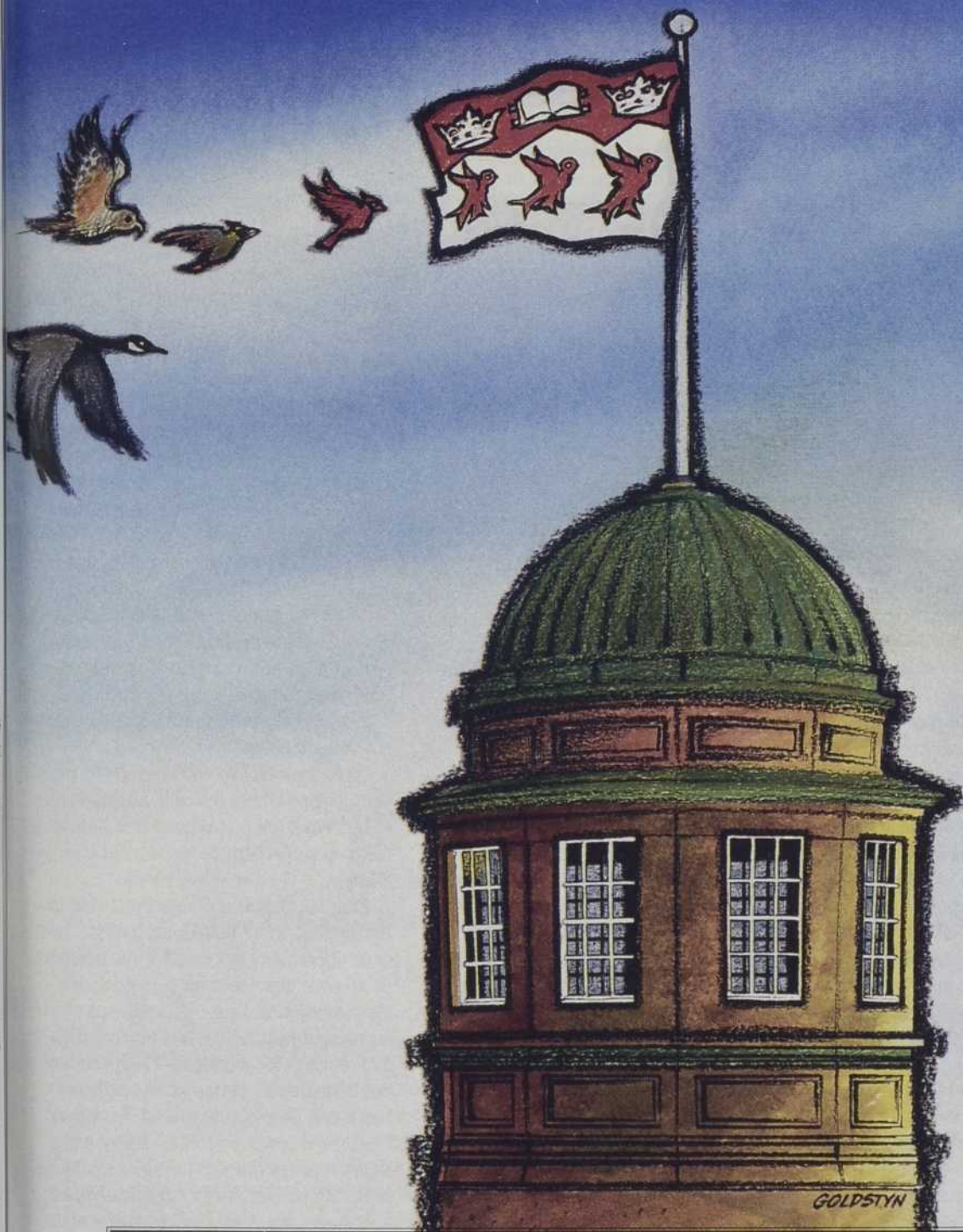
« En fait, au lieu d'agir en individualistes, les électrons semblent adopter un comportement coopératif, dit René Côté. Tout comme s'il y avait une conspiration d'électrons pour produire une nouvelle structure qui agirait comme une seule particule, même si elle est formée d'un grand nombre d'électrons. » Cette particule est baptisée « skyrmion », du nom de Tony Skyrme, le physicien qui en a eu l'idée en 1958.

Jusqu'en 1995, les skyrmions sont demeurés une curiosité théorique, car aucun des moyens techniques disponibles ne permettait de les détecter. Mais, grâce à un ingénieux dispositif expérimental, des physiciens américains ont fait certaines observations qui suggèrent qu'ils existent réellement.

En analysant les données de cette expérience, René Côté et ses collègues ont démontré qu'il se forme en fait plusieurs skyrmions dans le gaz d'électrons à deux dimensions. « Ils se déplacent constamment, ce qui oblige les électrons voisins à changer sans cesse leur *spin* pour s'adapter à la nouvelle configuration du skyrmion », explique René Côté.

Le physicien avoue qu'on ne s'est pas encore penché sur les éventuelles applications technologiques des skyrmions. « Il faudra d'abord étudier comment la présence de skyrmions change les propriétés physiques des semi-conducteurs, comme leur conductivité ou leurs propriétés optiques », conclut-il.

Par contre, la coopération entre électrons — comme entre humains, d'ailleurs ! — donne parfois des résultats spectaculaires. Dans les matériaux supraconducteurs, par exemple, les électrons ont aussi un comportement coopératif : en s'appariant, ils facilitent le passage du courant électrique, une propriété qui pourrait favoriser le transport de l'électricité et la puissance des électroaimants. En attendant de trouver de telles applications aux skyrmions, c'est dans l'ambiance éthérée des laboratoires que les détectives-physiciens vont continuer à démasquer les conspirations des électrons. ●



64^e CONGRÈS DE L'ACFAS

DU 13 AU 17 MAI 1996 • UNIVERSITÉ MCGILL • MONTRÉAL



Jack et les deux Luc

Coup de poker : deux as québécois de la physique battent les mathématiques à leur propre jeu.

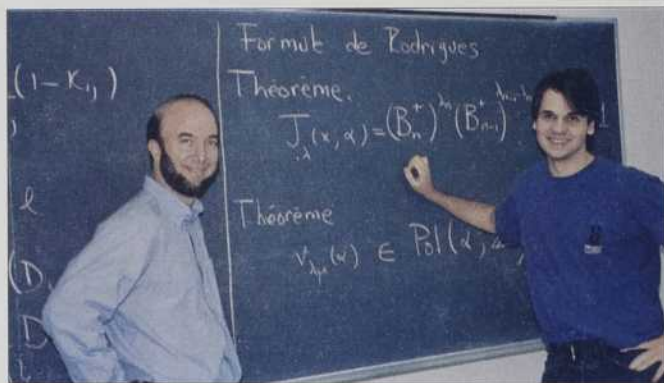
« **A**voir su ce que je sais maintenant, dit Luc Lapointe, je n'aurais probablement jamais osé me lancer là-dedans ! » Étudiant au doctorat en physique, Luc Lapointe s'acharnait depuis plusieurs mois, avec passablement de succès, à résoudre une question de physique théorique. Jusqu'à ce que se présente un défi à sa mesure : prouver une conjecture, c'est-à-dire un énoncé mathématique que l'on présume vrai, mais sans jamais avoir réussi à le confirmer rigoureusement.

Plusieurs mathématiciens — et pas les moindres ! — s'étaient déjà cassés les dents sur cette conjecture, formulée pour la première fois en 1988. Mais cela, ni Luc Lapointe ni Luc Vinet, son directeur de thèse au Centre de recherches mathématiques de l'Université de Montréal, ne le savaient. Pourtant, six mois plus tard, elle était prouvée.

Il faut préciser que Luc Lapointe et Luc Vinet ne sont pas des mathématiciens. Ils gravitent plutôt dans le monde de la physique théorique, une discipline qui cherche, notamment, à élaborer et à tester des modèles pour décrire le monde physique. Et c'est en utilisant des méthodes de la physique théorique qu'ils ont réussi là où les mathématiques échouaient.

Luc Lapointe et Luc Vinet s'intéressaient à un modèle particulier, celui de Calogero-Sutherland, qui décrit un ensemble de particules en interaction. Ce modèle sert de « laboratoire » en physique théorique pour explorer certaines idées et phénomènes aux noms surréalistes : chaos quantique, modèles de matrices, théorie des cordes, effet Hall quantique fractionnel, supraconductivité à haute température.

Un système de particules peut adopter différents états selon son niveau d'énergie. L'état fondamental est celui où l'énergie est la plus basse. Lorsque l'énergie est plus élevée, on parle d'état excité. La méca-



Luc Lapointe et Luc Vinet. Ils étudient des théories aux noms surréalistes : chaos quantique, modèles de matrices, théorie des cordes, etc.

que quantique ne décrit pas ces états avec des mots. Elle utilise plutôt des fonctions mathématiques appelées fonctions d'onde. Ainsi, l'état fondamental et les états excités ont chacun une fonction d'onde qui leur est propre.

Les deux chercheurs ont démontré que, dans le modèle de Calogero-Sutherland, on peut obtenir les fonctions d'onde des états excités en modifiant la fonction d'onde de l'état fondamental, en « l'habillant » en quelque sorte. Ces fonctions d'onde « habillées » font intervenir ce que les mathématiciens appellent les polynômes de Jack, du nom du statisticien qui les a découverts il y a une vingtaine d'années. Ces polynômes sont des entités difficiles à manipuler, et on ne parvient pas à les décrire de façon explicite. « Il existe bien une recette pour les calculer un à un, dit Luc Vinet. Mais ce calcul fastidieux dépasse rapidement les capacités des ordinateurs. »

En « habillant » les fonctions d'onde dans le modèle Calogero-Sutherland, Luc Lapointe et Luc Vinet ont du même coup trouvé une nouvelle formule pour les polynômes de Jack. « La recette est maintenant beaucoup plus belle ! », précise Luc Lapointe en souriant.

Peu connus des physiciens, les polynômes de Jack sont des objets familiers pour les spécialistes de l'analyse combinatoire, une branche des mathématiques qui étu-

die différentes configurations de systèmes. Les applications de l'analyse combinatoire sont aussi diverses que l'élaboration des horaires des pilotes d'une compagnie aérienne ou la classification des méandres d'une rivière. Un problème simple en combinatoire consiste à trouver tous les arrangements que l'on peut faire avec trois billes rouges et deux billes noires.

À force de triturer les polynômes de Jack, les mathématiciens ont identifié certaines de leurs propriétés, sans toutefois

réussir à les prouver toutes. Parmi ces propriétés, se trouve la conjecture de Macdonald et Stanley, qui décrit la composition du polynôme.

Après avoir trouvé une nouvelle formule pour les polynômes de Jack, Luc Lapointe et Luc Vinet ont pu prouver, très simplement, la conjecture de Macdonald et Stanley.

Pour les deux Luc, élégance et simplicité vont forcément de pair avec vérité. Les deux chercheurs ont en effet une confiance presque absolue en la puissance des mathématiques. Ils sont convaincus qu'elles ne sont pas simplement une création de l'esprit : « Le monde réel supporte les mathématiques, et vice-versa », affirme Luc Vinet. Ce point de vue est étayé par l'histoire des sciences. Il est arrivé à plusieurs reprises que des formules mathématiques apparemment inutiles deviennent, des années plus tard, l'outil naturel pour décrire des phénomènes physiques.

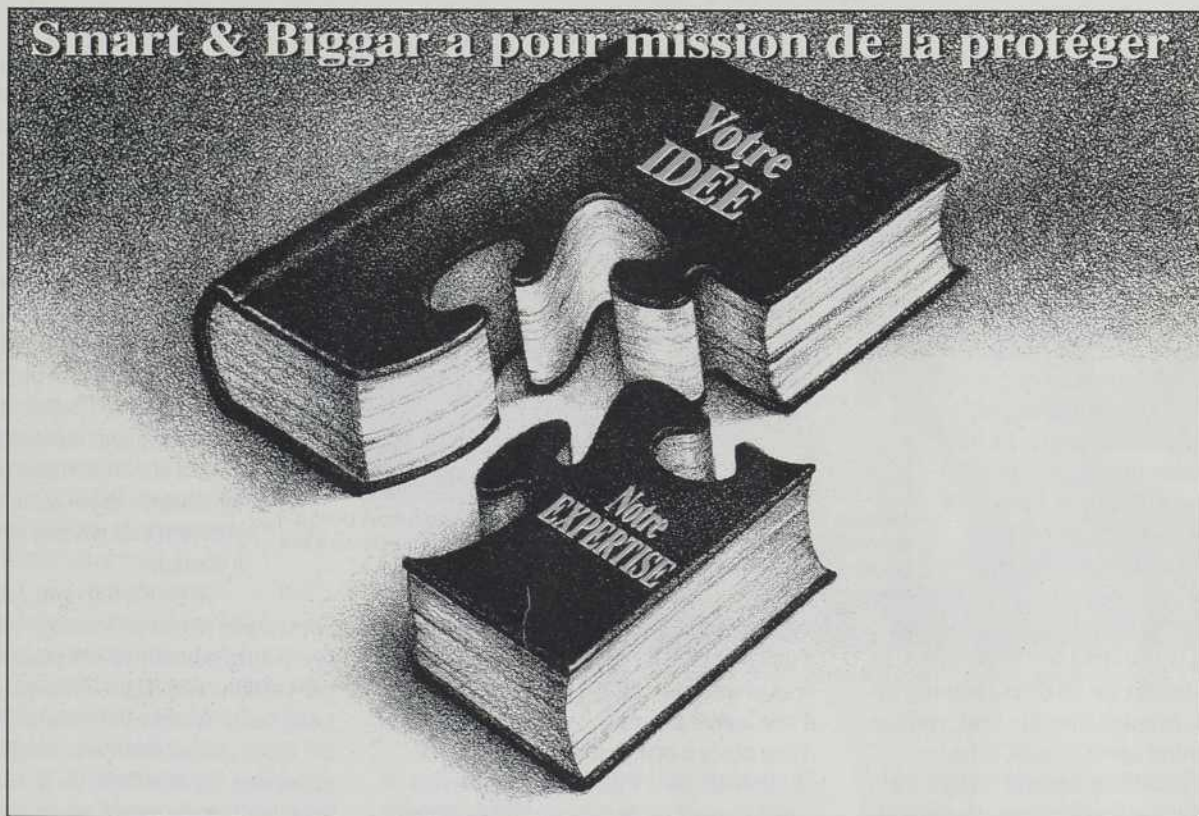
La conjecture de Macdonald et Stanley fait intervenir des nombres entiers qui pourraient servir à compter quelque chose... un jour. On ne sait pas encore quoi, ni dans quel domaine. Mais les deux physiciens ont confiance que, dans l'avenir, leurs résultats serviront à quelque chose ! « Déjà, notre méthode a permis de résoudre plusieurs problèmes en physique et en mathématiques », rappelle Luc Vinet. ●

Le point de départ, c'est **votre idée.**

Elle est **géniale.**

Sa **réalisation** est longue,
la **mise en marché** encore plus.

Smart & Biggar a pour mission de la protéger



**Vous avez maintenant l'assurance
qu'elle restera unique.**

Depuis une centaine d'années, SMART & BIGGAR* s'est donné comme mission de protéger et de défendre les idées originales de l'entreprise locale et étrangère.

Qu'il s'agisse de l'obtention d'un brevet d'invention, d'une marque de commerce, d'un dessin industriel, d'un droit d'auteur, de la protection d'un secret de fabrique, d'un litige ou des aspects contractuels reliés à l'une ou l'autre de ces matières, ses quelques 50 avocats et agents de brevets pratiquant dans l'un ou l'autre de ses bureaux de Montréal, Ottawa, Toronto et Vancouver, ont la formation et l'expérience requises pour vous conseiller, notamment dans les domaines suivants:

- le génie mécanique
- l'électricité et l'électronique
- l'informatique
- la chimie et la biochimie
- la biotechnologie
- la métallurgie

SMART & BIGGAR se veut votre partenaire dans la protection de vos idées.

Pour de plus amples renseignements, communiquez avec nous sans frais au 1 800 363-4347.

SMART & BIGGAR
Nous protégeons vos idées originales...

* En partenariat avec Fetherstonhaugh & Cie

Le bras droit de Jacques Forest

Jacques Forest, atteint de dystrophie musculaire, n'avait pas assez de son seul pouce gauche pour tout faire. Il s'est donc forgé un bras mécanique à sa mesure.

Depuis son enfance, Jacques Forest est cloué à un fauteuil roulant. Il ne peut bouger que la tête et le pouce gauche, et encore, sans beaucoup de force. La dystrophie musculaire a pétrifié le reste de son corps.

Cela ne l'a pas empêché de mettre au point un bras articulé avec lequel il peut sortir une assiette du frigo, la mettre au micro-ondes et en manger le contenu avec une cuillère ou une fourchette. Le bras, baptisé Manipulo, lui permet aussi d'insérer une disquette dans l'ordinateur, de taper un texte à l'aide d'une paille et même de se peigner, de se raser et de se brosser les dents. En fait, cette invention a complètement transformé son existence. « Je peux séparer ma vie en deux époques, dit-il en riant. Avant et après le bras, comme on dit avant et après Jésus-Christ ! »

Fixé sur le côté du fauteuil roulant motorisé, Manipulo est articulé comme un véritable bras, avec une épaule, un coude, un poignet et deux doigts qui peuvent saisir des objets. Ces articulations peuvent effectuer des rotations et des mouvements dans plusieurs directions. Chaque mouvement est commandé par un câble relié à un des huit petits moteurs camouflés sous le siège et alimentés par la pile du fauteuil.

Sous le pouce de Jacques Forest, un clavier à huit touches permet d'actionner chacun des moteurs. Trois petites manettes contrôlent la vitesse des mouvements. « La commande sera adaptée aux besoins de l'utilisateur, explique l'inventeur. Elle pourra être actionnée par l'épaule, le pied, la bouche et, éventuellement, par la voix ou le souffle. »

Pour le moment, Manipulo est encore un prototype « bricolé avec du matériel qu'on peut trouver chez Canadian Tire ou Rona ».

Des parents et amis ont offert leur aide pour l'assembler. On a utilisé des matériaux hétéroclites — moteurs d'essuie-glaces, câbles de vélo, poulies taillées dans



Jacques Forest, l'inventeur du bras Manipulo : « Le bras devait pouvoir ramasser un objet par terre, porter quelque chose à ma bouche tout en étant fiable, silencieux et rapide. »

le plastique et même quelques morceaux d'une bouteille de vinaigre en plastique. Le bras proprement dit est constitué de la tige d'une lampe articulée; les deux doigts, d'une pince à maïs habillée d'un gant de caoutchouc; et le tout est revêtu d'un colant noir pour lui donner meilleure allure ! Mais, bientôt, Manipulo aura un style plus raffiné. L'inventeur a en effet conclu une entente avec un designer pour concevoir un prototype précommercial. Pour le moment, seul le financement pose encore problème.

Jacques Forest n'a aucun diplôme technique — « seulement une sixième année enrichie ! » —, car il a dû abandonner l'école avant le secondaire, à cause de son handicap. Il a pourtant trouvé des solutions fort ingénieuses aux problèmes que lui posait Manipulo. Par exemple, le poids. Il fallait à tout prix éviter que le fauteuil ne bascule lorsque le bras en pleine extension soulève un objet assez lourd. La solution : un ressort compensateur, comme celui qu'on utilisait pour le bras de lecture d'un tourne-disque. Il a également conçu des accessoires d'appoint : des ciseaux pour couper la nourriture, un ouvre-canette-de-Coke, un ouvre-porte-de-four-à-micro-ondes... Il a aussi l'intention d'intégrer la commande de son fauteuil roulant à celle de Manipulo, plutôt que d'utiliser deux commandes séparées, com-

me c'est le cas actuellement.

Avant d'acquiescer la dextérité nécessaire pour maîtriser le clavier à huit touches et les trois manettes, l'utilisateur doit cependant faire preuve d'une bonne dose de patience. C'est sans doute la principale faiblesse de ce bras articulé. Par contre, son mécanisme simple lui confère un avantage de taille : l'appareil se vendra probablement autour de 5 000 dollars. Ce n'est pas cher quand on considère son impact sur la vie d'une personne handicapée et les économies qu'il permettra de réaliser sur les soins à domicile.

« Grâce à lui, croit Jacques Forest, une personne lourdement handicapée pourra poursuivre des études ou occuper certains emplois. » Prudent, il évalue toutefois le marché potentiel de Manipulo à 5 % des utilisateurs de fauteuils roulants motorisés. En Amérique du Nord, cela représente tout de même près de 17 000 personnes.

Le seul autre type de bras articulé pour handicapés est informatisé et actionné à l'aide d'un manche à balai (*joystick*). Mais ce modèle, d'origine hollandaise, est très encombrant et coûte environ 50 000 dollars.

Après avoir passé 12 ans dans la tête de son inventeur, Manipulo est maintenant un objet bien concret. Pendant toutes ces années, Jacques Forest a dû affronter le scepticisme de son entourage. On lui a souvent reproché d'avoir des critères aussi stricts. « Les gens ne comprenaient pas à quel point c'est important que le bras soit silencieux, par exemple. On me disait d'être plus conciliant. Mais si le bras fait tellement de bruit que je n'ai pas envie de m'en servir, je l'aurai construit pour rien ! »

Il s'agit maintenant d'en faire un objet commercialisable. Et ce n'est pas une mince tâche. « Je me rends compte qu'il est plus difficile de mettre quelque chose en marché que de l'inventer. » ●

Le secret des cellules « conquistadors »

Certaines cellules cancéreuses ont un comportement plus « agressif » que d'autres, a constaté Féridoun Babaï. C'est à celles-là qu'il a décidé de livrer combat.

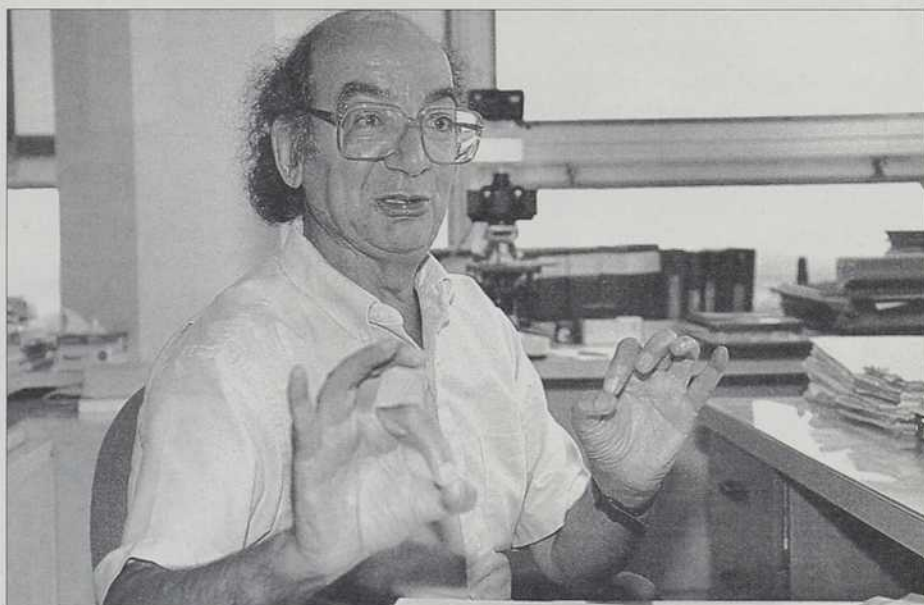
Une personne sur trois sera frappée par le cancer durant sa vie. Malgré des efforts de recherche herculéens, on comprend encore mal cette maladie. Chaque type de cancer est différent, et l'évolution d'un même cancer varie d'une personne à l'autre.

Les travaux du professeur Féridoun Babaï et de ses collègues Luc Daigneault, Rachelle Beaulieu, Mario Filion, Louis Gaboury et André Royal, du Groupe de recherche en oncogénétique du département de pathologie de l'Université de Montréal, viennent jeter un peu de lumière sur une facette importante du cancer : ils ont identifié des gènes associés à l'apparition de métastases.

Le cancer naît dans un organe — poumon, foie, cerveau, muscle ou autre — où des cellules se multiplient anarchiquement pour former une tumeur. Après un certain temps — mais pas dans tous les cas —, certaines cellules cancéreuses se comportent en « conquistadors ». Elles s'échappent de la tumeur, empruntent les vaisseaux sanguins ou lymphatiques et vont coloniser de nouveaux organes où elles forment des tumeurs secondaires, les métastases. À ce stade, il devient très difficile de soigner le cancer. D'où l'intérêt de comprendre le processus d'apparition des métastases, pour éventuellement être en mesure de l'interrompre.

Le biopathologiste Féridoun Babaï s'intéresse à cette question depuis les années 70. Au cours des 10 dernières années, il a élaboré ce qu'il appelle un « modèle expérimental » de la métastase. « En injectant du sulfure de nickel dans des muscles de rats, nous avons provoqué la formation de tumeurs, ce qui nous a permis d'isoler plusieurs types de cellules cancéreuses », explique-t-il. En injectant ces cellules dans les muscles d'autres rats, il a pu les classer selon leur capacité à former des métastases.

Après l'injection, certaines cellules se logent dans le muscle, y forment une tumeur, parviennent à s'en échapper sans toutefois



Bernard Lambert, Journal Forum, Université de Montréal

Féridoun Babaï. Avec son équipe de chercheurs, il a identifié des gènes associés à l'apparition de métastases.

former de métastases. D'autres cellules ont exactement les mêmes propriétés, mais elles peuvent en plus former des métastases.

Le simple fait de conserver ces lignées de cellules constitue un travail colossal, car les cellules cancéreuses sont très instables. Il faut donc vérifier régulièrement si elles ont conservé leurs propriétés.

Cette tâche réserve parfois d'heureuses surprises. Après un certain temps, on s'est aperçu que quelques cellules métastatiques d'une des lignées étaient redevenues des cellules cancéreuses ordinaires. Ces cellules « révertantes » n'étaient plus invasives ni métastatiques. Pourtant, mis à part ces deux propriétés, elles étaient identiques à leurs consœurs.

Pourquoi ces cellules jumelles ont-elles des comportements si différents ? Selon le dogme de la biologie moléculaire qui domine aujourd'hui les sciences biologiques, c'est parce que leurs gènes s'expriment différemment. Féridoun Babaï s'est donc associé à des biologistes moléculaires pour dépister les différences génétiques entre les cellules.

La collaboration a été fructueuse ! Plusieurs gènes avaient un comportement intéressant, mais deux d'entre eux en particulier étaient de 5 à 15 fois plus actifs dans les cellules métastatiques que dans les autres. Les chercheurs les ont baptisés smf-7 et smf-61.

Ces deux gènes sont-ils responsables de la formation des métastases dans les cancers humains ? Il est encore beaucoup trop tôt pour le dire. D'un cancer à l'autre et d'une espèce à l'autre, le même gène peut jouer un rôle tout à fait différent. Soulignons toutefois que smf-7 et smf-61 sont actifs dans certaines tumeurs métastatiques humaines. Mais comme ces tumeurs renferment toute une panoplie de cellules différentes, il est difficile de savoir précisément dans quelles cellules les gènes smf-7 et smf-61 sont vraiment actifs. C'est là toute la beauté du modèle de Féridoun Babaï : on peut maintenant étudier les rôles indispensables au processus de la métastase puisque chacun est assigné à une lignée cellulaire en particulier. ●

Embouteillage dans les neurones

Sur l'autoroute des fibres nerveuses, le moindre embouteillage de cellules peut éventuellement causer la mort.

La sclérose latérale amyotrophique (SLA) est une maladie neurologique dont on ignore la cause exacte et pour laquelle il n'existe aucun traitement. Elle débute à l'âge adulte par des moments de faiblesse musculaire, puis la parole devient moins claire, les bras et les jambes perdent toute force, et la paralysie gagne peu à peu du terrain. Un jour, on ne peut plus avaler, ni parler, mais on ne perd jamais contact avec la réalité. La mort survient en moins de cinq ans. C'est également une maladie extrêmement pénible — Sue Rodriguez en souffrait tellement qu'elle a voulu qu'on l'aide à se suicider.

L'équipe du biologiste Jean-Pierre Julien, du Centre de recherche en neurosciences de l'Université McGill, vient d'identifier une des causes de cette maladie. Selon les résultats, les cellules nerveuses des personnes atteintes seraient détruites par une accumulation excessive de neurofilaments.

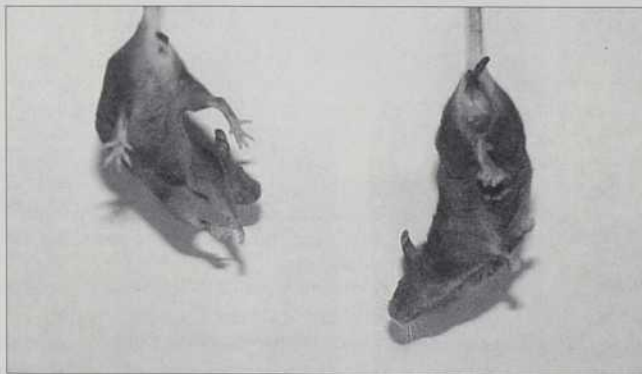
Pour que vous puissiez bouger votre gros orteil, votre cerveau doit d'abord émettre un signal vers votre moelle épinière. Ce signal franchit ensuite les longues fibres nerveuses de vos jambes jusqu'à votre pied, où il ordonne à vos muscles de se contracter. Les fibres nerveuses sont constituées de faisceaux de cellules, les neurones moteurs, qui mesurent jusqu'à un mètre de longueur. Chez les personnes atteintes de SLA, ces neurones dégèrent et cessent de transmettre leurs ordres aux muscles.

Le centre de contrôle d'un neurone moteur se trouve du côté de la moelle épinière. C'est là que la cellule fabrique les constituants de sa structure et les vivres dont elle a besoin pour se maintenir en vie. Ces substances sont ensuite expédiées dans l'axone, c'est-à-dire le prolongement du neurone.

Parmi ces substances, les neurofilaments servent de fondations à la cellule.

« Ils donnent du volume à l'axone, comme la pâte dentifrice donne du volume au tube », explique Jean-Pierre Julien. Depuis son doctorat, ce chercheur se consacre exclusivement à l'étude des neurofilaments et a réussi à isoler les gènes qui les fabriquent.

Pour mieux comprendre le rôle des neurofilaments, Jean-Pierre Julien et ses collègues ont inséré une copie supplémentaire d'un de ces gènes dans des ovules de souris. Les neurones des souris produisent



On avait toujours cru que les enchevêtrements de neurofilaments étaient une conséquence de la sclérose latérale amyotrophique. En ayant recours à un modèle animal, on a trouvé qu'ils pourraient être une cause de cette maladie. À gauche : souris normale; à droite : souris atteinte de sclérose.

donc une double dose de neurofilaments.

Résultat, à l'âge de quelques mois, ces souris présentent des symptômes semblables à ceux des personnes qui souffrent de SLA : tremblements, réflexes anormaux, difficultés respiratoires, faiblesse musculaire, puis la mort. En examinant au microscope leurs neurones moteurs, on a constaté que les neurofilaments y forment des masses enchevêtrées entre le corps de la cellule et l'axone. « Ces enchevêtrements de neurofilaments bloquent le transport vers l'axone », dit Jean-Pierre Julien. Les axones sont ainsi privés de mitochondries, les centrales énergétiques de la cellule, et des autres substances indispensables à leur survie. Affamé, affaibli et asphyxié, l'axone dégère et les symptômes neurologiques apparaissent.

On savait déjà que chez les personnes qui souffrent de SLA, de telles masses de neurofilaments s'accumulent dans la partie supérieure des axones. Mais on ignorait que cela créait un pareil embouteillage. « On avait toujours cru que les enchevêtrements de neurofilaments étaient une conséquence de la maladie, souligne Jean-Pierre Julien. Nos résultats suggèrent plutôt qu'ils en sont une cause. » Le chercheur fait remarquer que certaines personnes qui souffrent de SLA sont porteuses d'une mutation du gène des neurofilaments.

« Mais cela ne représente que 1 % des cas », précise-t-il.

En fait, la SLA semble avoir plusieurs causes. En 1993, par exemple, Guy Rouleau, lui aussi du Centre de recherche en neurosciences de McGill, avait identifié le gène mutant SOD, responsable de certains cas héréditaires de SLA. On a aussi mis à jour d'autres mécanismes de la maladie.

Toutes ces causes pourraient être associées à une déféction du transport le long de l'axone.

Ce qui fait dire à Jean-Pierre Julien que « la maladie a sans doute plusieurs causes, mais

qu'elles pourraient dépendre d'un mécanisme commun : le transport ».

Par ailleurs, des facteurs individuels et environnementaux semblent jouer un rôle important dans l'apparition de la SLA. Certaines personnes sont en effet porteuses de mutations du gène SOD ou du gène des neurofilaments sans jamais développer la maladie. Le vieillissement pourrait être un facteur déclencheur, car le transport de matériaux dans les axones diminue considérablement avec l'âge.

Les applications thérapeutiques de cette découverte ne sont pas pour demain puisqu'on n'a pas encore identifié un médicament qui permettrait de diminuer la production de neurofilaments. C'est d'ailleurs l'un des projets que mijote Jean-Pierre Julien. ●

BioChem Pharma une entreprise mondiale vouée à la santé

Fondée en 1986, BioChem Pharma figure parmi les jeunes entreprises biopharmaceutiques les plus importantes en Amérique du Nord. Par l'entremise de ses trois filiales, BioChem Thérapeutique inc., BioChem ImmunoSystèmes inc. et IAF BioVac inc., BioChem Pharma est engagée dans la recherche, le développement et la commercialisation de produits thérapeutiques ainsi que dans la recherche, le développement, la fabrication, la distribution et la commercialisation de produits diagnostiques et de vaccins pour une vaste gamme de maladies humaines.



BIOCHEM PHARMA

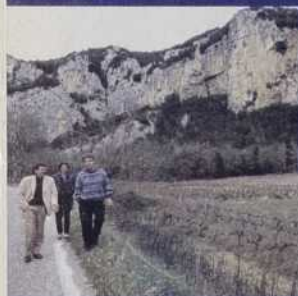
275, boul. Armand-Frappier
Laval (Québec)
Canada H7V 4A7
Téléphone : (514) 681-1744
Télécopieur : (514) 978-7755



la revue de l'année

Les oh ! et les ah ! du monde de la science en 1995. Le domaine spatial occupe une place importante, surtout en raison des exploits du télescope Hubble et des nombreux rendez-vous spatiaux américano-russes.

par Isabelle Montpetit



Janvier : les plus vieux dessins au monde

Janvier : le Japon tremble



JANVIER

Les plus vieux dessins au monde. Des spéléologues amateurs découvrent en Ardèche, dans le sud de la France, la plus vieille — et sans doute la plus belle ! — collection d'art rupestre au monde. La grotte Chauvet regroupe quelque 300 peintures et autant de gravures réalisées sur une période de 10 000 ans, dont les plus anciennes datent de 32 000 ans. Une douzaine d'espèces animales y sont représentées dont la hyène, la panthère et le hibou.

La terre tremble au Japon. La ville de Kobe au Japon est dévastée par le plus puissant tremblement de terre jamais enregistré dans ce pays. Bilan : 5 000 morts. Le séisme est causé par le glissement de la petite faille Nojima, où aucun tremblement de terre d'envergure ne s'était produit depuis 1 000 ans.

Collision dans l'espace. Le télescope Hubble est témoin d'un « accident » astronomique : la collision entre deux galaxies. Un gigantesque « tsunami cosmique » s'ensuit.



Février : le rendez-vous spatial

FÉVRIER

L'odyssée Mir commence. La navette spatiale américaine Discovery s'approche à près de 12 mètres de la station spatiale russe Mir. Si près, en fait, que les deux équipages se saluent de la main à travers les hublots. Entre les États-Unis et la Russie, c'est le début d'une collaboration qui doit déboucher sur la construction de la station spatiale Alpha. Cinq mois plus tard, Mir et Atlantis se joindront l'une à l'autre, formant la plus grosse structure jamais mise en orbite. En novembre, l'astronaute canadien Chris Hadfield installe, à l'aide du bras canadien, un tunnel d'accès sur Mir pour permettre à la navette de s'amarrer plus facilement. Hadfield sera le premier spécialiste de mission canadien à bord de la navette américaine.

MARS

Le réveil de la momie Hibernatus, une momie trouvée congelée en 1991 dans la région du Tyrol, en Autriche, révèle peu à peu ses secrets. Agée de 5 200 ans, elle appartenait à une civilisation d'Italie du Nord qui connaissait déjà le cuivre. On croyait pourtant que l'âge du cuivre était survenu beaucoup plus tard. On a également retrouvé à côté de la momie des récipients d'écorce de bouleau qui servaient probablement à transporter des charbons ardents.

Plus vite que la lumière. Einstein doit se retourner dans sa tombe : des physiciens allemands affirment avoir fait voyager un signal plus vite que la lumière, ce qui est impossible selon la théorie de la relativité. Mais tout n'est pas perdu, car d'autres chercheurs doutent que le signal en question, la 40^e symphonie de Mozart, corresponde réellement à la définition qu'Einstein donnait d'un signal...

AVRIL

De l'air sur Europe. En observant Europe, un des satellites de Jupiter, le télescope spatial Hubble détecte la présence d'une atmosphère ténue, dont la pression est environ un milliardième de celle de la Terre au niveau de la mer. L'atmosphère d'Europe contient aussi de l'oxygène, mais il y fait probablement beaucoup trop froid (-150°C) pour que la vie s'y développe.

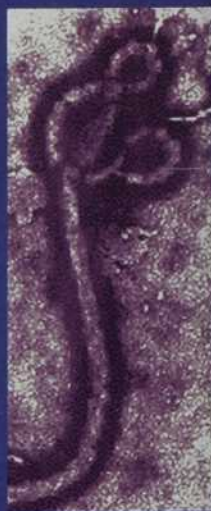
Enfin, la supraconductivité à (relativement) haute température !

Des scientifiques ont réussi à créer un film flexible qui devient supraconducteur à la température de l'azote liquide (-196°C), ce qui rend la supraconductivité plus abordable sur le plan financier. Les autres matériaux supraconducteurs connus ne fonctionnent qu'à des températures beaucoup plus froides. Ce nouveau film conduit le courant à une densité 1 000 fois supérieure à celle du bon vieux fil de cuivre.

MAI

Résurrection. Des biologistes réussissent à faire revivre des bactéries vieilles de 40 millions d'années, recréant à leur manière une sorte de parc jurassique microscopique. Ces bactéries logeaient dans l'estomac d'une abeille emprisonnée dans un morceau d'ambre.

L'épidémie. Une épidémie de filovirus Ebola se déclare au Zaïre. Le virus tue 90 % de ceux qui en sont infectés. Bilan : près de 30 morts.



Mai : Ebola tue encore



Juin : le Japon veut conquérir la Lune !



août : les banquises fondent

Janvier : le télescope Hubble est témoin d'un accident astronomique



JUIN

La Lune nipponne

Le Japon veut conquérir la Lune ! Il projette d'y envoyer autour de l'an 2 000 un satellite d'observation, puis un véhicule d'exploration. Le but du projet : l'exploration et, éventuellement, l'exploitation des ressources minérales lunaires.

JUILLET

Mi-planète, mi-étoile

Pour la première fois, grâce au télescope Canada-France-Hawaï, on observe une naine brune, c'est-à-dire un corps céleste qui se trouve à mi-chemin entre la planète et l'étoile. Les naines brunes émettent un rayonnement infrarouge et ont

AOÛT

La marée électrique La première centrale électrique marémotrice commerciale au monde est inaugurée en Écosse. Dans cette centrale pilote, la production d'électricité varie selon l'intensité des marées. Elle produit l'équivalent d'une centrale de 600 kilowatts.

SEPTEMBRE

Controverse atomique La France entreprend une série d'essais nucléaires souterrains dans l'atoll de Mururoa, en Polynésie. Motif invoqué : améliorer sa capacité à simuler des explosions nucléaires. La communauté internationale proteste vigoureusement contre ces essais qu'elle juge inutile.

OCTOBRE

Le mois des Nobel Le prix Nobel de chimie est décerné à trois chercheurs qui ont démontré le rôle que jouent certains gaz émis par l'homme dans l'amincissement de la couche d'ozone. Au cours des années 70, Paul Crutzen, Mario Molina et Sherwood Rowland ont décrit les réactions chimiques qui mènent à la destruction des molécules d'ozone.

NOVEMBRE

Les premières traces des hommes Le dogme de l'anthropologie affirmait que les premiers êtres humains étaient apparus le long du Rift, une chaîne de montagnes qui longe l'Afrique de l'Est (Éthiopie, Tanzanie, Kenya). Isolés de leurs congénères par ces montagnes, les grands singes auraient développé les caractéristiques des premiers hominidés. Sauf qu'on vient de trouver des restes d'australopitèque en plein cœur du Tchad, en Afrique centrale, c'est-à-dire bien à l'ouest du Rift africain ! Les australopitèques, dont fait partie le célèbre fossile Lucy, sont nos plus vieux ancêtres pré-humains.



Juin : On arrive à prévoir les colères du Soleil

Tempête solaire

C'est probablement une tempête magnétique causée par les taches solaires qui a plongé le Québec dans le noir il y a quelques années en mettant k.-o. le réseau de transport d'électricité. Or, des géophysiciens américains ont conçu un modèle qui pourrait permettre de prévoir de telles tempêtes et de prendre les mesures nécessaires pour prévenir leurs effets néfastes.

la particularité de contenir du lithium, contrairement aux étoiles effondrées avec lesquelles on pourrait les confondre.

Nouvel état de la matière

Des physiciens américains réussissent à refroidir des atomes de rubidium à la température la plus froide jamais atteinte : 170 milliardièmes de degré au-dessus du zéro absolu. Les lois de la physique interdisent à la matière de franchir l'ultime frontière du froid, soit -273,15°C, qu'on appelle zéro absolu. En frôlant cette limite, les atomes de rubidium se sont en quelque sorte condensés en un « super atome » aux propriétés uniques.

Les banquises fondent La calotte de glace de l'Antarctique a commencé à fondre et celle de l'Arctique fond de plus en plus vite. Pas de panique : le niveau des mers n'est pas en train d'augmenter ! Ce qui est inquiétant, par contre, c'est que les modèles climatiques prédisaient que la fonte des calottes polaires serait l'un des premiers symptômes du réchauffement planétaire.



août : un traité pour la pêche

Un traité pour sauver les poissons Aux Nations Unies, les délégations de 100 pays approuvent un traité destiné à réglementer la pêche en haute mer. Cette entente permettra pour la première fois aux pays signataires de contrôler des navires et d'arraisonner ceux qui violent les règlements. L'accord doit maintenant être ratifié par les gouvernements des pays signataires.

Le prix Nobel de physique est remis à deux scientifiques qui ont découvert des particules élémentaires essentielles à la compréhension de la structure de l'univers. Au cours des années 50, Frederick Reines observait le neutrino, une particule dont la masse est pratiquement inexistante et la charge électrique, nulle. Vingt ans plus tard, Martin Pearl découvrait le lepton tau, qui allait bouleverser la théorie de la matière.

Pour leurs travaux sur le développement de l'humble mouche du vinaigre, ou drosophile, trois biologistes reçoivent le prix Nobel de médecine. Edward Lewis, Eric Wieschaus et Christiane Nüsslein-Volhard ont élucidé les mécanismes fondamentaux qui président à l'organisation du corps de l'embryon. Ces mécanismes sont tout à fait transposables chez l'humain.

Lancement de Radarsat

Lancement du satellite de télédétection Radarsat, fleuron du programme spatial canadien. Muni d'un puissant radar, ce satellite pourra voir à travers les nuages et l'eau, révélant les secrets de notre petite planète.

POUR
LA PRÉCISION
DES
PRÉLÈVEMENTS
ET DES
ANALYSES,
DÉPISTAGES
OU
DIAGNOSTICS:

N

e remplacez pas
l'expertise professionnelle
par un mode d'emploi!

L'analyse des tissus et fluides humains
en dit gros sur votre santé...

LE TECHNOLOGISTE MÉDICAL en est le spécialiste.



ORDRE PROFESSIONNEL DES TECHNOLOGISTES MÉDICAUX DU QUÉBEC 1-800-567-7763

Le magazine

Québec Science

Fiable et passionnant!

Toute l'actualité

en environnement, santé, énergie, éducation, communications, espace, biotechnologies, transport, innovations technologiques, recherche fondamentale au Québec et dans le monde.

Québec Science présente les faits, explique, met en perspective, avec les nuances nécessaires, pour aider à comprendre les grands enjeux de notre société.

À lire : reportages, entrevues, chroniques, dossiers fouillés, suppléments, illustrations détaillées.

Voulez-vous découvrir, en savoir plus, mieux comprendre? *Québec Science* répond à vos questions, vous permet d'aller plus loin, jusque dans le futur.

**Offre spéciale 33^e anniversaire
6 numéros pour 22,95 \$ seulement**



Commandes
téléphoniques

Québec :
(418) 657-4391
Ailleurs :
1-800-613-4391

Abonnez-vous,
réabonnez-vous
et recevez
vos cadeaux :

1 reliure pour un
abonnement de deux ans
2 reliures pour un
abonnement de trois ans



oui

je m'abonne
à *Québec Science*

j'offre un
abonnement

6 numéros 22,95 \$ TTC

1 an (10 numéros) 37,60 \$ TTC

2 ans (20 numéros) 64,95 \$ TTC

3 ans (30 numéros) 89,91 \$ TTC

Détachez et expédiez à
Québec Science

C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1
Tél.: (418) 657-4391 Téléc.: (418) 657-2096
Internet : courrier@QuebecScience.qc.ca

Tarifs valables au Canada seulement.
Cette offre expire le 30 juin 1996.
Numéro d'enregistrement
de la TPS : R-1335-97427
Numéro d'enregistrement
de la TVQ : 1013609086

Faites-moi parvenir la (les) reliure(s)

Faites-la (les) parvenir à la personne que j'abonne

(Allouez 4 semaines pour l'expédition)

Nom _____

Adresse _____

n° _____ rue _____ app. _____

ville _____ province _____

code postal _____ téléphone _____

profession _____

Je paye par chèque Visa MasterCard
(à l'ordre de Québec Science)

N° de carte _____ Date d'expiration _____ / _____

Signature _____

Offert par : Nom _____

Adresse _____

n° _____ rue _____ app. _____

ville _____ province _____

code postal _____ téléphone _____



Que dalle !

À Rouyn-Noranda, la Fonderie Horne vient d'inaugurer une super dalle de béton d'un genre unique au Canada, qui a coûté deux millions de dollars. Cette dalle sert à recevoir le minerai en fusion en attendant qu'il refroidisse et permet d'éliminer les dégâts environnementaux causés par les infiltrations de minerai dans le sol.

La dalle a été conçue au Centre de recherche interuniversitaire sur le béton (CRIB) par des chercheurs de l'Université Laval et de l'Université de Sherbrooke. Elle est constituée d'un nouveau béton compacté au rouleau, dont la composition a été déterminée à l'aide d'un logiciel mis au point en France. Elle a été mise en place par deux « paveuses » modifiées importées spécialement d'Edmonton. La super dalle a une résistance de 50 mégapascals. « Une performance jamais atteinte dans le passé », précise le chercheur Jacques Marchand, du CRIB.

Renfort végétal

Pour lutter contre l'érosion des berges, on construit habituellement des murs de béton, un procédé peu esthétique... et pas très naturel. Depuis un an, la firme québécoise Biostasie exploite une nouvelle technique de régénération plus écologique. Elle consiste à protéger la berge à l'aide de plantes herbacées combinées à d'autres matériaux. Les plantes choisies — roseaux, juncs, quenouilles, etc. — sont cultivées en pépinière sur un support for-



mé de fibres de noix de coco entremêlées. Ce support assure la survie des plantes durant les mois qui suivent leur transfert en milieu naturel.

Chaque « cocktail » végétal est conçu pour lutter contre un type particulier d'érosion. Par exemple, on se sert de quenouilles et de scirpes pour protéger les endroits où le va-et-vient des bateaux à moteur est plus fréquent, car ces plantes absorbent mieux l'impact des vagues. Biostasie a déjà utilisé cette technique au lac des Nations, près de Sherbrooke, de même que sur la rivière Coaticook et sur la rivière Éternité, à l'anse Saint-Jean.

Un logiciel qui fait salle comble

Dans le monde de la billetterie automatique, les innovations technologiques sont rares. Ainsi, quand la jeune compagnie montréalaise Accés Contrôle Télématique (ACT) a lancé son logiciel de gestion de tickets, il y a deux ans, c'était le premier nouveau produit sur ce marché depuis une décennie ! Depuis, Ticket Act a fait sa place en Amérique du Nord, en Amérique du Sud et en Europe. Et on l'utilise aussi bien dans les simples salles de cabaret que dans les stades de 60 000 places.

Le système permet de vendre les tickets à partir d'un seul ordinateur ou d'un réseau qui peut compter des milliers de postes en ligne. On peut ainsi gérer les réservations, les abonnements, les listes d'envoi pour le marketing direct, les états comptables et toutes les statistiques imaginables ! Une aubaine pour les responsables du marketing et de la promotion des salles de spectacles.

De plus, Ticket Act est simple à utiliser : le préposé peut visualiser la salle de spectacle, afficher les informations en différentes langues (avec les titres des spectacles au complet, et non sous forme de codes) et savoir à tout moment quelles sont les meilleures places disponibles. Le système peut également être adapté aux besoins des clients.

ACT espère bientôt mettre le pied aux États-Unis et rivaliser avec le géant Ticketmaster, qui contrôle la presque totalité du marché américain.

par Raynald Pepin

Dans le coffre à outils

Certains outils n'ont jamais changé au fil des siècles. Pourquoi en serait-il autrement ? Ils étaient parfaitement conçus pour ce qu'on attendait d'eux. Et ils le sont toujours.

Dans 2001, *Odyssée de l'espace* d'Arthur C. Clarke, ce sont des extraterrestres qui, il y a trois millions d'années, auraient enseigné aux hommes primitifs l'utilisation des outils et des armes. Bien sûr, c'est de la fiction. Néanmoins, après avoir tué du gibier à l'aide de pierres et de bâtons, les hommes ont découvert l'avantage de transformer la roche, le bois et d'autres matières brutes et de mieux maîtriser leur environnement. Que ferait-on aujourd'hui sans couteaux, sans pinces et sans marteaux ? Basé sur des règles simples, leur fonctionnement n'a à peu près pas changé depuis qu'on les a inventés.

Avant de fixer ou de couper quoi que ce soit, il faut d'abord marquer l'ouvrage, en vérifier la rectitude, l'horizontalité ou la verticalité. Parmi les outils de mesure les plus courants, on retrouve le ruban à mesurer, l'équerre, le fil à plomb et le niveau.

Le fonctionnement du niveau repose sur le principe d'Archimède. Dans le tube de verre légèrement courbé contenant du liquide et une bulle d'air, la bulle grimpe toujours au point le plus haut possible. Lorsque le tube de verre est bien ajusté et que le niveau est à l'horizontale, ce point se situe au centre des deux lignes gravées sur le tube. L'usage du niveau n'est devenu courant qu'au XIX^e siècle; on l'a d'abord utilisé sur les instruments d'arpentage et les télescopes.



Pierre-Paul Pariseau

Le fil à plomb, un pendule muni d'une extrémité pointue, donne la direction de la verticale et non, comme on le pense souvent, celle du centre de la Terre ! Ces deux directions coïncideraient si la Terre ne tournait pas, mais, à nos latitudes, elles diffèrent d'environ 0,1°. À cause de la rotation, l'inertie du fil à plomb (ou, d'un autre point de vue, la force centrifuge) fait qu'il s'écarte de l'axe de rotation terrestre, tout comme un siège suspendu à des chaînes dans un manège s'écarte vers l'extérieur en tournant. Pour que nos constructions soient en équilibre, c'est vraiment la direction du fil à plomb qu'il faut considérer; autrement, la force centrifuge les déséquilibrerait.

Vous est-il déjà arrivé de poser des tablettes, une jardinière ou une boîte électrique et

de maugréer parce que vous aviez de la difficulté à trouver les montants derrière le placoplâtre ou le contreplaqué ? Les livres de bricolage conseillent d'ausculter le mur en tapotant à différents endroits sur le mur. Détecter au son la présence du montant est néanmoins loin d'être facile !

Il existe maintenant sur le marché un petit bijou de détecteur : le Studsensor, qui coûte environ 25 dollars. Le boîtier du Studsensor, de la grosseur d'une télécommande, comporte près de la face qu'on déplace sur le mur une plaque de condensateur. Cette plaque est reliée à un circuit électrique qui détecte tout changement de la capacité du condensateur. En approchant d'un montant, les propriétés électriques du mur changent et la capacité aussi : le circuit du Studsensor

détecte ce changement et alimente des diodes émettrices de lumière (LED) qui indiquent la présence du montant. Ça marche vraiment très bien, même avec un pouce de placoplâtre !

Les outils servant à façonner la matière ont une origine très lointaine. Le marteau, par exemple, est une « pierre » que l'on a perfectionnée en lui adjoignant un manche.

Le marteau est un levier dit du troisième genre parce que la force exercée sur le manche par la main se trouve entre la charge (l'objet à frapper, un clou, par exemple) et le pivot du marteau, qui correspond plus ou moins au poignet de la personne qui cogne. Cette disposition fait que la tête du marteau se déplace beaucoup plus vite que la main. Une bonne chose, car la physique montre que la vitesse du clou, im-

médiatement après la collision, est proportionnelle à la vitesse de la tête du marteau.

Utilisé comme pied-de-biche pour arracher un clou, le marteau devient un levier du premier genre. Le pivot, le point de contact entre la tête du marteau et la planche, se trouve entre le clou et la force exercée par la main. La force exercée sur le clou est égale à la force exercée sur le manche

vis. Les clés utilisées pour visser les écrous sont aussi des leviers du deuxième genre.

Les outils qui servent à couper et à scier doivent rompre des liaisons entre atomes ou molécules. Pour couper une tige de bois de 1 cm² de section à l'aide d'un ciseau, il faut séparer environ 10¹⁵ atomes. Pour couper une liaison, il faut fournir environ 10⁻¹⁹ joules. La séparation nécessite donc une énergie minimale de 10⁻⁴ J, ce qui est ridiculement faible en comparaison avec l'énergie que dépense quotidiennement un humain, soit environ 10 000 kJ, (10¹¹ fois plus). En réalité, vaincre le frottement entre le ciseau et le bois exige beaucoup plus d'énergie qu'il n'en faut pour séparer les atomes.

La hache, le ciseau à bois et les outils analogues constituent des coins. Plus la surface du tranchant affûté est petite, plus la pression exercée sur le bois sera élevée. Avec un instrument mal aiguisé, la pression est inférieure, et l'outil coupe moins bien. Le coin s'enfonce dans le bois et ses deux faces écartent le bois avec force, éjectant un copeau ou fendant une bûche.

Les dents d'une scie à refendre, qui sert à couper le bois dans le sens du grain, sont en fait une série de petits ciseaux à bois qui coupent les fibres, entrent dans le bois et arrachent des copeaux. Le bord antérieur des dents est perpendiculaire à la lame. Couper perpendiculairement au grain est plus difficile : les dents de la scie à tronçonner sont obliques et dotées d'un biseau qui tranche les fibres du bois (les scies circulaires combinées comportent des dents des deux types). Les dents des scies sont légèrement pliées, d'un côté et de l'autre, de façon à ce que le trait de scie soit plus large que la scie elle-même, ce qui réduit le frottement et facilite l'évacuation du bran de scie. ●

multipliée par le rapport de la longueur du manche et de la distance entre le clou et le pivot. Même pour un gringalet comme moi, elle peut dépasser 5 000 newtons, une force suffisante pour soulever 500 kilos !

Les pinces, comme les ciseaux, sont constituées de deux leviers du premier genre dotés d'un pivot commun. La force exercée par les mâchoires est plus grande près du pivot : c'est là qu'il faut placer un objet qu'on veut tenir fortement ou une pièce qu'on veut couper.

Le tournevis est lui aussi un levier, cette fois du deuxième genre : le pivot est l'axe du tournevis. Comme la poignée est plus large que la tête du tournevis, la force exercée sur la vis, qui sert à vaincre le frottement entre la vis et le matériau, est plus grande que la force qu'on exerce sur le tourne-

Dans le prochain numéro

Les musts du multimédia en science

Deux palmarès inédits : celui des meilleurs sites scientifiques du réseau Internet et celui des meilleurs CD-ROM.

par Jean-Hugues Roy et Claude Marcell



La banquise est pleine

On compte maintenant plus de cinq millions de phoques dans l'est du Canada. Et cinq millions, c'est trop compte tenu des stocks actuels de poissons, disent les pêcheurs. Il faut faire quelque chose. Mais quoi ?

par Normand Grondin

Le nouveau temple de la Sainte-Flanelle

Plus grand et plus spacieux, le nouveau Forum de Montréal sera inauguré dans quelques semaines. Sa construction a représenté un beau défi aux ingénieurs.

par Claire Gagnon

Naître ou ne pas naître criminel

Naît-on violent et agressif ? Existe-t-il un gène du crime ? Si oui, pourquoi fait-il partie de notre bagage génétique ?

par Anne Vézina et Martine Turenne

Une révolution en pharmacologie

La découverte du mécanisme de la mort cellulaire, ou apoptose, l'an dernier au Québec a ouvert la voie à une nouvelle génération de médicaments. Ils pourraient entrer dans les traitements médicaux contre le cancer et le syndrome d'Huntingdon.

par Jean-Marc Fleury

À l'agenda

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

Ce castor légendaire

Traqué pour sa fourrure, le castor a grandement alimenté le folklore canadien. Au-delà des mythes, l'exposition nous fait découvrir la vie et les mœurs de ce gros rongeur. Du 14 février au 28 avril 1996.

Au Planétarium de Montréal, (514) 872-4530

Quel âge a l'Univers ?

Quinze milliards d'années ? Dix milliards ? Huit milliards ? Les astronomes font aujourd'hui face à diverses hypothèses. On nous explique pourquoi. Du 2 février au 24 juin 1996.

À l'Insectarium de Montréal, (514) 872-0663

Collections d'hier, mémoire d'aujourd'hui

Une exposition qui nous fait découvrir l'utilité d'une collection d'insectes, à travers la vie et l'œuvre des pionniers de l'entomologie au Québec. Jusqu'en septembre prochain.

Au Zoo de Granby, (514) 372-9113

L'ère glaciaire revisitée

Depuis le mois de janvier 1996, le zoo a mis à l'affiche une activité spéciale qui nous apprend comment les animaux vivent lorsque le mercure tombe au-dessous de zéro. Un autre façon de visiter ce célèbre zoo.

Au Musée de la Pointe-à-Callière à Montréal, (514) 872-9114

Underground !

Pour améliorer les conditions de vie et d'hygiène des citadins, les villes ont entrepris de construire, au siècle dernier, un réseau d'aqueducs et d'égouts. Suivez cette fabuleuse histoire. Du 7 février au 20 mai 1996.

Pour annoncer des événements d'éducation scientifique d'intérêt général dans cette colonne, faites parvenir vos communiqués de presse à Québec Science (rubrique « À l'agenda »), 425, rue de la Gauchetière Est, Montréal (Québec) H2L 2M7. La rédaction se réserve le droit de sélectionner les événements à mettre à l'agenda.

La vie d'un héros

Armand Frappier — Pasteur, mon violon, ma mère et moi.



Pasteur, mon violon, ma mère et moi est une œuvre maîtrisée et bien documentée sur la vie du microbiologiste Armand Frappier que l'on voit ici dans son laboratoire, en 1952.

Le Québec dans les années 20, c'est pratiquement le Moyen Âge. Un enfant sur trois meurt avant l'âge d'un an, emporté par les épidémies de tuberculose, de diphtérie et d'autres maladies infectieuses et contagieuses. Les médecins, privés d'antibiotiques et de vaccins, sont impuissants.

La volonté d'un seul homme permettra de changer l'état des choses et de faire entrer le Québec de plain-pied dans la pratique de la médecine moderne. Cet homme exceptionnel, c'est Armand Frappier, dont la mémoire est saluée dans le film documentaire de Nicole Gravel, intitulé *Armand Frappier — Pasteur, mon violon, ma mère et moi*.

Le regard que pose la réalisatrice sur le père de la vaccination au Québec est rempli d'admiration, et les nombreux témoignages qu'elle a recueillis de ses anciens collaborateurs abondent dans le même sens : Armand Frappier était un être déterminé, généreux et animé d'une passion dévorante pour son travail.

Son œuvre est immense. Le film nous rappelle ainsi que c'est lui qui a mis sur pied, en 1927, les laboratoires de l'hôpital Saint-Luc. C'est aussi Armand Frappier qui a fondé l'Institut de microbiologie et d'hygiène de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal, l'École d'hygiène publique ainsi que l'Institut qui porte aujourd'hui son nom, spécialisé dans la recherche médicale, l'enseignement et la production de vaccins.

Bref, son apport au développement de la santé publique et de la médecine au Québec est impressionnant. Mais l'une de ses plus importantes contributions restera sans aucun doute l'introduction au Québec et la fabrication du vaccin antituberculeux, le BCG, découvert par les disciples de Pasteur.

C'est autour de cette initiative que tourne le scénario de Nicole Gravel. Elle nous montre Frappier dans son laboratoire de la rue Saint-Denis, manipulant un morceau de pomme de terre ensemencé par le bacille atténué de la tuberculose, qu'il avait rapporté de Paris. Le jeune médecin de 29 ans rêvait alors de venger sa mère et son petit frère emportés par la terrible maladie. Il avait fait de ce combat une affaire personnelle. La mise au point du vaccin allait faire de lui un véritable héros.

Nicole Gravel retrace les grands moments de sa vie à travers les souvenirs de sa fille, épidémiologiste, de ses anciens élèves et de ses compagnons de route. Mais ce sont aussi ses mémoires, qu'il a terminés juste avant sa mort, survenue en 1991 alors qu'il avait 87 ans, qui serviront à saisir l'homme qui se cache derrière cette forte personnalité.

Pasteur, mon violon, ma mère et moi est une œuvre maîtrisée et bien documentée qui raconte une aventure humaine et une page d'histoire captivante. On demeure toutefois sur notre appétit, car, à la fin de ces 52 minutes, on n'a pas l'impression d'avoir vraiment percé le mystère de cet homme de génie, excellent violoniste par ailleurs. Peut-être est-ce dû au fait qu'on ne le voit jamais s'exprimer devant la caméra. On restera tout de même impressionné par la grandeur du personnage.

Bernard Boulad

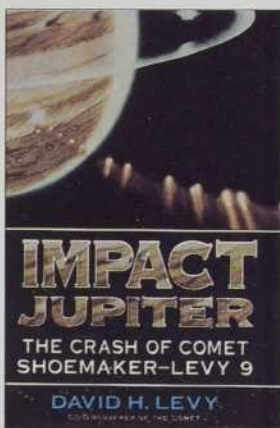
Techniques de chasse pour astronomes néophytes

Impact Jupiter: The Crash of Comet Shoemaker-Levy 9, par David H. Levy. Plenum Press, 300 p., 78 photos, 25,95 \$ US.

Juillet 1994. La comète SL-9 percute la planète Jupiter. L'événement fait sensation : c'est la première fois qu'on assiste à une collision semblable à celle qui, il y a 65 millions d'années, a vraisemblablement entraîné la disparition des dinosaures. Dans un ouvrage paru récemment, *Impact Jupiter*, David Levy, un astronome amateur et l'un des découvreurs de cette comète, nous entraîne dans le monde fascinant de la chasse aux comètes. Il sait de quoi il parle : il a, en plus, débusqué une

vingtaine d'autres objets célestes. Abondamment illustré, *Impact Jupiter* se lit comme un roman. Il démontre que, muni d'un simple télescope (et de beaucoup de patience !), n'importe qui peut encore aujourd'hui faire une découverte astronomique. De quoi faire rêver l'astronome amateur qui sommeille en nous.

Claude Lafleur

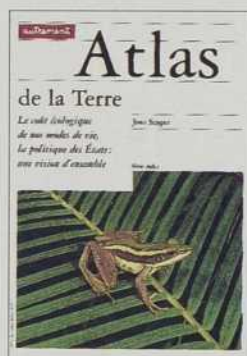


Une histoire comprimée

Histoire contemporaine des médicaments, par François Chast. Éditions La Découverte, Paris, 1995, 45,95 \$.

On ne dissocie plus la médecine des médicaments. En fait, c'est la maîtrise des principes chimiques qui a conduit à la possibilité d'extraire et de purifier plusieurs de ces substances curatives. Et de songer à la fabrication industrielle de médicaments.

Cette épopée pharmaceutique est racontée dans *l'Histoire contemporaine des médicaments*. Une épopée au demeurant fascinante. Un livre à mettre à côté du fameux *Compendium des spécialités pharmaceutiques*, auquel se réfèrent régulièrement médecins, pharmaciens et infirmières.



Terre ! Terre !

Atlas de Terre, par de Joni Seager. Éditions Autrement, 1995, 127 p., 54,95 \$.

Un ensemble de 35 cartes très bien faites et hautement instructives. Les différences entre le Nord et le Sud sautent aux yeux, notamment en ce qui concerne la consommation de viande, l'accès à l'eau potable, le tourisme et l'utilisation d'engrais agricoles. Un ouvrage pédagogique d'excellent calibre.

Raymond Lemieux

Salon National de l'Éducation



L'Éducation, un passeport pour la réussite !

L'unique salon exclusivement consacré à l'éducation. Sous la présidence d'honneur de M. Paul Gérin-Lajoie.

Du 20 au 24 mars 1996
au Palais des Congrès de Montréal

Porte-parole du Salon: M. Pierre Légaré

Entrée gratuite pour les étudiants
5,00\$ pour les adultes

Palais des Congrès de Montréal

Pour informations, contactez M. Gingras. Tél. : (514) 521-1878

Télécopieur : (514) 521-3556

orientation • matern
étrangère • école sp
bureautiqu • format
spéciali • ucati
form
ar
I
se
au
uni
par
• fou
éduca
profess
• univ
informat
étrangère • école spécialisée • éducat
bureautique • formation professionne
administration scolaire • associations
par correspondance • informatique &
• primaire • secondaire • cégep • univ
• éducation aux adultes • cours par c



Il faut revoir la psychiatrie

Beaucoup de gens croient que les médicaments comme le Prozac ou le lithium guérissent l'âme aussi simplement qu'un antibiotique vient à bout d'un mal de gorge. Pourtant, rappelle le sociologue et travailleur social David Cohen, l'origine biologique des maladies de l'âme n'a jamais été prouvée, et l'efficacité des médicaments psychotropes est limitée.

Professeur à l'Université de Montréal, David Cohen vient de publier le *Guide critique des médicaments de l'âme* (Éditions de l'Homme), conjointement avec la journaliste Suzanne Cailloux-Cohen et l'Association des groupes d'intervention en défense des droits en santé mentale du Québec (AGIDD-SMQ). Dans ce guide, David Cohen remet en question l'approche psychiatrique actuelle.

Québec Science : Faut-il revoir tout ce qui se fait actuellement en psychiatrie ?

David Cohen : Absolument. Il faut tout changer ! On est à une étape où les psychiatres ne savent pas très bien ce qu'ils font et connaissent peu leurs médicaments. Et les patients, eux, souffrent constamment, car les médicaments ne fonctionnent pas. On tourne en rond.

Lorsqu'on va aux sources et qu'on compare l'énorme incertitude des recherches à la certitude et l'arrogance des discours sur l'origine biologique de la maladie mentale, on s'aperçoit que quelque chose ne va pas.

Toutes les stratégies de recherche génétique sur la schizophrénie n'ont encore rien



Jean-Marie Sauvage

David Cohen

donné. Elles fournissent seulement des pistes suggérant qu'il y a peut-être quelque chose... Alors, lorsqu'un psychiatre me reproche de nier la composante biologique, je lui réponds : « Mais de quelle composante biologique s'agit-il ? » La psychiatrie actuelle tente de faire face à un grave problème en utilisant une technique. Or, la maladie mentale n'est pas simplement un problème technique.

Q. S. : Est-ce à dire que les maladies mentales seraient essentiellement des maladies sociales ?

D. C. : Ce n'est pas aussi simple. Je ne suis pas prêt à affirmer que les causes des maladies sont toutes sociales. Et ça ne m'embêtera pas qu'on découvre un jour le fameux gène de la schizophrénie. Mais, en attendant, ce n'est pas en faisant uniquement de la recherche sur le cerveau et les nouveaux médicaments qu'on va résoudre ce problème. Ça fait 70 ans qu'on entend ce dis-

cour, et la marchandise n'a pas encore été livrée.

Q. S. : Comment faudrait-il envisager la maladie mentale ?

D. C. : Il faut commencer par regarder les personnes qu'on appelle « malades mentales » comme des personnes atteintes de manque de pouvoir et non comme des personnes atteintes de maladie. Il faut les voir comme des citoyens qui n'ont

pas certaines capacités et certains moyens de se faire entendre et de se représenter.

Cela signifie qu'il faut cesser d'accueillir le psychotique en crise, qui arrive à l'hôpital en disant « Je ne peux pas me contrôler, la GRC me poursuit », en lui répondant « Tu as raison » et en lui donnant une pilule ! L'impuissance de la personne est confirmée par l'approche de la psychiatrie biologique.

Q. S. : On dit qu'un maniaco-dépressif doit, par exemple, prendre du lithium toute sa vie. Est-ce un mythe ?

D. C. : Si l'on se fie aux recherches médicales, c'est un mythe. Par contre, les mythes sont très importants pour les individus et les sociétés. À une personne qui me dit : « J'ai pris du lithium et ça a changé ma vie », je réponds : « Félicitations ! » Mais, pour chaque individu qui soutient cela, un autre prétend que le lithium a eu des effets négatifs.

Plusieurs psychiatres ont

d'ailleurs affirmé que les taux de succès du lithium sur la maniaque-dépression sont équivalents à ceux qu'on observait avant l'introduction de ce médicament en psychiatrie. On a également observé que, sur 100 personnes qui commencent à prendre du lithium, 40 cessent dès la première année et que c'est efficace pour seulement 60 % des 60 autres personnes. Et encore, parmi ces gens-là, une personne sur trois se porte mieux simplement à cause de l'effet placebo du médicament ! On arrive donc à un taux d'efficacité décourageant. (N.D.L.R. : Au total, à peine une personne sur quatre bénéficierait du lithium.)

Q. S. : Devrait-on alors continuer à prescrire des psychotropes ?

D. C. : Seulement si un patient bien informé pense qu'il en a besoin. Le médecin pourrait dire au patient : « Tu peux prendre tel médicament, voici les effets. Qu'en penses-tu ? » Je parie que les patients utiliseraient les médicaments mieux que les médecins les prescrivent aujourd'hui !

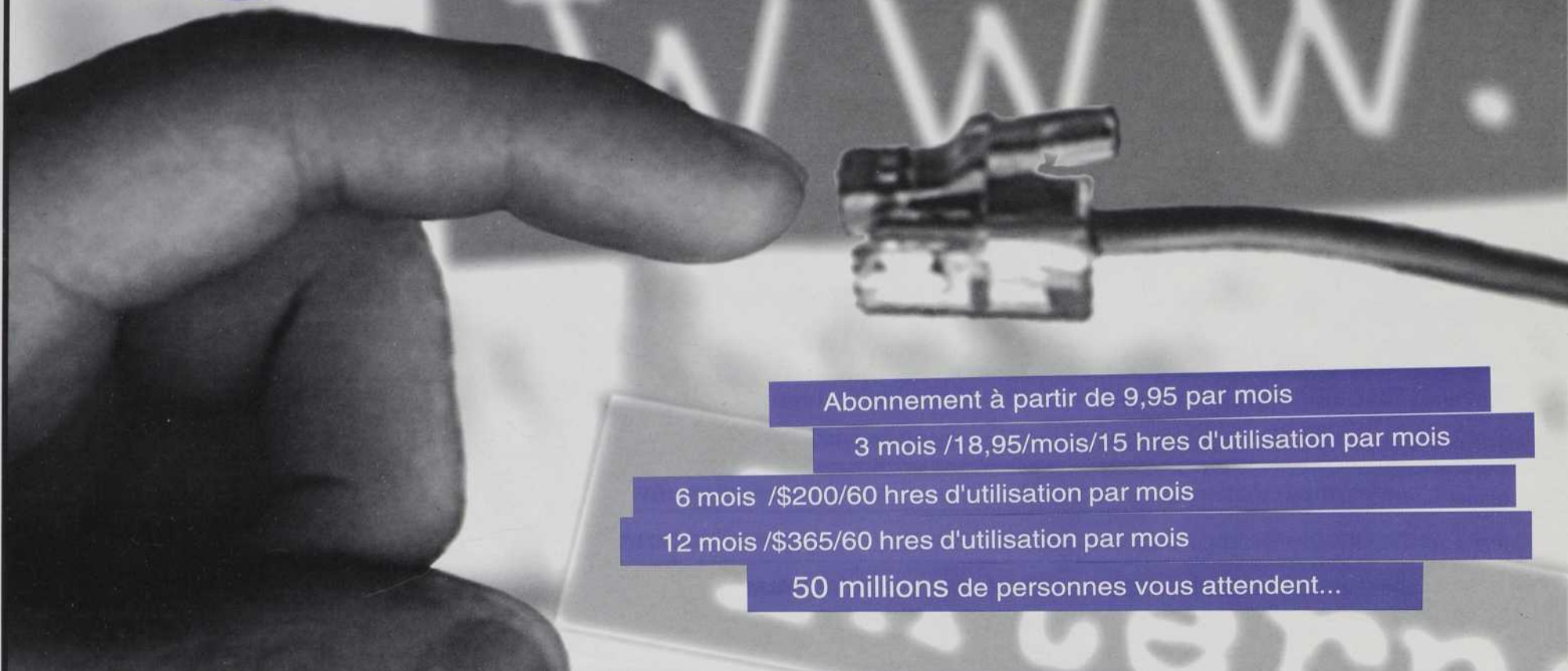
Il y a un déséquilibre majeur du pouvoir entre, d'un côté, les proches, l'industrie pharmaceutique, l'État et les hôpitaux et, de l'autre, les patients. À tous les niveaux, le patient est celui qui a le moins d'information et le moins d'influence.

Mais, cela dit, je ne suis pas contre l'usage des médicaments en psychiatrie. C'est la façon dont le médicament est étudié, mis en marché, discuté et même louangé qui n'a presque aucun rapport avec la réalité. ●

Propos recueillis par Rachel Duclos.

MEG@Toon
STATION

L'Internet à Québec



Abonnement à partir de 9,95 par mois

3 mois /18,95/mois/15 hres d'utilisation par mois

6 mois /\$200/60 hres d'utilisation par mois

12 mois /\$365/60 hres d'utilisation par mois

50 millions de personnes vous attendent...

- **Logiciels inclus**
- **Formation Gratuite**
- **Conception et hébergement de sites et de pages Web**

WEB: www.lastation.com

VOX: (418) 527-7120

FAX: (418) 527-4373

Des solutions terre à terre?

UN PEU PLUS HAUT!

À l'Université de Sherbrooke,
l'innovation fait partie
de la tradition...

Élargissez
vos horizons!

**POUR DÉCOUVRIR
UN MONDE À INVENTER...**

Un
pays
de
connaissance



Renseignements
1-800-267-UDÉS



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

- Centrée sur l'étudiante et l'étudiant, l'Université de Sherbrooke est reconnue pour l'importance qu'elle accorde à la formation pratique et à l'innovation dans l'enseignement et la recherche.
- Première au Québec à instaurer le régime coopératif d'enseignement fondé sur l'alternance de session d'études et de stages rémunérés en entreprise.
- Un éventail complet de programmes aux trois cycles d'enseignement dans les domaines des sciences de la santé, des sciences humaines, des sciences pures et des sciences appliquées.
- Une vingtaine de programmes offerts selon le régime coopératif.
- De nombreux centres de recherche dans des domaines d'avant-garde.
- Quelque 20 000 étudiantes et étudiants dans une université de dimension humaine qui compte neuf facultés et une école de musique.
- De petits groupes bien encadrés par un corps professoral disponible et dynamique.
- Un campus au coeur d'une région de lacs et de montagnes.
- Un milieu de vie où il fait bon apprendre...