

Québec

Tabac :



on veut en faire du sang

Volume 36, numéro 4  
Décembre 1997/Janvier 1998, 3,95 \$

PER

J-69

BNQ

# Science

## LA NOUVELLE COURSE À L'ESPACE



**Le triomphe  
des composites**



**Faut-il nourrir  
les oiseaux ?**

**La bataille des fusées,  
les prochains propulseurs  
et, surtout, la future  
navette**



**Santé : la prévention au bout du rouleau ?**



# DÉCOUVERTES GALLIMARD

On n'a jamais vu autant de choses entre la première et la dernière page d'un livre.

DÉCOUVERTES GALLIMARD, c'est le principe encyclopédique



MUSIQUE ET DANSE

restitué dans sa simplicité et son

immense richesse : à travers les dix-huit séries,

18



ART DE VIVRE



l'entrecroisement des connaissances, la complémentarité

des savoirs.



ARCHÉOLOGIE



LITTÉRATURE



CULTURE

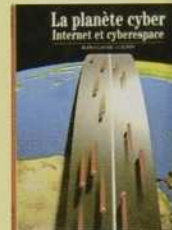


DÉCOUVERTES GALLIMARD : la possibilité de



MÉMOIRE DES LIEUX

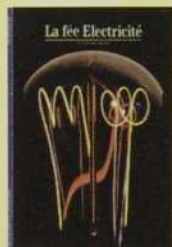
feuilleter un livre comme on feuillette un magazine.



SCIENCES

On y entre pour le plaisir des images, on y reste pour le

plaisir d'apprendre.



Un voyage sur tous les che-



HISTOIRE

mins de la connaissance et du savoir.



PHILOSOPHIE

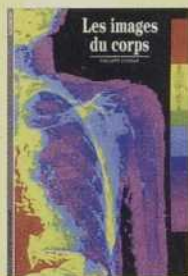
DÉCOUVERTES GALLIMARD s'adresse à tous les



curieux d'esprit, autodidactes, spécialistes, érudits et néo-



phytes, enseignants et étudiants...



Pour tous ceux qui ont soif de connaître, de



savoir, d'apprendre, de voyager et de rêver.



DÉCOUVERTES GALLIMARD : un jeu permanent entre

le texte et l'image.



Un même souci d'approfondir



le texte et d'élargir l'illustration. Un but commun : donner

corps et relief à l'information.



DÉCOUVERTES GALLIMARD

Plus de 300 titres chez votre libraire

# Demain les planètes

**L**a conquête spatiale a toujours été associée à l'image spectaculaire du décollage d'une fusée géante dans un immense nuage et un vrombissement infernal. Et en route pour l'espace !

L'espace ? Depuis quelques années, le rêve a atteint ses limites. On n'ose plus vraiment envoyer d'astronautes hors de l'orbite terrestre vers une autre planète. D'une part, parce que les



risques d'une telle entreprise sont encore élevés — on n'a qu'à se rappeler les déboires de la station *MIR* cette année — et qu'en cas de panne il y a très peu de stations-service sur le chemin de Mars, de Saturne ou de Jupiter. D'autre part, parce que le périple serait au fond trop long. Quand on pense que les matelots de Christophe Colomb ont perdu patience après quelques semaines en mer, imaginez la santé mentale des astronautes logés pendant trois ans dans une minuscule cabine, en état d'apesanteur, pour effectuer un aller-retour Terre-Mars...

En somme, les robots seront jusqu'à nouvel ordre les vrais conquérants du Système solaire. L'escapade de Pathfinder sur la planète rouge en est l'éclatante démonstration.

Les astronautes sont-ils condamnés au chômage ? Notre reportage sur la nouvelle course à l'espace vous apprendra que non. D'abord, les ingénieurs de l'aérospatiale sont en train de mettre au point une navette spatiale plus performante, le *VentureStar*. Une navette qui permettrait de réduire considérablement les coûts d'une mission, nous apprend notre collaborateur Vincent Sicotte. Bien que ce véhicule ne soit destiné qu'à des vols orbitaux, il donne déjà des ailes aux scientifiques de la NASA.

De quoi recommencer à rêver de décrocher une lune sur Jupiter ou de coloniser une comète, comme le suggérait récemment l'illustre physicien américain Freeman Dyson.

Mais à quoi sert de rouler en Cadillac si on garde un vieux moteur d'Austin ? Invariablement, la relance de la course à l'espace repose aussi sur un nouveau mécanisme de propulsion. Que se mijote-t-il à ce chapitre ? Le journaliste Philippe Chartier a justement examiné ce que les ingénieurs de l'espace concoctaient sur leurs tables à dessin. Du fabuleux ! Et, de tout ce brassage d'idées, c'est un concept élaboré par un astronaute qui pourrait bien voir le jour : un moteur au plasma qui serait activé par un mélange d'électrons et de protons chauffés à bloc. Avec un tel combustible, on réduirait de plusieurs mois la durée de l'expédition vers la planète voisine.

On souhaiterait maintenant assister à un tel engouement chez les ingénieurs de l'automobile qui n'ont toujours pas découvert de substitut au pétrole. Ce pétrole qui est en train d'asphyxier notre biosphère.

*Raymond Lemieux*

## Actualités

### 7 Du sang artificiel fait avec du tabac ?

Les travaux visant à créer de l'hémoglobine artificielle sont maintenant menés sur plusieurs végétaux, dont le tabac. Aucune difficulté d'approvisionnement en vue !

par Michel Groulx



### 9 Kyoto : parler pour parler ?

« Les gouvernements manquent de sincérité quand ils discutent de la menace des changements climatiques », dit Francesco di Castri, président du Comité de suivi de l'Unesco du Sommet de Rio.

par Normand Grondin

### 11 Gueule de bois : pourquoi ça fait mal

Qu'est-ce qui cause la gueule de bois ? Les soupçons pèsent sur un sous-produit de l'alcool : le méthanol. L'antidote ? Un autre sous-produit de l'alcool : l'éthanol.

par Michel Carignan



### 12 Faut-il nourrir les oiseaux ?

Nourrir les oiseaux en hiver est devenu une activité extrêmement populaire. Mais est-ce une bonne chose ?

par Serge Beaucher

### 14 De l'alpaga sur le dos

L'alpaga, un curieux caméléon qui vit dans les Andes, fournit une des meilleures laines du monde.

par Laurent Fontaine

### 15 Chronique Internet À la recherche du temps perdu

par Philippe Chartier

### 16 Deux temps trois mouvements

## Chroniques



### 58 La dimension cachée Histoires de jouets

par Raynald Pepin

### 60 Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

### 62 Livres et cédéroms La sélection 1997

Les bouquins et cédéroms scientifiques qu'il faut ajouter à votre bibliothèque.

par Natalie Boulanger et Michel Bélair

### 65 Entretien avec Michel Jovet Entre le rêve et la réalité

par Raymond Lemieux



## 43 Santé : les limites de la prévention

Faut-il investir plus de sous dans la prévention que dans les soins curatifs ? Une question qui ouvre une porte sur un choix de société.

par *Martine Turenne*



## 46 Entrevue avec Marc Renaud

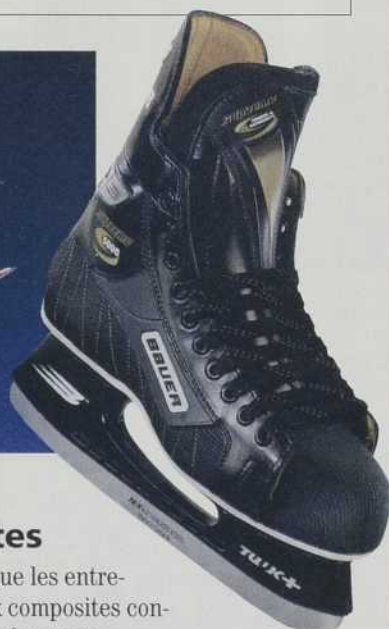
Le sociologue Marc Renaud rappelle les liens étroits qui existent entre le stress, la position sociale et l'espérance de vie d'un individu.

par *Martine Turenne*

## 47 De l'enfant du hasard à l'enfant parfait

Qu'est-ce que le dépistage génétique ? De la médecine préventive ou, plus simplement, une forme déguisée d'eugénisme ? Débat en vue.

par *Mathieu-Robert Sauvé*



## 53 Le triomphe des composites

C'est dans le plus grand secret que les entreprises québécoises de matériaux composites concoctent des skis et des patins performants.

par *Laurent Fontaine*

## La nouvelle course à l'espace



## NEXT GENERATION

### 18 X-33 : la navette de l'avenir

On est en train de mettre la dernière touche à un nouveau véhicule spatial : le X-33. C'est lui qui devrait assurer la liaison entre la Terre et la future station spatiale internationale Alpha.

Particularité : le X-33 n'aura rien à larguer en cours de vol.

par *Vincent Sicotte*



### 21 Fusées : les puissances s'affrontent

Les grands de l'industrie spatiale sont engagés dans une vive compétition pour dominer le lucratif marché des lanceurs de satellites. Portrait de ces transporteurs de l'espace et de leur quincaillerie.

par *Vincent Sicotte*

### 23 Le plein de plasma, s.v.p. !

La conquête des planètes passe par la mise au point de nouveaux carburants. Ce ne sont pas les idées — même les plus étranges — qui manquent.

par *Philippe Chartier*

### Supplément Astronomie-Québec

Astronomie-Québec vous invite à participer à la recherche de l'étoile des Mages.



## Ça manque de zéros !

« J'apprécie votre magazine parce qu'il met le monde scientifique à la portée de tous par le moyen de l'humour, par son ton et par la vulgarisation », nous dit Daniel Laroché, de Pointe-Claire, qui s'étonne en même temps que la revue *Astronomie-Québec* situe la galaxie Andromède à tout juste 2,6 années-lumière de la Terre (numéro d'octobre) ! « Comment est-ce possible puisque l'étoile la plus près de nous, Alpha du Centaure, se trouve à 37 années-lumière de la Terre ? »

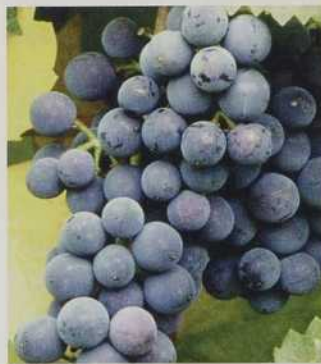
Oups... Il aurait fallu lire 2,6 millions d'années-lumière, soit l'estimation faite l'an dernier à partir des données obtenues avec le télescope européen *Hip-parcos*.

Ajoutons que, vers la fin des années 1880, on croyait Andromède distante « d'à peine » 32 000 années-lumière de nous. Puis, l'astronome Hubble révisa ces chiffres à la hausse : 900 000 années-lumière.

Le raffinement des appareils de mesure nous permet maintenant d'avancer des données beaucoup plus précises — lorsqu'il ne se glisse pas de coquilles, bien sûr !

## La goutte qui fait déborder le verre

Une lectrice trouve discutables l'approche de notre article sur les « vertus » thérapeutiques du vin (numéro d'octobre). Nous reproduisons des passages de sa lettre à laquelle répond ensuite l'auteur de l'article, Raymond Lemieux.



« Québec Science aurait-il perdu son sens critique et sa rigueur scientifique ? (...) Chaque fois qu'on vante les vertus du vin, on escamote joyeusement les risques de dépendance et autres problèmes dus à l'alcool, comme les risques de cirrhose du foie. Les Français ne souffrent-ils d'aucun problème relié au vin ? (...) Et combien de litres faudrait-il boire pour que le resvératrol — l'ingrédient prétendument magique — vienne à bout de l'hypercholestérolémie d'origine génétique si répandue au Québec ?

« Je ne nie pas l'aspect scientifique d'une recherche, pas plus que le plaisir de compléter un succulent repas avec un bon vin. Mais, de grâce, soyez objectifs et ne craignez pas d'élaborer sur les effets secondaires du vin, même s'ils sont négatifs. »

## Porte ouvertes

pour le

### 35<sup>e</sup> anniversaire de Québec Science

Venez rencontrer l'équipe de Québec Science et signer notre livre d'or.

Le mardi 9 décembre, de 8 h à 20 h

à nos nouveaux bureaux :  
3430, rue Saint-Denis  
bureau 300, Montréal

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

**Réponse :** Les propos du docteur Renaud, auteur de la recherche en question, s'appuient sur des dizaines de recherches et de travaux épidémiologiques. L'article témoignait de cette somme d'observations et remettait en question un certain nombre d'idées reçues sur le vin. Par ailleurs, j'insiste sur le fait qu'il n'a jamais été question ici de promouvoir l'ivresse ou les excès de consommation de vin rouge. Aussi, je vous renvoie aux ouvrages cités dans la rubrique « Pour en savoir plus », en particulier au livre *Le régime santé*, qui permet de mieux connaître l'argumentation du docteur Renaud.

## Nouvelle adresse

Québec Science a emménagé dans de nouveaux locaux. Vous pouvez maintenant nous faire parvenir vos commentaires et suggestions à l'adresse suivante.

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

**Adresse électronique**  
courrier@QuebecScience.qc.ca

# Québec Science



Publié par  
La Revue Québec Science  
3430, rue Saint-Denis, bureau 300  
Montréal (Québec) H2X 3L3

courrier@QuebecScience.qc.ca  
www.cybersciences.com

## DIRECTION

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

## RÉDACTION

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

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

Ont collaboré à ce numéro : Agence Science-Press, Serge Beaucher, Michel Bélair, Michel Carignan, Philippe Chartier, Laurent Fontaine, Isabelle Girard, Michel Groulx, Jean-Marie Labrie, Reynald Pepin, Mathieu-Robert Sauvée, Vincent Sicotte et Martine Turenne

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

## PRODUCTION

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

## COMMERCIALISATION

Promotion : Héléne Côté  
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

## ABONNEMENTS

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

## Pour abonnement et changement d'adresse

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

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

## ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE

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

## PUBLICITÉ

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

## RÉDACTION

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

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec  
Quatrième trimestre 1997, ISSN 0021-6127  
Répertorié dans *Repère* et dans l'*Index des périodiques canadiens*.  
© Copyright 1997 — 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 la Culture et des Communications (Programme Revues de vulgarisation scientifique et technique) et du gouvernement du Canada (Programme Sciences et Culture Canada)

Gouvernement du Québec  
Ministère de la Culture  
et des Communications

Industrie Canada Industry Canada

Membre de : The Audit Bureau  
CPA

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

# Actualités

## Du sang artificiel fait avec du tabac ?

Le tabac qui tue pourrait bientôt sauver des vies.  
Un autre petit miracle de la génétique.

par Michel Groulx

**D**ans quelques années, certains grands blessés et autres victimes d'hémorragies auront peut-être la vie sauve grâce au... tabac. Pour compenser leurs pertes de sang, on leur injectera un liquide rouge constitué simplement d'hémoglobine. De l'hémoglobine humaine purifiée, mais provenant de plants de tabac manipulés génétiquement. Et qui, une fois injectée dans le corps, apportera aux cellules de véritables bouffées d'oxygène.

C'est à des chercheurs de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale en France que l'on doit cette ironique revanche du tabac. Avec cette découverte, ils font d'une pierre deux coups. « Le tabac transgénique pourrait devenir une source d'hémoglobine inépuisable, en plus d'être propre et sans risque », assure Michael Marden, qui a dirigé ces travaux à mi-chemin entre la biologie végétale et la physiologie humaine.

Le chercheur tient cependant à ramener les rêveurs sur terre : on est encore loin, très loin d'un véritable « sang artificiel ». « Dans l'organisme, le sang assure une foule de fonctions, de la coagulation à la défense immunitaire, rappelle-t-il. Nous recher-



Dans l'organisme, le sang assure une foule de fonctions. On en cherche actuellement un succédané.

chons seulement un produit de remplacement pour une de ces fonctions, mais non la moindre : le transport de l'oxygène aux cellules. »

Dans l'organisme, c'est l'hémoglobine, une protéine assez complexe de couleur rouge vif, qui s'acquitte de cette tâche. Elle s'est donc imposée dans la quête d'un substitut sanguin qui pourrait résoudre en partie les problèmes de pénurie des banques de sang. L'équipe

française n'est pas la première à y avoir songé : une firme de Chicago effectue actuellement des essais cliniques de transfusion sur de l'hémoglobine humaine extraite d'unités de sang expirées. « Le problème, c'est que cette approche pose le risque de transmission des virus de l'hépatite C, du sida, de la maladie de Creutzfeldt-Jakob et sans doute d'autres infections encore inconnues », souligne Michael Marden.

**P**our éliminer ce risque, les biologistes français ont donc opté pour la fabrication d'hémoglobine par génie génétique. Là encore, d'autres avaient réalisé avant eux cette percée. Ces dernières années, l'insertion des deux gènes à l'origine de la synthèse de l'hémoglobine humaine a été effectuée avec succès chez la bactérie *Escherichia coli*, le cobaye préféré des généticiens, et chez le porc. Mais cette hémoglobine

Alfred Pásteka/Science Photo Library/Rubiphoto

globine transgénique suscite aussi des inquiétudes. « En implantant les gènes de l'hémoglobine dans un animal ou une bactérie, on risque du même coup de transférer ou d'activer chez eux d'autres gènes nocifs », explique le biologiste.

Pour l'équipe du Laboratoire de physiologie et de physiopathologie moléculaire du globe rouge, de l'hôpital de Bicêtre, dans la grande région parisienne, la solution passait par les plantes. Pourquoi le végétal plutôt que l'animal ? Comme il existe une barrière d'espèces considérable entre les plantes et les humains, il est très peu probable qu'un virus humain transféré par mégarde dans une plante s'y active. Ou qu'inversement un virus végétal parvienne à se reproduire dans un organisme humain.

Cette barrière d'espèces a cependant compliqué le travail des généticiens. Il a fallu transférer aux plantes non seulement les gènes de l'hémoglobine, mais aussi toutes les autres instructions génétiques dont ils ont besoin pour fonctionner et se fixer au bon endroit dans le génome végétal. Le choix du tabac, plante modèle en génétique végétale,



Pete Souza/Liaison/Photo Presse Internationale

**Le tabac : une usine à hémoglobine ? Il y a aussi d'autres candidats, comme le colza et le maïs.**

s'est imposé parce qu'on peut assez facilement y introduire des gènes par le biais d'une bactérie pathogène des plantes, *Agrobacterium tumefaciens*. À la fin de l'expérience, la moitié des plants de tabac transformés produisaient, dans leurs graines et leurs racines, une hémoglobine humaine fonctionnelle, c'est-à-dire pouvant fixer l'oxygène et le relâcher sur demande.

Mais, de l'avis des cher-

cheurs, il faudra attendre quelques années avant que des injections d'hémoglobine végétale remplacent certaines transfusions sanguines. Le problème, c'est que le tabac, même manipulé génétiquement, ne produit pas de globules rouges ! Or, dans le sang, ces cellules en forme de beigne, qui véhiculent l'hémoglobine, la protègent aussi contre les agressions chimiques extérieures. Dans ces conditions, la fragile molécule ne « vit » que quelques heures. L'équipe travaille donc à consolider chimiquement la molé-

cule, en essayant notamment de la rendre plus résistante à l'oxydation des atomes de fer qu'elle renferme.

Ce travail est encore loin d'être accompli, admet Michael Marden, qui estime néanmoins qu'on n'est pas loin d'un substitut assez stable pour livrer rapidement de l'oxygène aux cellules d'une personne en état de choc. En plus d'être sûre, l'hémoglobine végétale aurait l'avantage, en situation d'urgence, de court-circuiter les tests habituels de compatibilité entre donneur et receveur puisque les plantes n'ont pas de groupe sanguin !

Reste à savoir si ce substitut proviendra de plants de tabac ! Peut-être pas, car *Nicotiana tabacum* n'est pas un donneur très généreux, les premiers essais n'ayant produit que quelques milligrammes de la précieuse protéine. L'équipe de Paris s'est associée au Groupe Limagrain, un producteur de semences, pour expérimenter la procédure sur des plantes transgéniques plus productives, comme le colza et le maïs. Mais si cette technologie voit le jour, il faudra bien reconnaître cette contribution positive du tabac à l'histoire de la médecine... ●

## L'UQAR, un fleuve de différences

### Étudier les sciences de la mer à l'Université du Québec à Rimouski

- La maîtrise en océanographie
- La maîtrise en gestion des ressources maritimes
- Le doctorat en océanographie
- Les baccalauréats : biologie - sciences marines  
chimie de l'environnement  
géographie - environnement marin

Pour plus de renseignements, communiquez avec le Bureau du registraire de l'Université du Québec à Rimouski.

Téléphone : 1 800 511-3382

Courriel : [uqar@uqar.quebec.ca](mailto:uqar@uqar.quebec.ca)



Université du Québec à Rimouski

[www.uqar.quebec.ca](http://www.uqar.quebec.ca)

## Mirage vert

## Kyoto : parler pour parler ?

Il faudra être pragmatique et... sincère, dit l'éminent biologiste Francesco di Castri.

par Normand Grondin



Cinq ans après l'euphorie du Sommet de Rio, la réalité nous rattrape au pas de course. Un exemple parmi d'autres : bien avant le Sommet sur les changements climatiques, qui se tient ce mois-ci à Kyoto, au Japon, le Conseil canadien des chefs d'entreprises avait déjà prévenu le gouvernement que les objectifs qu'il s'était fixés constituaient pour le pays « une menace plus dangereuse » que la dette nationale et le fardeau des taxes et des impôts réunis ! Le Canada est pourtant considéré comme un leader dans ce dossier... même s'il a été incapable jusqu'à maintenant de tenir ses promesses en matière d'émissions de gaz à effet de serre.

« Les gouvernements se fixent des objectifs irréalistes, tiennent un discours utopique et manquent de sincérité lorsque vient le temps de concrétiser leurs engagements », constate Francesco di Castri, le président du Comité de suivi de l'Unesco du Sommet de Rio. Ancien directeur général adjoint de l'Unesco, directeur de recherche au CNRS de Montpellier, en France, et auteur prolifique, Francesco di Castri est également un polémiste accompli, qui ne craint pas de ferrailer à droite et à gauche, critiquant aussi bien la piètre performance des politiciens que l'attitude « déconnectée » des écologistes.

Québec Science l'a rencontré alors qu'il était de passage à Jonquière, cet automne, dans le cadre d'un congrès international sur le développement durable.

**Québec Science :** Beaucoup de gens croient que le Sommet de Kyoto pourrait aider à relancer le dossier sur les changements climatiques. Pourtant, pas plus tard que cet été, le président Bill Clinton a déclaré qu'il allait devoir repartir à zéro et convaincre les Américains que le

problème est vraiment sérieux ! C'est un peu décourageant, non ?

**Francesco di Castri :** Ce n'est pas la première fois qu'on repart à zéro, et ce ne sera pas la dernière. Cela tient peut-être au fait que les gens ne se sentent pas touchés par ce phénomène qui ne les affectera que dans quelques dizaines d'années. Tout cela peut sembler irréel...

**Q.S. :** Vous considérez donc que le président américain a une approche réaliste ?

**F.d.C. :** À sa manière, oui. Il est pragmatique. Et il faut l'être pour faire avancer ce dossier. Il faut suggérer aux gens des mesures environnementales concrètes, qu'ils ne regretteront pas d'avoir endossées, comme une réduction de la pollution automobile urbaine, un problème que tous les citoyens vivent quotidiennement.

**Q.S. :** Est-ce ce genre de dis-

cours qu'on va tenir à Kyoto ?

**F.d.C. :** Je crains que non. On risque d'être plus général, de présenter le problème dans son ensemble. Et il va falloir tout recommencer encore une fois. Si c'est le cas, on n'est pas sorti de l'auberge...

Il faut s'ouvrir les yeux : depuis le Sommet de Rio, le monde a connu des changements majeurs. En 1992, la société de l'information n'était pas encore implantée, il était encore peu question de globalisation des marchés, et on critiquait toujours la société industrielle. Or, en 1997, ce discours est devenu passéiste, anachronique, obsolète. Comment va-t-on s'y prendre pour ajuster le tir et être plus convaincant ? Malheureusement, c'est probablement la seule question qui ne sera pas à l'ordre du jour du Sommet de Kyoto...

**Q.S. :** Vous dites également qu'il faudra non seulement changer de

discours, mais aussi revoir de fond en comble les objectifs environnementaux qu'on s'était fixés à Rio...

**F.d.C. :** Franchement, je ne connais personne aujourd'hui qui croit encore qu'on peut y arriver ! Prenez le cas des réductions de CO<sub>2</sub> : pour atteindre les objectifs de Rio, les contraintes économiques et les changements sociaux seraient si importants par rapport à notre mode de vie actuel que les citoyens ne sont tout simplement pas prêts à les accepter. Ni les États, d'ailleurs.

**Q.S. :** Vous avez déjà souligné que l'entreprise privée peut faire beaucoup pour faire avancer les dossiers environnementaux. De quelle façon ?

**F.d.C. :** Près de 95 % de la production dans le monde est de nature privée. Si l'entreprise privée n'est pas engagée dans le processus, comment voulez-vous qu'on obtienne des résultats ?

Évidemment, il serait naïf de croire que le privé va amorcer ces changements de lui-même... Mais il serait tout aussi naïf de penser que les solutions vont toutes venir de l'État et de ses réglementations.

Au-delà des compagnies qui prennent le virage par opportunisme, d'autres ont compris que c'est une question de vie ou de mort.

Parlez-en aux directeurs des fabricants d'automobiles : ces gens-là savent très bien que la circulation et la pollution dans les grandes villes ont presque atteint un point limite et que, si on continue au même rythme, leur produit n'aura pas une espérance de vie très longue... En conséquence, ils se préparent déjà à nous présenter d'autres solutions technologiques, des solutions qui vont permettre à leur industrie de survivre et de continuer à faire des profits. En ce sens, on peut dire qu'ils ont une longueur d'avance sur les politiciens.

Mais attention ! je ne dis pas qu'il faut leur laisser les mains complètement libres. D'ailleurs, je ne crois pas à ce mouvement radical de balancier qui ferait passer les responsabilités des mains du gouvernement à celles de l'entreprise privée. Sauf que si le privé n'embarque pas dans le jeu, c'est perdu d'avance.

**Q.S.** : Les écologistes ne doivent pas vous suivre sur ce terrain-là...

**F.d.C.** : Il y a en ce moment une irritation croissante à l'égard des groupes écologis-

tes. À force d'entendre crier au loup, les gens ont fini par ne plus y croire ! Et puis, certains écologistes ont une attitude tellement antiscientifique — contrairement à bien des entreprises, qui ont besoin de la science pour progresser — qu'ils ont perdu toute crédibilité.

Je dirais même que bien des écologistes ont presque complètement perdu contact avec la science, et donc avec la réalité. Ils sont en quelque sorte prisonniers de leur utopie, de l'utopie du futur.

Et cette fuite en avant les rend incapables de représenter les générations présentes. Ou encore, ils font une idéalisation bête du passé. Mais, dans tous les cas, il semble que le présent ne les intéresse pas.

**Q.S.** : C'est assez paradoxal, puisque ce sont eux qui ont sonné la cloche.

**F.d.C.** : Ils ont joué un rôle extrêmement important, c'est certain. Mais il ne suffit pas de dire que le feu est pris, il faut aussi trouver des solutions pour l'éteindre. Même ici, à Jonquière, on est en train de discuter de développement durable en éliminant de la discussion les gouvernements, les entrepreneurs, les scientifiques et le monde de l'enseignement. Il n'y a ici que de petits groupes de pression. C'est vrai qu'ils sont nécessaires pour signaler les excès du développement, mais ce n'est quand même pas eux qui vont les constituer, ces réseaux de développement durable...

**Q.S.** : Vous avez également critiqué les scientifiques assez sévèrement. Pourquoi ?

**F.d.C.** : Je suis un scientifique qui en a un peu marre de l'attitude arrogante de la science. Il y a trop de scientifiques qui se prennent pour des décideurs et qui confondent la réalité avec leurs illusions.

Par exemple, je ne doute pas de l'existence de l'effet de serre et des conséquences néfastes qu'il peut avoir, mais, dans le milieu scientifique, il semble que le doute et la controverse à ce sujet ne sont pas permis. Autrement, on se retrouve du jour au lendemain en dehors de l'establishment. Il y a aujourd'hui une sorte de petit empire du savoir et du pouvoir bâti autour du développement durable, de la biodiversité et des changements climatiques. Refusez de vous conformer aux idées et vous êtes mis au ban !

Je trouve dommage que les scientifiques en environnement adoptent le même genre d'attitude que les écologistes : un discours unique, non diversifié.

**Q.S.** : Votre organisme — le Comité de suivi du Sommet de Rio — a un pouvoir limité mais beaucoup de résonance. Comment voyez-vous votre rôle ?

**F.d.C.** : Même si le Comité se trouve au cœur des Nations Unies, je ne suis pas moi-même un fonctionnaire, ce qui me permet de parler plus librement. Je mène donc la bataille à l'intérieur du système, mais pas avec le discours du système. Et en sachant que j'ai moi-même commis dans le passé les erreurs que je reproche à bien des gens aujourd'hui. ●

**PORTES OUVERTES**  
LE 25 JANVIER PROCHAIN !

## Je veux changer le monde

Annie Dessureault,  
Étudiante en génie mécanique  
Concentration aéronautique

**L'Américaine Amelia Earhart a été la première femme pilote à traverser l'Atlantique en solo. Comme elle, je veux faire de grandes choses.**

Et Polytechnique va me permettre d'y arriver. Parce que le génie c'est la science appliquée au monde concret et parce que peu de gens réalisent davantage de grands projets que l'ingénieur. Les employeurs le savent et le taux d'embauche de 92 % chez les finissants le prouve bien.

En plus, à Polytechnique on se sent épaulé, les profs sont disponibles et la vie étudiante est formidable ! Ici, nous nous préparons à notre carrière en travaillant en équipe, comme dans l'entreprise.

Robotique, biomédical, environnement, aéronautique, intelligence artificielle, biotechnologies, informatique et télécommunications s'ajoutent de nos jours aux domaines traditionnels du génie.

Pour changer  
**le monde**  
ça prend  
**du génie**

**Informez-vous aujourd'hui  
sur les façons de changer  
le monde de demain :**

École Polytechnique de Montréal  
bae@courrier.polymtl.ca  
Téléphone : (514) 340-4929  
Site Web : [www.polymtl.ca](http://www.polymtl.ca)



ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL



## Joyeux Noël

# Gueule de bois : pourquoi ça fait mal

La meilleure — et la seule — façon de soigner une gueule de bois, c'est d'attendre qu'elle passe !

par Michel Carignan

Comment dégriser le plus rapidement possible ? Les recettes de grand-mère sont nombreuses — prendre une douche, faire de l'exercice, boire du café, absorber du fructose et même manger des mets à base de tomates ! —, mais aucune d'entre elles ne satisfait les scientifiques. La raison : elles ne tiennent pas compte de la vitesse de dégradation de l'alcool dans l'organisme, le principal mécanisme concerné par cette délicate (et parfois douloureuse) opération.

Pour éliminer l'alcool, les enzymes travaillent à la manière d'une pompe, explique Michel Lefebvre, du Centre hospitalier universitaire de Québec (CHUQ). Une pompe d'une remarquable régularité, qui possède un débit d'environ 10 ml/h. C'est là tout le cœur du problème. « Contrairement à la plupart des médicaments, l'alcool est dégradé à une vitesse constante et indépendante de la quantité ingérée. » Traduction : peu importe la méthode employée, il est impossible d'accélérer la vitesse de dégrisement !

Même le SOS Drink<sup>MD</sup>, un produit à base de fructose qui, selon le fabricant, permettrait d'éliminer l'alcool plus rapidement, aurait très peu d'effets notables. « Il faut absorber des doses très importantes de ce produit, soit jusqu'à 14 sachets, chacun dilué dans 8 oz d'eau, pour obtenir une certaine efficacité », dit Lise



Marc Cuadrado

Lefebvre, pharmacienne au CHUQ. Elle ajoute que des produits semblables ont été commercialisés en Allemagne, en Europe de l'Est et en Australie il y a plus de 20 ans avant d'être retirés du marché.

N'empêche : on s'explique toujours mal comment l'alcool, un puissant dépressur du système nerveux central, provoque des maux de tête et la traditionnelle « gueule de bois ». « On soupçonne fortement le premier sous-produit issu de la dégradation de l'alcool éthylique, l'acétaldéhyde, d'être responsable de ces effets », explique le docteur Claude Roberge, spécialiste des migraines à la Clinique médicale Laennec, à Québec. Cette substance toxique irriterait le système nerveux central et causerait les douleurs caractéristiques des lendemains de veille. »

Le méthanol, que l'on retrouve à l'état de trace dans

certaines boissons alcoolisées — les eaux-de-vie, par exemple —, pourrait également être tenu responsable de certaines gueules de bois mémorables, affirme René Blais, médecin au Centre antipoison de Québec. « Même si on a ingurgité d'infimes quantités de méthanol, l'accumulation dans le sang peut être significative. »

Claude Lebel, chimiste à la SAQ et spécialiste de la composition chimique des produits, confirme que, dans les eaux-de-vie et le vin vendus au Québec, les concentrations de méthanol varient de presque rien à 8g/litre dans certains cas ! Il précise cependant que les produits à base de raisins ont moins d'incidences sur les maux de tête que ceux fabriqués à partir d'un autre fruit, comme la poire. « Ce qui importe, explique-t-il, c'est le rapport étha-

nol/méthanol, parce que l'éthanol constitue l'antidote du méthanol. »

Aux personnes qui ont vraiment abusé et qui sont intoxiquées au méthanol, René Blais, du Centre antipoison, réserve sa thérapie de choc : une cure de 24 heures sous contrôle médical, mais cette fois-ci à base d'alcool sans méthanol. L'objectif : offrir de l'éthanol en pâture aux enzymes, afin que le méthanol soit métabolisé plus lentement et que les dommages à l'organisme soient amoindris.

Signalons enfin que les alcooliques possèdent des enzymes plus « musclées » que le commun des mortels. En effet, un alcoolique peut dégrader l'alcool à un rythme près de deux fois plus rapide que la moyenne de la population ! Mais c'est là une performance dont il n'y a pas lieu de se vanter... ●

# Faut-il nourrir les oiseaux ?

Rendons-nous vraiment service aux populations d'oiseaux en les nourrissant durant tout l'hiver ? Notre collaborateur fait le point.

par Serge Beaucher

**D**epuis une vingtaine d'années, des milliers de tonnes de graines sont distribuées aux oiseaux, en ville, en banlieue et à la campagne. Au cours d'un seul hiver, on estime que des millions de Nord-Américains achètent des graines ! Quels effets cette intervention massive peut-elle avoir sur les espèces sauvages visées ? Pour Normand David, directeur général de l'Association des clubs d'ornithologues du Québec (AQGO), ce phénomène sans précédent a modifié l'équilibre dans le monde des oiseaux. Cependant, les répercussions ne seraient pas aussi importantes que certains ornithologues le croyaient.

La question la plus souvent posée par les acheteurs de graines a trouvé sa réponse : oui, les mangeoires peuvent aider les oiseaux à survivre en hiver, particulièrement durant les périodes de froid intense. Le taux de survie au sein d'une population de mésanges à tête noire ayant accès à des mangeoires serait de 10 % à 15 % supérieur à celui des populations qui ne profitent pas de ce supplément alimentaire. C'est ce qu'indiquent quelques études, dont celle menée en Alberta par André Desrochers, aujourd'hui professeur à la faculté de foresterie de l'Université Laval.

Ces résultats ne sont pas surprenants, car de petits oiseaux comme ceux-là sont toujours à la limite de la survie en hiver. En une seule nuit, indique André Desrochers, une mésange perd 20 % de son poids,



Roselin familier

Photos : Jeanne Lehoux

et elle doit le regagner avant la nuit suivante. « À l'échelle d'un humain, dit-il, cela représenterait une variation d'une quinzaine de kilos par jour ! »

Même si le taux de survie de la population durant l'hiver est plus élevé, le nombre de couples qui se reproduiront dans une région donnée le printemps venu reste le même. Les oiseaux dominants s'approprient le territoire sans le partager, et les autres doivent aller chercher ailleurs un espoir

de nidification bien peu probable. « Les mangeoires ne font que reporter la mortalité à plus tard », résume André Desrochers.

Une étude réalisée par Erica Dunn, du Service canadien de la faune, à Hull, à partir du recensement nord-américain *Breeding Bird Survey*, confirme que, chez les espèces d'oiseaux qui s'alimentent régulièrement aux mangeoires, les populations n'ont pas augmenté depuis 1966. Une majo-

rité d'entre elles ont même perdu des effectifs (comme la plupart des espèces des milieux ouverts, d'ailleurs). C'est le cas notamment du vacher à tête brune et, dans une moindre mesure, du geai bleu, deux oiseaux que beaucoup d'ornithologues soupçonnaient pourtant de profiter des mangeoires sur le plan démographique pour ensuite aller nuire à d'autres espèces.

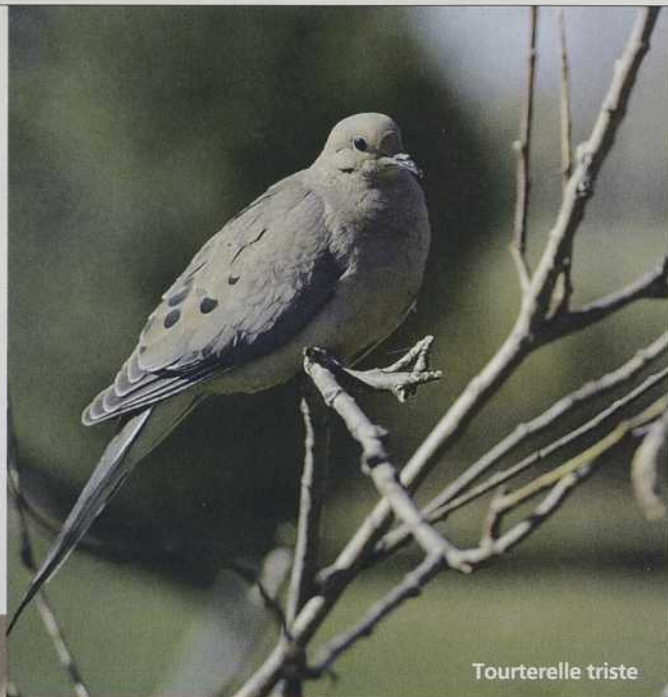
Cependant, plusieurs prédateurs d'oiseaux bénéficient de la présence des mangeoires : les écureuils gris, qui n'attaquent pas les oiseaux mais qui pillent leurs nids, les chats, bien sûr, et les éperviers, des rapaces friands de petits déjeuners à plumes... S'agit-il d'un trop lourd tribut à payer pour certaines populations ?

Selon les observations faites par des propriétaires de mangeoires de toute l'Amérique du Nord dans le cadre du projet Feeder Watch, la prédation constituerait environ le tiers des causes de mortalité aux mangeoires. Par contre, il faut souligner que chaque propriétaire de poste d'alimentation n'est témoin que de quelques cas par hiver : même en ajoutant les attaques sans témoin, le « prélèvement » demeure donc largement en deçà du seuil dangereux.

Même chose en ce qui concerne les collisions avec les fenêtres — la principale cause de mortalité dans les cours — qui ne sont observées qu'à quelques reprises seulement.

Quant à l'hypothèse selon laquelle les mangeoires créeraient une dépendance chez

les oiseaux qui s'y nourrissent et leur feraient perdre leur habileté à s'alimenter dans la nature, cela n'a jamais été démontré, affirme Normand David. « Pour le savoir, dit-il, il faudrait suivre des spécimens dans tous leurs déplacements, durant une longue période. » Et encore ! On trouverait peut-être une dépendance chez des individus, mais cela ne prouverait rien à l'échelle des populations. Erica Dunn ajoute que les graines offertes par les hu-



Tourterelle triste

Vacher à tête brune



pide progression vers le nord : au début du siècle, il ne montait pas plus haut que New York; on le voit maintenant jusqu'à Trois-Rivières et, occasionnellement, encore plus au nord. Cependant, rien ne dit

que la transformation du paysage végétal et agricole, une certaine adaptation d'une génération à l'autre et... le réchauffement du climat ne pourraient pas avoir donné un petit coup de pouce au cardinal rouge. « Si les oiseaux ont réussi à évoluer pendant des millions d'années sans mangeoires, dit-il, ils seront bien capables d'établir un nouvel équilibre si on leur retire cette source d'alimentation. »

On ne fait que commencer à s'apercevoir de l'ampleur des effets de cette pratique sur les populations d'oiseaux, note Erica Dunn. Faut-il cesser de nourrir les oiseaux pour autant ? « Cette activité procure tellement de plaisir à ceux qui la pratiquent, dit-elle, qu'on ne peut quand même pas leur demander de s'abstenir en attendant qu'on en sache plus ! » ●

ains ne constituent qu'une alimentation d'appoint, même pour les « abonnés ». Les oiseaux ne perdraient donc jamais contact avec leurs sources naturelles d'alimentation, ne serait-ce que pour varier leur régime et combler tous leurs besoins nutritifs.

Si tous les propriétaires de mangeoires coupaient les vivres demain matin, des populations entières d'oiseaux ne se retrouveraient donc pas en difficulté ? Certainement pas les espèces qui ont toujours passé l'hiver ici, répondent tous les ornithologues. Mais des populations fraîchement débarquées, comme les tourterelles tristes, les cardinaux rouges et les roselins familiers, éprouve-

raient peut-être de sérieux problèmes.

C'est en partie en raison des mangeoires que ces trois espèces ont étendu leur aire de distribution jusqu'au Québec. Ces oiseaux sont des migrateurs partiels (seulement une partie de la population migre), et ceux qui restent ici durant l'hiver auraient sans doute de la difficulté à assurer leur subsistance sans les mangeoires.

Mais un phénomène comme l'expansion d'une aire de distribution est le plus souvent dû à une combinaison de facteurs, fait valoir Normand David. Même le cardinal rouge, selon lui, pourrait peut-être s'en tirer sans ce supplément gratuit. Cet oiseau a connu une très ra-

En kiosque et en librairie dès le 5 décembre !

Québec

Tout savoir pour comprendre, se brancher, naviguer, trouver

Science

4,95 \$

Internet  
Le guide pratique

ÉDITION 1998

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

Internet et les enfants,  
les logiciels de blocage

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

Sécurité et enjeux sociaux

# De l'alpaga sur le dos

Un camélidé des Andes produit une des meilleures laines du monde.

par Laurent Fontaine

**D**ans le jour qui se lève, une silhouette féminine se découpe : un chapeau boule sur la tête, trois couvertures enfilées en poncho (il fait  $-10^{\circ}\text{C}$  le matin), de larges jupes bouffantes et les pieds enfoncés dans des *abarcas*, des sandales taillées à même des pneus de voiture. Devant elle, une dizaine d'alpagas, les cousins des lamas, avancent, ventrus et décidés, entre les maisons de terre et de paille séchées. Comme chaque matin, ils grimpent les pentes fortes des Andes.

Nous sommes à 4 500 mètres d'altitude, dans l'Altiplano, à Putina, au Pérou. Un paysage sans arbre, rocaillieux, tapissé d'une herbe rase, déjà jaunie. Une beauté brute, rude comme la pauvreté. C'est de ces hauteurs sauvages, dans la région la plus pauvre du Pérou, que provient une des meilleures laines du monde. Lavée, peignée, tissée, la laine d'alpaga sert à fabriquer des chandails chauds, doux, soyeux et vendus quatre fois plus cher chez nous que sur les marchés andins.

Lorsqu'il travaillait au Pérou pour le Centre d'études et de coopération internationale (CECI), Pierre Thiran a été frappé par le contraste entre la qualité de la laine et la misère des éleveurs — les *alpaqueros*. Depuis 1987, le CECI collabore avec la CECOALP, une centrale de coopératives qui regroupent 700 familles des Hautes-Andes. L'objectif : améliorer leurs conditions de vie en facilitant la commercialisation de la laine sur le marché international.

« L'alpaga est un camélidé »,



Troupeau d'alpagas au Pérou.

Laurent Fontaine

indique Luc Charest, chef de projet du CECI-Alpaca à Puno, au Pérou. Les camélidés sont apparus il y a 16 millions d'années en Amérique du Nord. Une branche a filé vers l'Afrique : voilà le chameau. L'autre a opté pour les Andes et a produit l'alpaga et le lama, domestiqués depuis 10 000 ans.

**L**es camélidés se sont bien adaptés aux différents milieux rudes. Dans l'Altiplano, l'alpaga a perdu son quatrième estomac, une réserve d'eau devenue inutile. C'est un animal très écologique : il coupe l'herbe avec ses dents, au lieu de l'arracher comme le mouton, un animal importé par les Espagnols qui a transformé d'anciens pâturages en déserts. Les sabots de l'alpaga sont également couverts de coussinets qui protègent l'herbe quand il la piétine.

Et la laine ? « Elle se compare à du cachemire, dit Luc Charest. Le secret ? Le diamètre très fin de la fibre. » De 24

à 33 microns pour l'alpaga contre 24 à 48 microns pour le mouton des plaines. Or, plus une fibre est mince, plus sa souplesse, sa douceur et sa chaleur sont grandes ! La laine la plus fine — et la plus appréciée — est celle des bébés alpagas. Dans de bonnes conditions, un animal peut donner son meilleur pendant cinq ans avant d'avoir un pelage plus épais. Le hic pour les *alpaqueros*, c'est la teinte de la laine : les pelages ont une vingtaine de couleurs différentes, du blanc au noir, en passant par le café, le café crème, le brun, le gris, le beige... « Pendant des années, les industriels ont exigé de la laine blanche et se chargeaient de la teindre, dit Luc Charest. Résultat : aujourd'hui, 80 % des troupeaux sont blancs. »

Un autre camélidé pourrait assurer un meilleur avenir aux *alpaqueros* : la vigogne. Avec une fibre de 10 à 20 microns de diamètre, sa laine est en-

core plus fine que celle de l'alpaga. Prix de vente sur le marché mondial : 1 000 dollars le kilo, soit 100 fois le prix de la laine d'alpaga. Un manteau en laine de vigogne coûte facilement 10 000 dollars chez un couturier !

L'animal, plus sauvage, ne se laisse pas domestiquer. De plus, il ne supporte pas la captivité. Aussi, les Péruviens ont dû mettre au point un nouveau système d'élevage. En clôturant des milliers d'hectares où la bête peut trouver à la fois une rivière, des buttes et des pâturages plats à l'état sauvage, et en veillant à ne pas stresser la vigogne lors de la tonte, les éleveurs parviennent à récolter la laine sans tuer l'animal. Le grand danger ? « Les voleurs. Ils n'hésitent pas à tuer les gardiens qui veillent sur l'enclos nuit et jour », dit Luc Charest. À 1 000 dollars le kilo de fibres, la vie d'un homme a moins de poids que la laine... ●

# À la recherche du temps perdu

**A**vez-vous toujours l'impression d'attendre que votre ordinateur daigne réagir à vos commandes ? Vous n'osez pas calculer le nombre effarant d'heures passées à contempler le petit sablier sur votre écran ? Pourtant, si votre ordinateur pouvait s'exprimer sur la question, il y a fort à parier qu'il trouverait à se plaindre de votre terrible lenteur analogique !

En effet, la plupart des ordinateurs passent le plus clair de leur temps... à se tourner les pouces ! Et comme la vitesse des microprocesseurs se compte en mégahertz, cela fait des millions de tours à la seconde perdus. Et, à la grandeur du parc informatique mondial, cela représente des milliards et des milliards de cycles.

C'est de cet épouvantable gaspillage que certains internautes fûtés ont décidé de tirer parti.

Le 22 septembre dernier, **Fabrice Bellard** (1), un étudiant de 24 ans de l'École supérieure des télécommunications, en France, a établi un nouveau record dans le calcul du nombre pi (le rapport entre la circonférence d'un cercle et son diamètre) en obtenant mille milliards de chiffres binaires. Le record précédent — 51 milliards de décimales — avait été établi en juillet dernier à l'Université de Tokyo. Les chiffres binaires de Bellard et les décimales des Japonais sont difficilement comparables, mais le nouveau record serait bien supérieur au précédent. (Ceux et celles que les décimales de pi fascinent feront un détour sur le site **Pi-Search** (2) : on peut y chercher une suite de chiffres, comme son numéro de

Bien entouré et habilement utilisé, votre micro-ordinateur peut accomplir des prodiges en matière de calcul. Un autre petit miracle d'Internet.



Rény Simard

## CyberRessources

- (1) **Page Web de Fabrice Bellard** : <http://www-stud.enst.fr/~bellard/>
- (2) **The Pi-Search Page** : [http://www.aros.net/~angio/pi\\_stuff/piquery.html](http://www.aros.net/~angio/pi_stuff/piquery.html)
- (3) **DESCHALL Homepage** : <http://www.friil.com/~rcv/deschall.htm>
- (4) **RSA Data Security** : <http://www.rsa.com/des/>

téléphone ou sa date de naissance, parmi 50 millions de décimales de pi.)

Pour exécuter son exploit, Bellard a tiré profit des « cycles perdus » d'une vingtaine de stations de travail et de micro-ordinateurs branchés sur Internet. Alors qu'une seule machine aurait obtenu ce résultat en plus de 220 jours de travail, les ordinateurs du Français ont pu, grâce à leur « travail d'équipe », accomplir leur boulot en seulement 12 jours. À vrai dire, mille milliards de chiffres binaires ne sont pas d'une grande utilité pratique ou théorique : à peine 39 décimales suffisent pour calculer la circonférence d'un cercle englobant tout l'Univers avec une précision de l'ordre du diamètre d'un atome d'hydrogène. Cependant, l'exploit montre bien la formidable puissance de calcul offerte par Internet.

Ce n'est pas le premier coup d'éclat du genre : plus tôt, **DESCHALL** (3), un collectif universitaire, a remporté le défi DES (Data Encryption Standard), lancé en janvier 1997 par la firme de sécurité informatique **RSA Data Security** (4). L'objectif ? Déchiffrer un message employant l'algorithme de DES, la norme officielle du gouvernement américain pour le chiffrement des données informatiques. Depuis 1977, son usage est obligatoire dans toutes les agences fédérales américaines — sauf dans l'armée, qui fait bande à part. Dans le secteur privé, la norme est également couramment employée, notamment pour le transfert de données bancaires et les transactions par carte de crédit.

Pour venir à bout de DES, les membres de **DESCHALL** n'ont pas fait dans la dentelle et ont

recouru à la méthode dite de la « force brute » : ils ont testé chaque combinaison possible une par une. Comme la clé faisait 56 bits, il existait 72 quadrillions (72 057 594 037 927 936) de combinaisons possibles. L'équivalent de trouver une aiguille dans une botte de foin format géant (environ 4 kilomètres de large et 1,5 kilomètre de haut !), selon l'instigateur du projet, **Rocke Verser**, un programmeur du Colorado.

Depuis les débuts en février, environ 78 000 machines ont participé au projet **DESCHALL**. À certains moments, jusqu'à 14 000 ordinateurs travaillaient à l'unisson. Au bout de 4 mois, la clé a été découverte après avoir testé près de 18 quadrillions (17 731 502 968 143 872) de combinaisons, à un rythme moyen de 601 trillions de clés par jour. Durant certaines périodes de pointe, la cadence frôlait les sept milliards de combinaisons à la seconde ! L'équipe gagnante a su qu'elle détenait la clé lorsqu'elle a pu lire le message suivant : *Strong cryptography makes the world a safer place.*

Loin d'être un super ordinateur doté des dernières trouvailles technologiques, la machine qui a identifié la clé gagnante n'était qu'un micro-ordinateur personnel, équipé d'un microprocesseur Pentium roulant à 90 MHz et de 16 mégaoctets de mémoire vive. L'un des plus grands projets de calcul informatique à ce jour, **DESCHALL** a ainsi prouvé que de simples micro-ordinateurs personnels peuvent réaliser des prodiges s'ils travaillent de façon concertée. Et la rumeur dit que, cette fois-ci, on bricole une clé de 128 bits... ●

## Le monstre endormi

Même s'ils ont cessé de fumer depuis très longtemps, les gros fumeurs — un paquet et plus par jour durant 25 ans — ne sont pas à l'abri du cancer. En effet, des chercheurs américains de Pennsylvanie ont découvert, en étudiant des poumons de cancé-



reux, que fumer beaucoup activait les récepteurs de certaines hormones de croissance qu'on croit responsables du développement des tumeurs. Or, une fois que ces petites bombes à retardement sont en marche, il est impossible de les désamorcer. Vous avez mis une croix sur votre vice préféré ? Dix, vingt, trente ans plus tard, le cancer peut quand même vous rattraper...

Une seule bonne nouvelle : les moins gros fumeurs ne semblent pas affectés par ce phénomène.

Normand Grondin



## Les Nobels pourris

Écouter de la musique d'ambiance dans les ascenseurs prévient le rhume... Non, il ne s'agit pas d'un remède de grand-mère, mais bien de la conclusion d'une véritable recherche qui a obtenu le premier prix lors de la cérémonie annuelle des Ig-Nobel — Ig pour ignoble ! — en octobre dernier, à l'université Harvard.

Les autres lauréats ? Takami Yagyu a reçu l'Ig-Nobel de biologie pour avoir tenté de démon-



trer que l'encéphalogramme de ses patients est influencé par le goût de leur chewing-gum. Le prix d'entomologie revient à Mark Hostetler pour son traité d'identification des insectes écrasés sur les pare-brise et celui de physique est allé à John Bockris pour ses travaux sur la transmutation des éléments de base en or. L'astronomie n'est pas en reste : Richard Hoagland a identifié des formes à visage humain sur Mars et prétend avoir vu des immeubles sur la Lune... Et, selon Bernard Vonnegut, gratifié du Ig-Nobel de météorologie, le taux de plumes que perd un poulet permet de mesurer la vitesse du vent !

À visiter : [http://www.eecs.harvard.edu/ig\\_nobel/](http://www.eecs.harvard.edu/ig_nobel/)

Isabelle Girard

### Lu, vu, entendu

Intéressant : les Mélanésiens, des insulaires de l'Océanie, sont les plus grands consommateurs de viande en conserve de marque Spam. D'où vient leur intérêt pour ce produit par ailleurs peu ragoutant ? « C'est ce qui ressemble le plus au goût de la chair humaine, écrit le globe-trotter Paul Theroux dans *The Happy Isles of Oceania*. On appelle presque partout en Mélanésie "cochon long" un homme qu'on fait cuire. Il est indéniable que les mangeurs d'homme du Pacifique sont tous devenus (ou ont dégénéré en) des mangeurs de Spam. Et lorsque le Spam vient à manquer, ils se rabattent sur le corned-beef, qui a aussi une saveur de cadavre. » (Cité dans *L'île en noir et blanc*, par Oliver Sacks, Éditions du Seuil, 1997.)

## Le renard dans le poulailler

Malgré toutes les précautions que prennent les producteurs, les poulaillers industriels sont toujours susceptibles de se transformer en de gigantesques incubateurs de bactéries. Surtout durant les chaleurs estivales, durant lesquelles il est impossible de contrôler parfaitement la température des bâtiments, ce qui déclenche la prolifération des microbes.

La preuve, disent les services de santé britanniques, c'est que, durant chaque canicule, on observe une hausse de 20 % et plus des cas d'empoisonnement alimentaire au

poulet dans la population anglaise (7 % d'augmentation pour degré centigrade de plus). Les coupables : *Salmonella*, bien sûr, mais aussi *Campylobacter*.



Le plus grave, estime un responsable du ministère, c'est qu'on refuse encore de faire le lien entre les pratiques industrielles des producteurs et les cas d'intoxication. N.G.

## À vos abris ! abris !

Le métier d'astronaute n'est vraiment pas de tout repos... Il y a aujourd'hui tellement de débris dans l'atmosphère terrestre que, lorsqu'ils sont en orbite autour de la planète, les voyageurs sont exposés à un véritable barrage d'obus fait de morceaux de fusées, de satellites endommagés, de poussière cosmique, de micrométéorites et même de vieux outils abandonnés par d'autres astronautes !

Au total, on évalue qu'il y a plus de 100 000 objets qui se déplacent entre 200 et 2 000 km au-dessus de la Terre. La plupart représentent un danger potentiel : dans l'espace, un objet d'à peine un centimètre cube suffit à perforer une cabine spatiale !

Une équipe d'ingénieurs de l'Agence spatiale européenne s'affaire donc à mettre au point un système de protection fait de deux panneaux en polymère et en fibres céramiques, des matériaux très légers et résistants. Le premier panneau servirait à désagréger les débris, le second à absorber l'impact.

Et les combinaisons spatiales dans tout ça ?

N.G.

### LE CHIFFRE DU MOIS

# 600 000

C'est le nombre d'enfants et d'adolescents américains à qui on a prescrit, l'an dernier, de la fluoxetine, un médicament mieux connu sous le nom de Prozac. Les fabricants de médicaments proposent même des versions aromatisées à la menthe et à l'orange. C'est pourtant loin d'être du bonbon : on ignore encore les effets de cette pilule controversée sur les cerveaux en développement.

I.G.



# Nos animateurs vont de dépression...



## ...en dépression

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



PARCE QUE LE TEMPS  
*change*

Câble 17, Vidéotron Hull et Ouest de Montréal: câble 39  
[www.MeteoMedia.com](http://www.MeteoMedia.com)

# Next Generation

## X-33 la navette de l'avenir

C'est l'entreprise privée et non la NASA qui met au point le vaisseau spatial de l'avenir. Coup d'œil sur ses possibilités.

par Vincent Sicotte

**Gas and go!** Selon ses concepteurs, la navette spatiale de demain, celle qui devrait révolutionner l'accès à l'espace, a un mode d'emploi presque aussi simple que ça ! Pouvant décoller à la verticale et atterrir à l'horizontale, elle volera tout d'un bloc, avec réservoirs et moteurs, et sa propulsion produira tout au plus un peu de vapeur d'eau. La propreté faite navette ! Entièrement automatique, elle ne comporte même pas d'habitacle, si bien que les passagers occasionnels devront trouver leurs aises... dans la soute à bagages. Seule son apparence laisse un peu à désirer : de mauvaises langues l'ont d'ailleurs déjà qualifiée de « patate avec l'arrière d'une Cadillac 61 » !

L'arrivée d'un nouveau modèle n'est pas un luxe, on en conviendra. On sait que, dans

15 ans, la NASA aura mis ses quatre orbiteurs au musée. Et que, d'ici là, chaque mission continuera de coûter près d'un demi-milliard de dollars aux contribuables américains. Ces coûts exorbitants empêchent la NASA de mettre au point un nouveau lanceur, essentiel à la bonne marche du programme de la station spatiale internationale *Alpha*. C'est pourquoi l'agence spatiale américaine a conclu un accord de coopération avec la compagnie Lockheed Martin afin de créer le prototype qui pavera la voie à la navette du XXI<sup>e</sup> siècle.

Ce prototype, le *X-33*, est un format réduit (50 %) de la future navette qui devrait être commercialisée sous le nom de *VentureStar*. Ses pièces font encore l'aller-retour entre la soufflerie et le laboratoire de Lockheed Martin, mais le *X-33* doit en principe voler en 1999. Cette année sera d'ailleurs cruciale pour l'entreprise : à partir de juillet, le *X-33* effectuera une quinzaine de vols en tout juste 10 mois. On prévoit pousser l'engin à Mach 15 (15 fois la vitesse du son) jusqu'à 75 km d'altitude, mais sans le mettre en orbite. C'est à partir de l'analyse de ces vols que la NASA décidera si elle emboîte le pas ou non. En bout de ligne, elle pourrait choisir d'améliorer sa propre navette ou encore d'utiliser occasionnellement ou exclusivement le *VentureStar*. « Il y a encore beaucoup d'inconnues à l'heure actuelle », explique Jim Cast, le porte-parole du programme.

Un exemple : Lockheed Martin prévoit mettre le *VentureStar* en service dès 2005... à moins que la NASA, son principal client, ne se désiste. Il pourrait alors être difficile de dénicher les cinq milliards de dollars nécessaires pour réaliser le projet.



La navette spatiale *VentureStar*, amarrée à la station *Alpha*.



**M**ais pourquoi le *VentureStar* a-t-il retenu l'attention des décideurs de la NASA ? Après tout, l'engin n'existait encore que sur papier au moment de l'accord.

Sa conception innovatrice et ses coûts d'opération réduits y sont certainement pour quelque chose. Cet engin de 1 000 tonnes au décollage fait près de 20 mètres d'envergure, et sa silhouette aplatie rend les ailes inutiles. Avec sa large surface et son nez très arrondi, le *VentureStar* pénétrera donc plus doucement dans l'atmosphère, et une simple couverture métallique suffira à sa protection. C'est là un sérieux atout, car la vérification des tuiles de céramique de la navette actuelle exige 17 000 heures-personnes de travail par vol.

Lockheed Martin a également innové en concevant des réservoirs faits d'un alliage léger d'aluminium et de lithium et logés à l'intérieur de la coque en fibres de carbone. Ils contiendront l'hydrogène et l'oxygène liquides nécessaires à la propul-

sion. En se combinant, ces deux éléments formeront principalement de la vapeur d'eau. Fini le cocktail chimique (acide chlorhydrique, monoxyde de carbone et alumine, pour les plus délétères) que produisait la combustion de poudre ! Le réservoir externe dont les débris s'abattaient sur l'océan sera également chose du passé, de même que la pêche aux propulseurs, réutilisables après chaque vol.

La propulsion sera assurée par un moteur *Aerospike*, une petite merveille conçue dans les années 60, mais qui n'a jamais été utilisée. Pourquoi l'avoir sorti des boules à mites ? « Il est simple à utiliser et très économique », explique Dominic Amatore, porte-parole au Marshall Space Flight Center de la NASA. Il ajoute que la forme de ce type de moteur est bien adaptée au *VentureStar* parce qu'il occupe toute la base de l'appareil, ce qui est plus aérodynamique.

Cependant, sa principale caractéristique est « sa très haute performance à toute altitude », insiste Dominic

Amatore. En effet, les moteurs conventionnels fonctionnent de façon optimale à une seule altitude parce que l'expansion des gaz chauffés se fait dans les tuyères d'éjection, ces parties en forme de cloche sous l'engin. Or, une loi physique dit que la poussée d'un moteur est maximale quand la pression des gaz d'échappement est égale à la pression atmosphérique. Comme la pression des gaz est déterminée par la dimension des tuyères, ces moteurs sont donc optimisés pour une altitude moyenne. Ainsi, plus un moteur doit fonctionner à haute altitude, plus ses tuyères sont longues.

Le moteur *Aerospike*, pour sa part, est équipé de tuyères très ouvertes qui permettent l'expansion des gaz à l'air libre : leur pression change donc naturellement avec l'altitude. Cet effet compensatoire le rend très efficace du niveau de la mer jusque dans l'espace. « Le moteur *Aerospike* pourrait bien propulser les prochaines générations de lanceurs réutilisables », conclut-il.

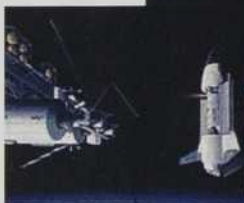
Le *VentureStar* n'a pas été conçu pour séjourner dans l'espace. Cette navette servira uniquement de transporteur : elle pourra placer une charge utile maximale de 1,8 tonne sur orbite basse et 1,1 tonne en fret ou en équipage sur l'orbite plus élevée de la station. La soute accueillera un conteneur déjà vérifié par le « client » et prêt pour le vol : un principe dit de « boîte à lunch » qui permettra d'éviter de coûteux délais. Ainsi, le cycle complet d'un vol de routine du *VentureStar* s'effectuera en sept jours. En comparaison, la vérification complète et la reconstruction de la navette actuelle pour le vol suivant s'échelonne sur plusieurs mois.

Les missions du *VentureStar* devraient, en principe, être réalisées avec une petite équipe au sol. Chez Lockheed Martin, on estime être en mesure de réduire les effectifs jusqu'à cinq personnes. La NASA est moins optimiste et parle plutôt... d'une cinquantaine de personnes ! On s'entend par contre sur un point : les probabilités d'accident de l'engin sont estimées à 1 sur 1 000, alors que celles de la navette actuelle sont de 1 sur 145. C'est là une énorme différence.

La NASA devrait également réduire ses coûts de lancement de 90 %. Si on parvient à atteindre cet objectif ambitieux avec le *VentureStar*, on assistera alors à une véritable démocratisation de l'espace. « C'est le véhicule le plus prestigieux du nouveau programme de lanceurs réutilisables. Grâce à lui, on fera passer les coûts de mise en orbite de 10 000 à 1 000 dollars par livre en 10 ans, précise Jim Cast. Cette réduction des coûts devrait ouvrir de nouvelles perspectives à ceux qui, jusqu'à maintenant, n'avaient pas les moyens d'accéder à l'espace. »



Vue d'artiste. La navette japonaise HOPE. Elle sera téléguidée et assurera la liaison avec Alpha.



## Made in Japan

Les Américains n'ont pas grand-chose à craindre de la concurrence en matière de lanceurs réutilisables. La navette russe *Bourane*, trop dispendieuse, a définitivement été clouée au sol dans les années 80 et, quelque part sur une tablette, le projet de navette européenne *Hermès* amasse la poussière depuis 1992.

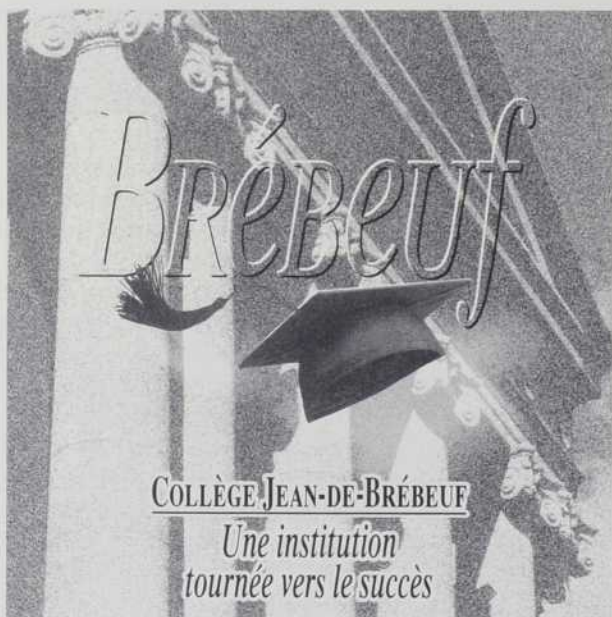
Seul le Japon, qui disposera de son propre lanceur réutilisable au début du prochain siècle, la navette *HOPE*, est encore dans la course. Les Japonais ont déjà lancé trois véhicules expérimentaux (*OREX* en 1994, *HYFLEX* en 1996, *ALFLEX* en 1997) pour recueillir des données sur l'atterrissage automatisé, les vols hypersoniques et la rentrée dans l'atmosphère. Le lancement d'un prototype *HOPE-X*, suivi d'une orbite complète, est prévu pour l'an 2000.

Cette navette téléguidée assurera la desserte en fret du module nippon de la station *Alpha*. *HOPE* pourra aussi être utilisée comme laboratoire spatial. Mais comme elle n'est pas aménagée pour transporter un équipage, les astronautes japonais devront suivre l'appel des étoiles autrement... À bord du *VentureStar*, peut-être ?

La NASA espère même abaisser ces coûts à 100 dollars par livre dès l'an 2020 ! Pour y arriver, l'agence travaille sur le programme ASTP (Advanced Space Transportation Program). Il est question, entre autres projets, de mettre au point un avion spatial à décollage et atterrissage horizontaux, pouvant effectuer une mise en orbite de routine en quelques heures, avec le soutien d'une équipe réduite au sol. Ces lanceurs utiliseront très probablement les superstatoréacteurs, moteurs aérobie à rendement très élevé, qui n'ont toutefois pas franchi le seuil du laboratoire. Mais la NASA n'est pas seule dans la course : presque toutes les puissances spatiales ont dans leurs cartons un projet d'avion spatial plus ou moins avancé.

S'adressant au National Aero Club, en mars dernier, le grand patron de la NASA, Daniel Goldin, ne manquait pas d'enthousiasme à ce propos : « Après avoir réduit les coûts de mise en orbite de façon importante, nous pourrions nous diriger vers la Lune ou vers Mars, établir une station de recherche sur un astéroïde, explorer le Système solaire. Nous aurions une Renaissance de l'espace, du savoir et du pouvoir qu'il détient. C'est notre destin. »

Mais quand Daniel Goldin dit nous, il parle des Américains, bien entendu. ●



**COLLÈGE JEAN-DE-BRÉBEUF**

*Une institution  
tournée vers le succès*

D.É.C. en Arts et Lettres

D.É.C. en Sciences humaines

D.É.C. en Sciences de la nature

D.É.C. (intégrée) en Sciences, Lettres et Arts

Baccalauréat International en Sciences humaines

Baccalauréat International en Sciences de la nature

**(514) 342-9342 poste 255**

Le Collège offre aussi le cours secondaire.

# Fusées les puissances s'affrontent

La bataille est engagée pour conquérir  
le marché des satellites.

par Vincent Sicotte

Confrontées à des baisses de budget, les orgueilleuses puissances spatiales se disputent maintenant le lucratif marché des lancements commerciaux de satellites de télécommunications. Ce marché en pleine expansion — d'une vingtaine de lancements cette année, on passera à plus d'une trentaine d'ici deux ans — est largement dominé par l'Europe, et le restera sans doute si le nouveau lanceur européen, Ariane-5, tient ses promesses.

Mais les Européens ne sont plus seuls : les Américains ont une flotte diversifiée de fusées et sont prêts à tout — même à s'allier aux Russes ! — pour marquer des points. Les Chinois et les Japonais se sont également engagés dans cette guerre commerciale qui se jouera sur le terrain de la fiabilité et des bas prix.

Voici un aperçu des joueurs et de leurs produits.

## Europe : toujours n° 1

Le lanceur Ariane, c'est le triomphe de l'Europe spatiale. Du premier lancement (le 25 décembre 1979) au centième (le 24 septembre 1997), qui s'est déroulé dans une atmosphère de fête, la fusée s'est bâtie une réputation d'excellence. Ariane-4, en service actuellement, est d'ailleurs un modèle de fiabilité et de flexibilité qui raffe plus de 50 % du marché mondial des lancements commerciaux.

L'ESA, l'agence spatiale européenne, a déjà conçu le lanceur destiné à remplacer Ariane-4, lanceur qui devrait permettre à l'Europe d'aborder le prochain siècle toujours en tête du peloton. Le succès du deuxième tir d'essai d'Ariane-5, effectué le 30 octobre dernier, devrait d'ailleurs faire oublier l'explosion en plein vol du premier exemplaire, le 4 juin 1996.



D'une conception tout à fait originale, ce lanceur n'est pas un dérivé des fusées précédentes : sur papier, et malgré son premier essai raté, il devrait être encore plus fiable qu'Ariane-4 et ses coûts de lancement sont 10 % moindres. Mais est-ce que ces deux atouts justifient les 10 milliards de dollars qu'a coûté sa mise au point ? Et pourquoi changer une formule gagnante ?

Il faut rappeler qu'on avait d'autres ambitions pour Ariane-5. À l'origine, ce lanceur très puissant, qui peut mettre en orbite près de sept tonnes de matériel, devait servir de propulseur à la navette spatiale européenne *Hermès*. Or, l'abandon du projet, en 1992, a obligé les concepteurs à réviser leurs stratégies de fond en comble. Le lanceur servira tout de même aux vols habités, comme propulseur du modeste Crew Transport Vehicle, qui desservira le module européen de la station spatiale *Alpha*. Mais, pour le reste, il faudra l'adapter aux besoins des marchés bien précis — et très concurrentiels — des télécommunications.

Le problème, c'est qu'Ariane-5 est peut-être trop puissant pour les besoins actuels du marché.

En effet, le lanceur permet actuellement de mettre en orbite 2 satellites de 3,5 tonnes, le poids moyen des satellites les plus modernes. Mais à quoi bon avoir une grande capacité lorsque la plupart des entreprises de télécommunications ne lancent souvent qu'un seul satellite à la fois ? On ne loue pas un autobus de 50 places lorsqu'on a 25 passagers à transporter...

De plus, tous les experts s'accordent à dire que le poids moyen des satellites va continuer d'augmenter. Comme la charge utile maximale d'Ariane-5 (la masse qu'elle peut mettre en orbite) passe de 6,8 tonnes à 5,9 tonnes lors d'un lancement double, elle risque dans l'avenir de ne pouvoir accommoder qu'un seul satellite et de décoller en ayant toujours un important volume d'espace inoccupé.

Bref, des maux de tête en prévision pour les gens d'Arianespace, l'entreprise qui exploite le lanceur. Cependant, ils sont loin d'avoir jeté l'éponge, explique Claude Sanchez, porte-parole de la compagnie : « Nous avons mis en chantier le programme Ariane-5 Évolution, qui devrait faire passer la charge utile à 8 tonnes, puis à 10 tonnes, autour de l'an 2000. »

## États-Unis : l'embaras du choix

Les États-Unis disposent d'une gamme complète de lanceurs déjà en service. Les nouvelles familles des Delta, Atlas et Titan, dont les lancements sont maintenant entièrement gérés par le privé, ont une charge utile de 1,5 tonne à plus de 5 tonnes. On peut d'ailleurs se demander pourquoi, avec toute cette panoplie, nos voisins ne raffent pas la part du lion...

La raison est la suivante. Au fil des ans, la NASA a peu à peu délaissé les lanceurs au profit de sa navette. Puis, l'explosion de *Challenger*, en 1986, a causé, en plus des pertes humaines, l'arrêt complet du programme américain pendant 30 mois — une éternité, en recherche spatiale. Tirant la leçon de l'événement, la NASA a annoncé qu'elle se retirait complètement du *business* spatial, laissant à l'industrie privée la responsabilité d'élaborer et d'exploiter une nouvelle famille de lanceurs.

Les grands de l'aérospatiale n'attendaient que ce signal pour déployer des stratégies agressives, qui contrastent avec la culture quasi militaire de la NASA. Par exemple, le nouveau consortium Sealaunch, contrôlé par Boeing, lancera en 1998, à partir d'une plate-forme en mer, des fusées Zénith fabriquées en Ukraine et assemblées en Californie !

Deux des plus importants fournisseurs du Pentagone, Lockheed et Martin

Atlas-2



## Russie : lanceurs à vendre !

Avant son effondrement, la superpuissance soviétique effectuait près de 100 lancements par année. Disposant d'une flotte impressionnante de lanceurs, l'URSS réservait toutefois ses Soyouz, Molnya, Proton et autres Zénith à ses besoins et à ceux du bloc de l'Est.

Aujourd'hui, pour les raisons que l'on sait, la recherche spatiale n'est plus vraiment une priorité pour les Russes. Par contre, la Communauté des États Indépendants — c'est-à-dire essentiellement la Russie — a trouvé un excellent moyen de financer son programme spatial : collaborer avec l'ennemi d'hier ! La RKA (l'agence spatiale russe) multiplie maintenant les offres de collaboration : vols payants de non-Russes sur *MIR*, lancements de Proton et bientôt de Zénith. Il est donc à prévoir que la technologie spatiale russe, éprouvée et peu coûteuse, sera de plus en plus utilisée par l'Occident.

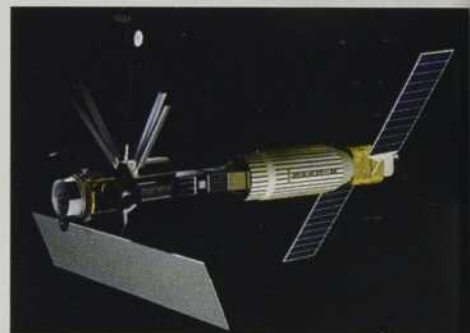
## Chine : un pied dans la course

Un autre pays communiste est entré récemment dans la course : 20 ans après son premier grand bond dans l'espace, la Chine lançait en avril 1990 son premier satellite commercial. Great Wall Industry, la compagnie qui exploite le lanceur Long March (LM), doit lancer pas moins de 11 satellites occidentaux d'ici 2001. Comme les coûts de production en Chine sont moins élevés, ces lanceurs sont plus économiques que ceux de leurs concurrents. Cependant, leur qualité laisse à désirer : trois LM-3 ont explosé en vol en 1995-1996, dispersant dans la mer de Chine les

restes de satellites américains. Mais si Great Wall Industry parvient à ajuster sa montre à l'heure de la « qualité totale », on estime que son lanceur LM devrait parvenir à se tailler une place sur le marché occidental.

## Japon : tous pour un

Le Japon, cinquième puissance spatiale, est entré dans une nouvelle ère avec le lancement de la première fusée 100 % japonaise, en février 1994. Le H-II, le « Merveilleux lanceur » ou le « Rêve du Japon » comme on le surnomme, peut placer jusqu'à deux tonnes en orbite. Le Japon est maintenant présent dans les quatre secteurs principaux de la recherche spatiale : lanceurs, satellites, station spatiale et navette.



Les satellites si convoités par les grandes puissances spatiales ont de multiples fonctions : télédétection, météorologie, usages militaires, etc. Mais la demande la plus importante provient du secteur des télécommunications, particulièrement intéressé par la mise en orbite de satellites géostationnaires (dont la position est fixe au-dessus de la Terre).

Ces satellites se retrouvent tous sur la même orbite, au-dessus de l'équateur, à quelque 36 000 km d'altitude. Si bien que chacun peut « voir » environ 40 % de la surface terrestre.

Pour composer avec l'augmentation prévue de la masse des satellites et l'impératif de réduction des coûts, la NASDA (l'agence spatiale japonaise) met actuellement au point une version modifiée de son lanceur, le H-IIA : sa charge utile pourra passer à trois tonnes si on y ajoute un propulseur supplémentaire. Le premier essai est prévu pour 2001, et des travaux sont en cours pour augmenter la charge utile à quatre tonnes.

Le H-II devrait éventuellement propulser la navette *HOPE*, confirmation que les Japonais ont réussi là où les Européens ont échoué, c'est-à-dire à mettre au point à la fois un lanceur et une navette fonctionnelle. ●

Delta-2



Marietta, ont également fusionné en mars 1995, créant Lockheed Martin, une société qui fabrique et exploite les plus puissants lanceurs américains : les Titan et les Atlas. Ce géant, deux fois et demie plus gros que le fabricant d'Ariane, s'est associé en mai 1995 avec Khrounitchev et Energia, les leaders de l'industrie spatiale russe, pour créer International Launching Systems, qui devrait ouvrir les portes du marché occidental au lanceur russe Proton.



## LA NOUVELLE COURSE À L'ESPACE

Plus vite, plus loin

# Le plein de plasma, s.v.p. !

Un moteur parfaitement propre et extrêmement puissant ? La maîtrise de la physique des plasmas pourrait permettre de réaliser ce vieux rêve.

par Philippe Chartier

Une visite sur Mars ? Les récents succès des sondes *Pathfinder* et *Global Surveyor* ont ressuscité le vieux projet d'une expédition habitée sur la planète rouge. Sauf qu'en utilisant une fusée chimique conventionnelle, le périple durerait plus de trois ans et coûterait une fortune !

Au Advanced Space Propulsion Laboratory, à Houston, on s'affaire donc à mettre au point un moteur de fusée révolutionnaire. Franklin Chang-Diaz est docteur en physique des plasmas et astronaute — il a accumulé plus de 1 000 heures dans l'espace. Depuis 1979, il travaille sur un nouveau type de moteur qui permettra peut-

être à ses collègues de se déplacer beaucoup plus loin et plus rapidement qu'on ne peut le faire aujourd'hui.

Comme le font les gros pétards, les moteurs conventionnels — que l'on qualifie de « chimiques » — misent sur le processus de la combustion. Les substances du cocktail explosif peuvent varier, mais le procédé demeure essentiellement le même : un « carburant », par exemple l'hydrazine ( $N_2H_4$ ), est mis en présence d'un « comburant », habituellement de l'oxygène ( $O_2$ ), qui provoque la combustion du premier et dégage d'importantes quantités de chaleur et de gaz.

Le tout nouveau moteur du physicien, lui, n'utilise que de l'hydrogène pur à 100 % (il n'y a aucune combustion). Dans une sorte de four à micro-ondes, on chauffe l'hydrogène jusqu'à ce que les atomes du gaz s'ionisent (le noyau de l'atome perd ses électrons) et qu'on obtienne un « plasma », c'est-à-dire une soupe brûlante d'électrons et de protons survoltés à 10 millions de degrés.

Comme aucun alliage ne peut supporter pareille chaleur, de puissants champs magnétiques servent à contenir et à concentrer le plasma afin d'empêcher le moteur de fondre. « La technologie que nous employons provient en partie de la recherche sur la fusion nucléaire, précise Franklin Chang-Diaz. Par contre, nous ne cherchons pas à atteindre les températures de 50 à 100 millions de degrés nécessaires pour engendrer la fusion : 10 millions nous suffisent amplement ! »

Tout comme l'eau expulsée d'un boyau d'arrosage, le débit et la vitesse d'éjection du plasma peuvent être contrôlés en modifiant l'intensité et la forme du champ magnétique. Cette ingénieuse « tuyère magnétique » rend le moteur extrêmement versatile, éliminant du même coup certaines limites des moteurs conventionnels (voir l'encadré à la page 26).

## 5 autres techniques de propulsion

par Philippe Chartier

**A**u rayon des engins révolutionnaires, le moteur au plasma n'est pas seul en lice. Depuis plus de 30 ans, les ingénieurs rivalisent d'imagination pour proposer des systèmes de propulsion dont certains relèvent carrément de la science-fiction ! Cela dit, bien que leurs applications pratiques semblent hypothétiques, la plupart reposent sur des principes scientifiquement valables. En voici quelques exemples.

### La propulsion photonique

Même si on en parle depuis les années 20, le voilier solaire n'a toujours pas vu le jour. L'idée est pourtant séduisante : on tend une immense voile sur un engin sans moteur ni carburant et on se laisse allégrement pousser par les photons solaires. (Contrairement à une opinion répandue, la propulsion photonique n'a rien à voir avec les vents solaires. Ces derniers sont composés de particules à haute énergie dont la pression est de 1 000 à 10 000 fois inférieure à celle exercée par les photons solaires.)

Selon ses partisans, un voilier solaire pourrait ainsi atteindre une vitesse de quelques psol (1 psol = 1 % de la vitesse de la lumière). Le handicap : il ne faut pas être pressé, car, si l'accélération est continue, elle est également très très lente...

Aux environs de la Terre, sur un mètre carré de surface, on estime que les photons solaires exercent une pression équivalente à quatre millièmes du poids d'un trombone.

Pour profiter pleinement de la pression solaire, certains concepteurs, vaguement mégalomanes, ont imaginé d'équiper l'engin de voiles

grandes comme l'État du Texas ! Signalons aussi que le voilier solaire ne serait guère approprié pour les voyages au long cours : en s'éloignant du Soleil, la pression solaire diminue et, aux environs de Saturne, elle n'est plus que de 1 % de celle que l'on retrouve près de la Terre.

### La propulsion au laser

Une variation sur le thème précédent, le voilier au laser capterait un puissant faisceau d'énergie émis, par exemple, par un satellite en orbite autour de la Terre. Contrairement à leurs cousins solaires, les photons du laser voyagent sous forme de faisceau cohérent, pouvant franchir des millions de kilomètres sans se disperser. Comme l'énergie des photons est plus concentrée, un écran d'une centaine de mètres de diamètre serait suffisant pour propulser le vaisseau, et l'accélération serait beaucoup plus rapide. Pour l'instant, toutefois, la mise au point d'un laser d'une telle puissance et d'une telle précision est irréalisable.

### La propulsion nucléaire

Parmi les nombreux projets visant à exploiter l'incroyable puissance de l'atome, certains sont plus percutants que d'autres. Ainsi, des ingénieurs suggèrent ni plus ni moins de faire détonner des charges nucléaires et d'utiliser la force de la déflagration comme source d'accélération ! Selon eux, une épaisse plaque métallique et de robustes amortisseurs suffiraient à encaisser l'énergie des explosions. L'avantage : ce mode de propulsion est déjà à la portée de la technologie actuelle.

Évidemment, comme on peut le constater, les passagers seraient littéralement assis sur une bombe ! En plus des radiations cosmiques, il faudrait les prémunir contre les radiations du propulseur. Et puis, en raison des risques évidents de contamination, l'emploi d'un tel moteur ne pourrait se faire que très loin de tout monde habité...

### La propulsion à l'antimatière

En théorie, un vaisseau propulsé à l'antimatière pourrait atteindre une accélération de 94 psol, soit presque la vitesse de la lumière ! Malheureusement, la production et le stockage d'antimatière posent des défis incroyables. Sur le plan de la sécurité, un tel vaisseau devrait être très, très long, histoire de protéger l'équipage des mortels rayonnements particuliers et thermiques émis par le moteur.

Comment fonctionnerait-il ?

Il faudrait d'abord faire léviter un cristal d'antihydrogène (équivalent antimatière de l'hydrogène, composé d'antiprotons et d'antiélectrons) dans un puissant champ magnétique. Puis, braquer sur ce cristal un faisceau de rayons ultraviolets afin de libérer quelques antiprotons. À l'aide d'inducteurs magnétiques, on acheminerait ce flux d'antiprotons vers la tuyère. Finalement, on croiserait le flux d'antihydrogène avec un flux d'hydrogène normal dans la tuyère.

Et puis, il ne faudrait surtout pas oublier de s'éloigner de la déflagration durant l'annihilation du mélange, alors qu'un flot mortel de particules élémentaires et de rayons gamma déferlerait dans les environs immédiats !

### Au-delà de la vitesse de la lumière

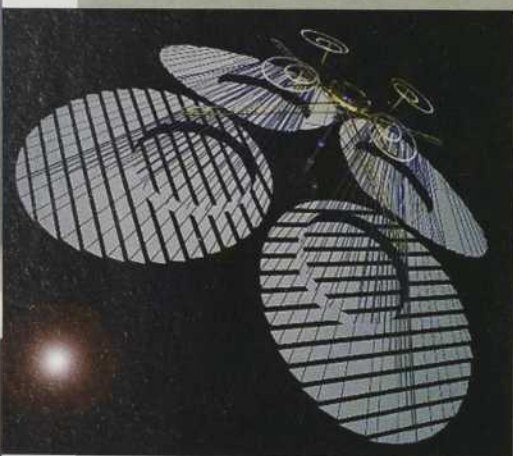
Au lieu de vouloir péniblement s'approcher de la vitesse de la lumière, avec des moteurs hyperpuissants, certains physiciens cherchent des raccourcis. Hautement hypothétiques, trois scénarios, inspirés de détails de la relativité et de la physique quantique, retiennent actuellement l'attention des chercheurs.

#### 1. Déformer l'espace-temps

Selon Miguel Alcubierre, physicien à l'université de Galles, il serait théoriquement possible de dépasser la vitesse de la lumière en construisant un engin pouvant contracter la substance de l'espace-temps devant l'astronef et l'étirer derrière. Résultat : c'est l'espace-temps qui bouge autour de vous alors que vous faites du surplace. (Bref, vous carburez à la quintessence de la paresse...)

Autre détail : cet engin permettrait aussi de voyager dans le temps et d'expérimenter des paradoxes temporels. Malheureusement, deux trouble-fête de l'université Tufts, au Massachusetts, ont calculé qu'un tel engin relativiste exigerait plus d'énergie pour se mettre en branle que toute celle contenue dans l'Univers.

La propulsion au laser





## 2. Emprunter un trou de ver

Selon la relativité générale, l'espace-temps est courbe et replié sur lui-même. Théoriquement, on pourrait donc creuser un tunnel, appelé communément « trou de ver », pour relier deux régions éloignées en apparence. Malheureusement, ces trous de ver ont la fâcheuse habitude de se refermer en un clin d'œil. Pour empêcher ce phénomène de se produire — et éviter qu'un astronef et ses passagers soient mis en pièces —, les concepteurs devraient recourir à de grandes quantités de matière exotique aux propriétés étranges, comme des champs magnétiques inversés, une densité d'énergie négative, etc.

Cependant, avant d'aller plus loin, il faudrait d'abord et avant tout mettre la main sur un de ces fameux « trous de ver » !

## 3. Dérouler une dimension

Selon la théorie des cordes, l'une des nombreuses théories cherchant à unifier les lois de la physique, toutes les particules fondamentales de l'Univers sont comme des pièces microscopiques de cordes vibrant dans 10 (ou 26, au choix) dimensions à la fois. Comme nous n'observons que quatre dimensions dans la vie de tous les jours, on postule que les dimensions excédentaires seraient enroulées sur elles-mêmes, à une échelle d'un milliard de milliards de fois plus petite qu'un proton. Or, selon certains physiciens, on pourrait dérouler temporairement l'une des dimensions excédentaires et accéder à un autre secteur de l'Univers en utilisant un raccourci à travers une autre dimension.

Il suffisait d'y penser !

**P**uissant et compact, un moteur fait 3 mètres de long et 20 cm de diamètre. Pour un voyage vers Mars, on a évalué qu'un véhicule devrait être équipé de trois de ces engins. Avec une telle configuration, une fois arrivé à destination, le pilote pourrait manœuvrer le véhicule en contrôlant le débit de chaque moteur — ce qui est impossible avec une fusée conventionnelle. Trois réacteurs nucléaires à l'uranium fourniraient les 10 mégawatts d'électricité nécessaires pour chauffer le plasma.

Autour du véhicule spatial, les énormes réservoirs d'hydrogène liquide serviraient à isoler les passagers contre les radiations solaires, tout en contrôlant la chaleur à l'intérieur du vaisseau. On utiliserait des supraconducteurs pour créer les champs magnétiques servant à contenir le plasma. L'avantage des supraconducteurs : ils nécessitent des températures approchant le zéro absolu, des conditions relativement faciles à obtenir dans le vide spatial. D'un autre côté, il faudra trouver le moyen de les protéger en tout temps des radiations solaires.

Avec les propulseurs chimiques conventionnels, il faudrait compter au moins huit mois pour se rendre sur Mars et autant pour en revenir. Les astronautes devraient également demeurer deux ans sur la planète rouge en attendant que les positions relatives de Mars et de la Terre soient propices au voyage de retour. Grâce au moteur au plasma, des formules beaucoup plus expéditives sont envisagées. Par exemple, la « Classique » (90 jours à l'aller, 60 jours sur Mars et 90 jours au retour), le « Speedboat » (101, 30 et 104 jours) avec une charge utile minimale (2 % de la masse totale) et le « Remorqueur » (90, 704 et 90 jours) avec une charge utile plus importante pour les missions prolongées.

**F**ranklin Chang-Diaz et son équipe ont construit un premier prototype et effectuent des essais réguliers depuis plusieurs mois déjà. Mais quelques problèmes doivent encore être résolus. D'abord, le plasma a tendance à « coller » au champ magnétique. C'est dans leur nature : les champs magnétiques ont l'habitude de se clore sur eux-mêmes. Par conséquent, le plasma reflue vers l'intérieur du réacteur plutôt que de s'en échapper. Et lorsqu'il est éjecté, il a également tendance à s'éparpiller au lieu de produire un flux bien concentré. Autre souci : les pertes d'énergie durant le chauffage du plasma. Bien que le rendement énergétique soit de 50 % à 60 %, ce qui se compare avantageusement aux autres systèmes de propulsion, on aimerait bien réduire les pertes durant

la transformation de l'électricité produite par le réacteur nucléaire en micro-ondes, utilisées pour chauffer le plasma.

Malgré ces obstacles, on croit que d'ici trois ans un prototype miniature d'un mètre de long et de cinq centimètres de diamètre pourra faire ses débuts dans l'espace. « Par la suite, on compte passer à des tests plus ambitieux avec un modèle grandeur nature », dit Franklin Chang-Diaz. Si tout va bien, un astronef équipé d'un moteur au plasma pourra atteindre environ 160 000 km/h, ce qui représente une vitesse 3 fois plus importante que celle du moteur chimique le plus performant.



Franklin Chang-Diaz. Il pense pouvoir tripler la vitesse des vaisseaux spatiaux.

Même si un voyage sur Mars demeure l'objectif premier, le physicien considère qu'un tel périple ne permettrait pas d'utiliser tout le potentiel du moteur. « Mars est presque trop près de nous pour pousser le moteur à sa pleine puissance. C'est comme si vous preniez l'autoroute à bord d'une Lamborghini et qu'à peine après avoir commencé à accélérer, vous deviez prendre la prochaine sortie ! » Lorsqu'on voyage sur la route, il suffit d'appliquer les freins pour que la friction stoppe le véhicule. Dans le vide spatial, où la friction est nulle, la seule façon de freiner est d'activer les moteurs et de se propulser dans le sens inverse : à mi-chemin, il faut donc commencer à freiner. Or, ce type de moteur offrirait une bien meilleure performance si on l'utilisait sur une plus longue distance. À titre d'exemple, il est trop puissant pour qu'on songe à l'utiliser pour se rendre sur la Lune !

C'est pourquoi Franklin Chang-Diaz se permet de rêver tout haut en évoquant des destinations encore plus lointaines : Jupiter, Saturne, Pluton peut-être ?

**UN MONDE DE  
CONNAISSANCES  
À VOTRE PORTÉE!**



**Vous cherchez un cours  
qui répond à vos besoins  
et s'adapte à votre horaire?**

**LA SOLUTION :  
L'ENSEIGNEMENT  
À DISTANCE**

PLUS DE 30 DISCIPLINES

**5 CERTIFICATS OFFERTS  
ENTIÈREMENT À DISTANCE**

CERTIFICAT EN DISTRIBUTION  
ET MARCHANDISAGE ALIMENTAIRES

CERTIFICAT EN HORTICULTURE  
ET EN GESTION D'ESPACES VERTS

CERTIFICAT EN INFORMATIQUE

CERTIFICAT EN INNOCUITÉ  
ALIMENTAIRE

CERTIFICAT EN PLANIFICATION  
FINANCIÈRE PERSONNELLE

Renseignements:

**(418) 656-7883**

ou

**1 800 561-0478**  
poste 7883



BUREAU  
DE L'ENSEIGNEMENT  
À DISTANCE

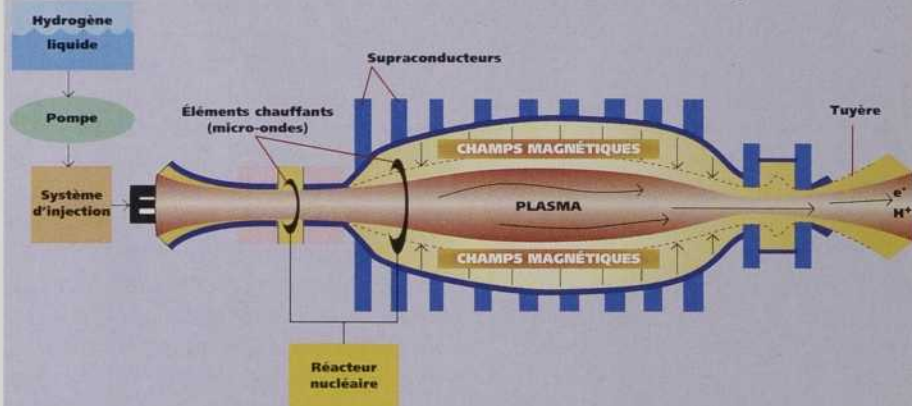


Télécopie : (418) 656-3876  
Courriel : bed@dgfc.ulaval.ca

LE SAVOIR DU MONDE  
PASSE PAR ICI

[www.ulaval.ca](http://www.ulaval.ca)

## Schéma du moteur au plasma



## L'art de la propulsion

La propulsion d'une fusée dépend de la troisième loi de Newton : à toute action correspond toujours une action égale et opposée. Le principe est fort simple : lorsque je lance un objet dans une direction, je subis une force de réaction dans la direction opposée. Dans le cas d'une fusée, l'éjection de gaz dans le vide permet de la faire avancer. Pour calculer son accélération, trois facteurs entrent en jeu : 1) la quantité ou masse de matière éjectée; 2) la vitesse à laquelle celle-ci est expulsée; 3) la masse de la fusée et du carburant à bord. Tout en cherchant constamment à minimiser le troisième facteur, les ingénieurs disposent essentiellement de deux méthodes pour accélérer une fusée : soit éjecter beaucoup de carburant à (relativement) faible vitesse, soit éjecter peu de carburant mais à très haute vitesse.

Pour illustrer ces deux approches, imaginez que vous êtes coincé au milieu d'un lac gelé : la seule façon de rejoindre la terre ferme est d'utiliser le principe de la propulsion et l'absence de friction de la surface gelée.

Première méthode : vous vous propulsez en lançant derrière vous un gros rocher. Comme le rocher a une grande masse, il bougera très lentement, tandis que vous vous déplacerez avec une vitesse plus grande, dans la direction inverse.

Deuxième méthode : au lieu de lourds rochers, vous transportez une cargaison de balles de ping-pong que vous lancez une à une pour vous propulser. Étant très légère, chaque balle procure une accélération plus faible qu'un rocher. Par contre, elles sont beaucoup plus faciles à accélérer qu'un rocher ! Et, rappelons-le : ce n'est pas simplement la masse du carburant éjecté qui compte, mais également sa vitesse d'éjection.

D'un point de vue théorique, les deux méthodes sont parfaitement équivalentes. D'un point de vue pratique, la deuxième option est généralement favorisée, car, pour obtenir la même poussée, la masse de carburant à transporter est beaucoup moindre. Comme le carburant représente habituellement 95 % de la masse d'une fusée, une bonne partie de ce carburant sert donc à accélérer... la masse du carburant requis pour le reste du voyage ! Cependant, chaque méthode a son champ d'application particulier. Au début du voyage, alors qu'on tente de sortir du puits gravitationnel de la Terre, il est plus efficace d'expulser beaucoup de carburant à faible vitesse. Dans le vide spatial, l'inverse est préférable. Avec les fusées traditionnelles, il est impossible de changer les paramètres d'expulsion des gaz en cours de vol. On a donc recours à une solution de rechange : des fusées multiétages, où chaque étage est adapté aux conditions d'une portion du voyage. Pour s'arracher à l'attraction terrestre, les premiers étages éjectent beaucoup de carburant à faible vitesse tandis que, une fois dans l'espace, les derniers étages évacuent peu de matière, mais à très haute vitesse.

Grâce à sa « tuyère magnétique », le moteur au plasma rend désuète la solution des fusées multiétages. Il suffit de modifier à volonté l'échappement des gaz afin d'utiliser la puissance du moteur de la façon la plus appropriée aux conditions de vol. ●

# astronomie

## Québec

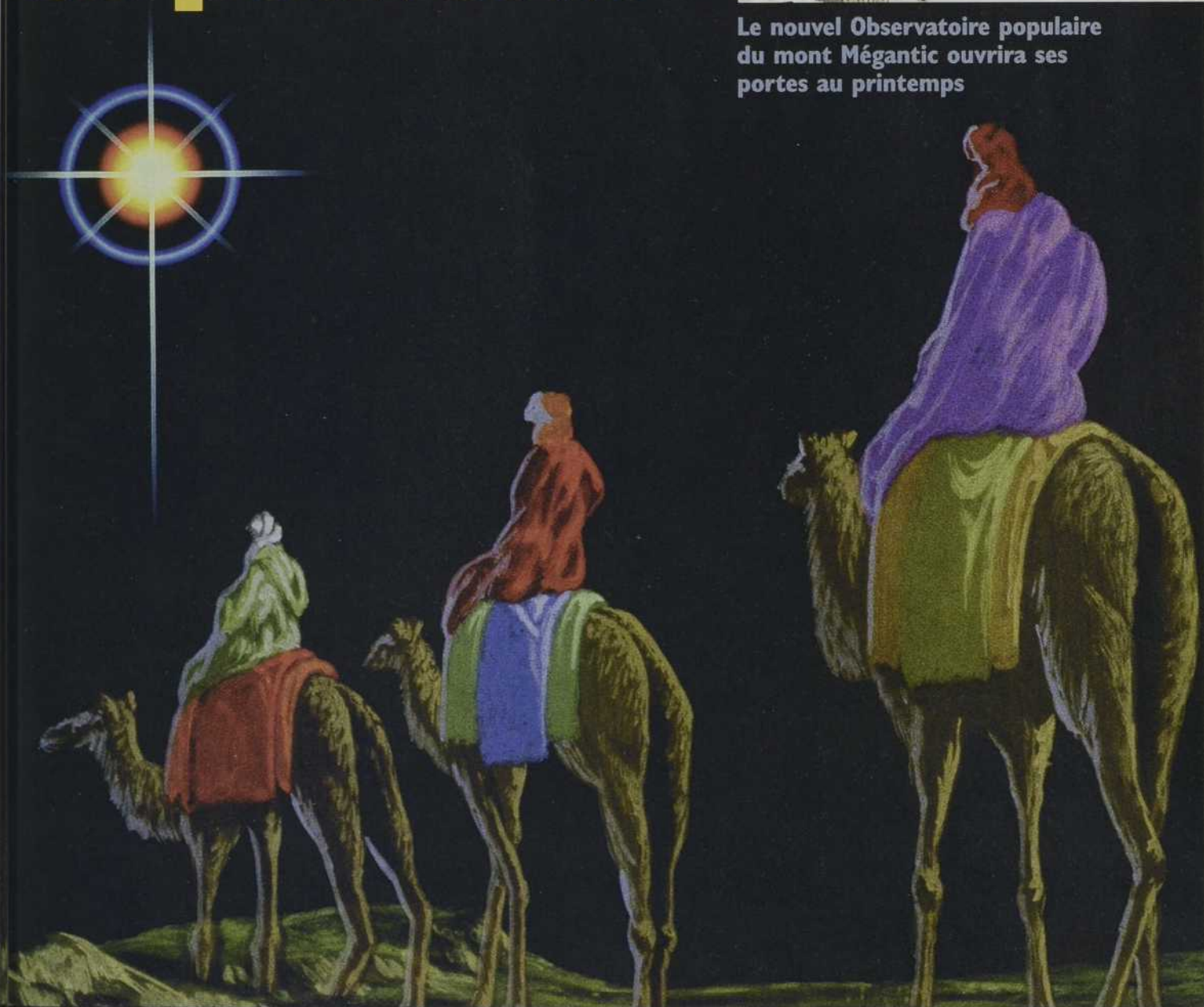
HIVER 1997-1998 • VOLUME 7, NUMÉRO 4

### L'étoile des Mages :

# l'enquête se poursuit



Le nouvel Observatoire populaire du mont Mégantic ouvrira ses portes au printemps



# Un deuxième œil pour Mégantic

Jean-Pierre Urbain



SÉBASTIEN GAUTHIER

Il y a 20 ans débutaient les travaux de l'Observatoire du mont Mégantic. « On construit le premier observatoire cette année, puis le second l'an prochain », disait-on au directeur René Racine. « À l'origine, indique-t-il, il était prévu d'ériger deux coupôles au sommet du mont Mégantic : l'observatoire actuel, le plus important, et un plus petit pour des travaux de moindre envergure. »

Vingt ans plus tard parole est tenue. Dans cette région dynamique du Québec, où l'AstroLab fait figure d'élément touristique moteur, on a enfin pu construire l'Observatoire populaire grâce à des dons privés et au financement public.

Bordé de plates-formes d'observation, ce deuxième édifice est déjà sorti de terre, et ses instruments sont actuellement à l'essai. Son télescope principal est une réplique au tiers du grand télescope de 1,6 mètre en service depuis deux décennies. Dès le printemps, le visiteur pourra s'initier à son fonctionnement : il le verra pivoter, s'orienter et pourra mettre l'œil à l'oculaire. Les techniques de prise de vue, de poursuite, de traitement d'image y seront aussi expliquées.

Dorénavant, les amateurs d'astronomie auront accès à des équipements de pointe et de calibre professionnel. Rappelons que la contribution des astronomes amateurs est essentielle à la compréhension de plusieurs phénomènes astronomiques. Par exemple, nombreux sont ceux qui participent à l'étude des étoiles variables. Ils libèrent ainsi les professionnels qui, de toute façon, n'ont ni le temps, ni l'argent, ni suffisamment d'équipements pour effectuer les mesures de photométrie sur ce type d'étoiles. Signalons également que les étudiants de l'Université Laval, de l'Université de Montréal et de plusieurs cégeps pourront utiliser le nouvel observatoire pour approfondir leurs connaissances en astronomie.

Dans un avenir rapproché, il sera également possible de contrôler à distance les nouvelles installations de l'Observatoire populaire. La fenêtre du cosmos s'ouvrira dans les classes et les écoles du Québec. Et de nombreux jeunes, ébahis, assisteront en temps réel au magnifique spectacle de l'Univers. ■

Renseignements : AstroLab, | 888 881-2941

## Sommaire

- 3 Atmosphère**  
Quel temps fera-t-il cet hiver ?
- 4 Enquête**  
À la recherche de l'étoile des Mages
- 10 Carte du ciel**
- 11 À l'œil**  
Splendeurs du ciel d'hiver
- 12 Le saute-étoile**  
Discrète Licorne
- 13 Aux premières loges**  
La vie tourmentée des galaxies
- 15 Galaxie Gutenberg**  
Voyage au bout de l'Univers

astronomie  
Québec

Publié conjointement par la Revue Québec Science et Les Éditions astronomiques, *Astronomie-Québec* est diffusé dans le magazine *Québec Science*, numéros d'avril, juillet, octobre et décembre.

**Préparation des contenus :** Les Éditions astronomiques inc.

**Production :** Québec Science

Astronomie-Québec

**Directeur de la rédaction :** Jean-Pierre Urbain

**Révision :** Natalie Boulanger

**Graphisme :** Normand Bastien

**Illustrations :** Daniel Friedli, Jean-Pierre Urbain

**Photos :** Denis Bergeron, Thomas Collin, Michel Dionne, Sébastien Gauthier, Pierre Martin, Jean-René Roy, Planétarium de Montréal, STScI

**Textes :** Pierre Chastenay, Ève Christian, Laurent Drissen, Roger Gagnon, André Grandchamps, Jean-Paul Pelletier, Mario Tessier, Jean-Pierre Urbain, Jean Vallières

Rédaction

4545, avenue Pierre-De Coubertin  
Casier postal 1000, succursale M  
Montréal (Québec) H1V 3R2  
Téléphone : (514) 252-3038  
Télécopieur : (514) 251-8038

Publicité

Soussy.com  
Carole Martin  
Téléphone : (514) 843-6888  
Télécopieur : (514) 843-4897

Abonnements


Magazine Québec Science  
Service des abonnements  
525, rue Louis-Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7  
Tél. : (514) 875-4444 Téléc. : (514) 523-4444  
courrier@QuebecScience.qc.ca

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec et Bibliothèque nationale du Canada, ISSN 1183-5362  
Répertorié dans Repère.

© Copyright 1997 — Astronomie-Québec

*Astronomie-Québec* est née en 1981 de la fusion de la revue *Le Québec astronomique*, fondée en 1972 par la Société d'astronomie de Montréal, et de *Magnitude Zéro*, fondée en 1977 par l'AGAA.

*Astronomie-Québec* reçoit une aide financière du ministère de la Culture et des Communications du Québec.

 Gouvernement du Québec  
Ministère de la Culture  
et des Communications

Notre couverture

Les Rois mages, représentation d'artiste (source : Planétarium de Montréal). En mortaise : la construction de l'Observatoire populaire au sommet du mont Mégantic (photo : Sébastien Gauthier).

# Quel temps fera-t-il cet hiver ?

Ce n'est pas parce que la Terre est au plus près du Soleil qu'il fait chaud...

Ève Christian



La Terre vue du Soleil.

Ce n'est un secret pour personne : au Québec, il fait chaud l'été et froid l'hiver. Même très froid par moments... Pourquoi nos hivers sont-ils si rigoureux ? Parce que la Terre est plus loin du Soleil pendant l'hiver, direz-vous ? Pas du tout ! Voyons vraiment ce qui se passe.

Depuis longtemps, on sait que la Terre tourne autour du Soleil en un peu plus de 365 jours. C'est notre année. Notre planète tourne également sur elle-même autour d'un axe qui passe par les deux pôles. En 24 heures, elle effectue une rotation complète. C'est ainsi que s'explique l'alternance du jour et de la nuit. L'axe de la Terre est aussi incliné de 23,5° par rapport au plan de son orbite autour du Soleil. C'est cela qui est à l'origine des saisons.

Parce que l'axe de la Terre est incliné, l'apport de lumière solaire est inégal d'une saison à l'autre. Ainsi, durant l'hiver, même si notre planète se retrouve au plus près du Soleil (périhélie), l'extrémité de l'axe de rotation terrestre pointe à l'opposé du Soleil dans l'hémisphère Nord. Les jours sont alors plus courts et les nuits, plus longues, ce qui ne nous donne pas beaucoup de temps pour emmagasiner la chaleur du Soleil. De plus, comme les rayons solaires suivent un angle plus prononcé (le Soleil est beaucoup plus bas dans le ciel en décembre qu'en juin), la chaleur est beaucoup moins intense que s'ils nous parvenaient directement.

Comment expliquer alors que, même si les journées les plus courtes ont lieu autour du 21 décembre, lors du solstice d'hiver, le froid

est beaucoup plus intense en janvier et en février ? C'est qu'en décembre la chaleur qui s'est emmagasinée dans le sol et les plans d'eau durant la saison chaude n'est pas encore complètement éliminée. Elle le sera quelques semaines après les jours les plus courts.

Et cette année, quel genre d'hiver aurons-nous ? Les réponses varient selon qu'on se base sur les prévisions statistiques d'Environnement Canada (1) ou sur l'Almanach des fermiers (2) ! Une chose est sûre cependant : il faudra compter avec El Niño, ce courant marin

anormalement chaud qui s'installe dans l'est du Pacifique. Si l'on se fie à ses effets passés, les températures seront plus douces... ce qui n'exclut en rien les tempêtes de neige ! ■

**(1) Environnement Canada**

[www.cmc.ec.gc.ca/~cmcdev/saisons/saisons.html](http://www.cmc.ec.gc.ca/~cmcdev/saisons/saisons.html)

**(2) Almanach des fermiers**

[www.almanac.com/weather/can.region2.html](http://www.almanac.com/weather/can.region2.html)

Ève Christian est météorologue. Elle anime un populaire site Web ([www.meteo.org](http://www.meteo.org)).

## Noël, c'est aussi la fête du solstice

C'est au IV<sup>e</sup> siècle de notre ère que l'Église a adopté la date du 25 décembre pour célébrer la Nativité. Mais elle ne correspond pas nécessairement à la naissance de Jésus. Cette date avait depuis fort longtemps une grande signification pour de nombreux peuples. L'Église espérait ainsi donner un caractère universel à la fête de Noël.

En fait, à l'époque du solstice d'hiver (les journées les plus courtes de l'année), plusieurs civilisations craignaient de perdre le Soleil à tout jamais. Ils cherchaient donc à raviver l'astre du jour par des célébrations imposantes.

Par exemple, les Hopis effectuaient une danse sacrée autour d'un immense feu après 16 jours de festivités. Les Celtes, eux, entamaient leur rituels dès le début de novembre. Comme les Hopis, ils allumaient de grands feux sur les montagnes pour aider le Soleil à vaincre les forces du mal qui l'assaillaient. Et ils étaient convaincus du bien-fondé de leurs rituels puisque, après le solstice, les journées allongeaient. De leur côté, les Romains célébraient la renaissance du Soleil avec le festival des Saturnales. Pendant la semaine du solstice, ils cessaient toute activité, se costumaient et décoraient les maisons et les rues.

Pour tous, le solstice représentait le triomphe de la lumière sur les ténèbres, ou encore de la vie sur la mort. De nos jours, nous savons bien que le Soleil ne risque pas de perdre la lutte contre les forces des ténèbres. Mais Noël n'en demeure pas moins une fête de lumière...

**André Grandchamps**

André Grandchamps est astronome au Planétarium de Montréal.

# À la recherche de l'étoile des Mages

L'adoration des Mages est sans doute l'une des légendes les plus connues du temps des fêtes. Mais ce qui demeure un mystère, c'est le phénomène céleste qui a guidé les Rois mages vers la crèche de Bethléem. *Astronomie-Québec* a décidé d'ouvrir l'enquête et de vous mettre sur la piste des principaux suspects.

Pierre Chastenay

Imaginez que l'on vous confie une enquête sur un événement dont tous les témoins oculaires sont disparus depuis près de 2 000 ans. Pire, le seul compte rendu qui existe a été écrit plus d'un siècle après les faits ! Et, pour couronner le tout, votre principal suspect est un phénomène éphémère qui n'a laissé aucune trace de son passage. Pas sûr que vous arriveriez à réunir suffisamment de preuves pour convaincre un jury ! Mais le convaincre de quoi, au juste ? Car, s'il y a enquête, il n'y a pas eu crime. Au contraire, ils s'agit sans doute de la plus belle histoire qui soit !

Cette histoire, c'est celle de l'étoile des

Mages, ce signe céleste qui aurait guidé les Mages vers la crèche où Jésus venait de naître. Quelle était la nature de cette « étoile » ? Était-ce un phénomène astronomique ? Un météore ? Le signe d'une quelconque intervention divine ? Est-il possible que cette histoire ait été inventée de toutes pièces ?

Tout ce que nous savons de l'étoile des Mages nous vient de l'Évangile de Mathieu, qui raconte que, peu de temps avant la naissance de Jésus, d'étranges personnages auraient suivi un signe céleste jusqu'à Jérusalem. En audience devant le roi Hérode, ils auraient obtenu la confirmation d'une prophétie annonçant la naissance du Messie dans un village du nom de Bethléem. Poursuivant leur route, ils y auraient trouvé la crèche et, s'agenouillant devant l'enfant Jésus, ils lui auraient of-



Quel était cet étrange objet visible dans le ciel du Moyen-Orient au début de notre ère ? Un objet suffisamment brillant pour attirer l'attention des Mages et les inciter à entreprendre un long et périlleux voyage, mais suffisamment discret pour ne pas être aperçu des astronomes de la cour du roi Hérode.

fert l'or, l'encens et la myrrhe.

Quel beau conte ! Malheureusement pour les enquêteurs, il soulève plus de questions qu'il ne fournit de réponses ! Qui sont ces voyageurs dont Mathieu nous parle ? D'où viennent-ils ? Et que représentait pour eux ce signe céleste qu'ils suivaient ? Le moins qu'on puisse dire, c'est que l'évangéliste est avare de détails.

Examinons d'abord qui étaient ces étranges pèlerins. « Nous avons vu l'étoile en Orient », affirment-ils à Hérode. L'orient, c'est l'est et, par rapport à Jérusalem, c'est la Perse, Babylone. Les Mages venaient donc de Mésopotamie, aujourd'hui l'Irak.

Pourquoi s'intéressaient-ils tant à ce qui se passait dans le ciel ? On croit qu'ils étaient astrologues, à une époque où l'astronomie en était à ses balbutiements.

On les imagine, perchés au sommet de la plus haute ziggourat, scrutant le ciel nuit après nuit. Rien ne leur échappait : étoiles filantes, bolides, éclipses, occultations, comètes, étoiles nouvelles. Ni non plus ces étranges étoiles vagabondes, les planètes, qui allaient et venaient comme bon leur semblait... Qu'ont-ils bien pu voir qui les a troublés au point d'entreprendre un si long voyage à travers le désert ?

Ah ! Si nous pouvions remonter le temps et observer le même ciel qu'eux... Mais n'est-ce pas ce que font les astronomes lorsqu'ils calculent à rebours le moment de telle ou telle

éclipse du passé ou encore la position des planètes il y a des milliers d'années ? Si nous connaissions l'époque à laquelle ces événements ont eu lieu, nous pourrions interroger nous-mêmes les étoiles !

La question devient donc : à quand exactement remonte la naissance de Jésus ? Corrigeons tout de suite un mythe : Jésus n'est pas né un 25 décembre il y a 1997 ans ! La date du 25 décembre correspond plutôt à une fête populaire très ancienne, antérieure au christianisme (voir encadré à la page 3). Pour ce qui est de l'année de la naissance de Jésus, il est possible que le moine du VI<sup>e</sup> siècle chargé de la déterminer se soit trompé de quelques années dans ses calculs.



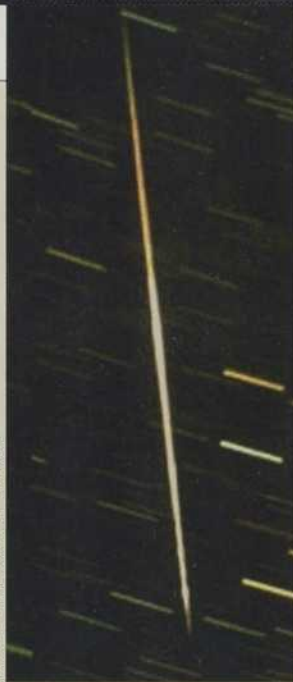
## Les étoiles filantes

Malgré ce que leur nom indique, ces longues traînées lumineuses ne sont pas des étoiles qui se décrochent du ciel. Ce sont plutôt des grains de poussière qui « s'enflamment » en pénétrant à grande vitesse dans l'atmosphère de la Terre. En se vaporisant, les particules dégagent une telle quantité d'énergie qu'elles font briller l'air qui les entoure.

Réconcilier la chronologie biblique avec les grandes dates de l'Histoire est une entreprise périlleuse, et bien des exégètes y ont perdu leur latin, leur grec et leur hébreu ! À tel point qu'on ne peut faire mieux aujourd'hui que de situer la naissance de Jésus entre l'an 7 et l'an 2... avant Jésus-Christ ! C'est vraisemblablement durant cette période que tous les événements fabuleux rapportés par Mathieu se sont produits.

Les Mages auraient-ils pu être alertés par une **étoile filante**, ou mieux, par une véritable pluie de météores ? C'est peu probable, et ce, pour deux raisons : d'abord, les Mages

SOURCE : PLANÉTAIRE DE MONTREAL



## Les bolides

Ceux et celles qui ont vu ou entendu la météorite de Saint-Robert se désintégrer dans l'atmosphère dans la soirée du 14 juin 1994 savent ce qu'est un bolide : une étoile filante exceptionnellement brillante, parfois accompagnée d'un « bang » retentissant. La traînée lumineuse laissée par un bolide peut durer plusieurs minutes. À la différence des étoiles filantes, le projectile qui donne naissance à un tel phénomène est beaucoup plus imposant : il peut parfois peser plusieurs tonnes !

étaient des observateurs aguerris et ils n'auraient pas été émus outre mesure par un phénomène somme toute assez courant. D'autre part, on voit mal comment ils auraient pu « suivre » à dos de chameau un phénomène aussi éphémère qu'une étoile filante !

S'il ne s'agit pas d'une étoile filante, l'Étoile des Mages aurait-elle pu être un **bolide** ? Les Mages en ont sans doute aperçu plusieurs au cours de leurs longues nuits de veille. L'apparition d'un bolide de plus, aussi brillant fut-il, n'a pas dû les perturber. Et, comme pour les étoiles filantes, leur caractère éphémère ne joue pas en leur faveur.

Qu'en est-il des **comètes** ? De nos jours, les Hyakutake et autres Hale-Bopp sont attendues et observées avec intérêt pendant leur trop court passage dans notre ciel. Mais, à



THOMAS COLLIN

## Les comètes

Les comètes ont-elles encore besoin de présentation ? Ces montagnes de glace qui foncent vers le Soleil, suant poussières et gaz en une longue queue brillante, demeurent un des plus fascinants spectacles célestes qui soient. Leur orbite fortement allongée les conduit près de notre étoile sans crier gare et les ramène ensuite dans les profondeurs du cosmos où elles semblent disparaître sans laisser de traces... jusqu'à leur prochain passage !



SOURCE : PLANÉTIUM DE MONTREAL

## Les novæ et supernovæ

Contrairement à ce que leur nom indique, les novæ et supernovæ ne sont pas des étoiles « nouvelles »; elles sont plutôt au crépuscule de leur vie. Une nova est une naine blanche en orbite autour d'un compagnon. Le compagnon déverse de la matière sur la surface de la naine jusqu'à ce que l'accumulation de gaz déclenche une véritable explosion thermonucléaire. Si la naine n'était pas visible à l'œil nu, elle semble soudain s'allumer dans le ciel. Les novæ demeurent visibles de quelques jours à quelques semaines avant de disparaître à nouveau.

Les supernovæ sont très différentes. Arrivées à la fin de leur vie, ces étoiles géantes se désintègrent dans une explosion cataclysmique. Leur brillance augmente de façon spectaculaire, certaines supernovæ pouvant même émettre plus d'énergie qu'une galaxie entière. La supernova de 1054 était si brillante qu'on la distinguait en plein jour ! Les supernovæ peuvent demeurer visibles pendant des mois, voire des années, avant de retomber dans l'anonymat cosmique.

l'époque des Mages, il en allait tout autrement, et l'apparition d'une comète répandait l'effroi. En brisant l'harmonie du ciel, elles annonçaient les pires calamités : guerres, famines, épidémies... Les comètes n'étaient donc pas le genre d'objet céleste qu'on suit aveuglément à travers le désert, à moins de vouloir courir à sa perte !

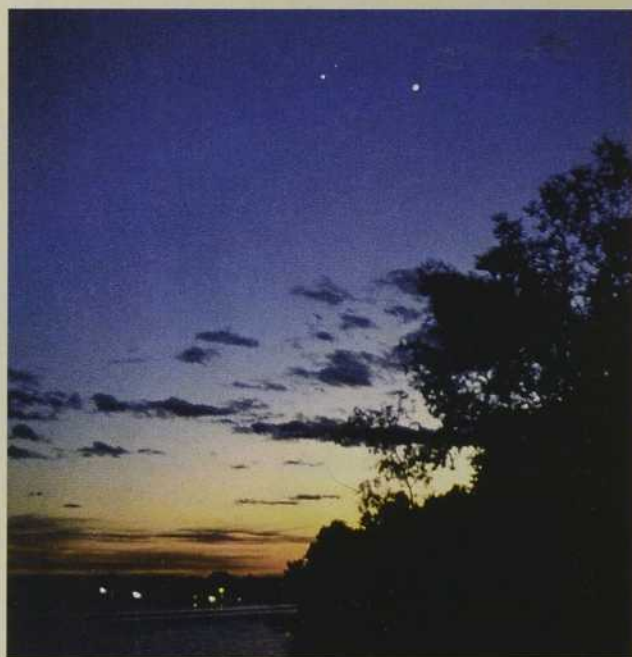
L'étoile des Mages aurait pu aussi être... une étoile ! Il arrive parfois que, dans le ciel immuable, une étoile nouvelle s'allume. On les appelle traditionnellement **nova** ou **supernova**, du mot latin qui signifie « nouvelle ». Pouvons-nous dire si une nova ou une supernova est apparue dans le ciel du Moyen-Orient à l'époque qui nous intéresse ? La réponse est oui. Heureusement pour nous, les astronomes chinois étaient d'excellents observateurs, et ils notaient soigneusement tout ce qu'ils voyaient dans le ciel, en particulier les étoiles nouvelles. C'est ainsi que les chroniques chinoises rapportent l'observation d'une nova aux environs de l'an 4 av. J.-C. qui pourrait très bien être l'étoile des Mages !

Cette interprétation pose toutefois un problème. Si l'étoile des Mages avait été une nova, elle aurait vraisemblablement été aperçue par un grand nombre de personnes. Or, lorsque les Mages se présentent à Jérusalem, Hérode et ses conseillers ignorent tout de l'existence du fameux signe céleste. Selon toute vraisemblance, l'étoile est passée inaperçue aux yeux du commun des mortels, sans toutefois échapper au regard

attentif des Mages. De deux choses l'une : ou cette nova était bien peu remarquable, et dans ce cas on s'explique mal qu'elle ait poussé les Mages à entreprendre un si long voyage; ou alors l'étoile des Mages était autre chose qu'une nova, une comète ou un météore. Peut-être était-ce un de ces astres vagabonds, une planète...

On a longtemps prétendu que l'étoile des Mages n'était nulle autre que la brillante Vénus. Il est vrai que, lorsqu'elle est près de l'horizon et que sa lumière traverse des couches d'atmosphère turbulentes, Vénus peut nous sembler très étrange. Mais souvenons-nous que les Mages étaient des observateurs compétents. Ils connaissaient bien les mouvements des planètes et savaient les reconnaître, même lorsque l'une d'elles se retrouvait près de l'horizon. L'apparition de la seule planète Vénus ne semble donc pas un motif valable pour entreprendre une longue expédition en Palestine. À moins que la planète ne fut pas seule...

Les Mages ont-ils pu être alertés par une **conjonction de planètes** particulièrement impressionnante ? Armés de leurs ordinateurs, les astronomes peuvent facilement vérifier cette hypothèse. En scrutant le ciel de la Judée entre l'an 7 et l'an 2 av. J.-C., ils ont découvert deux conjonctions particulièrement intéressantes. Nous allons examiner la plus spectaculaire des deux, qui s'est produite entre l'an 3 et l'an 2 av. J.-C. (*pour l'autre, voir l'encadré « Êtes-vous un bon détective ? » à la page 9*).



MICHEL DIONNE

## Les conjonctions de planètes

Dans leur ronde incessante autour du Soleil, les planètes n'avancent pas toutes à la même vitesse le long de leur orbite. C'est ainsi que, vues de la Terre, deux planètes sembleront parfois se croiser dans le ciel. Ces rencontres célestes s'appellent des conjonctions, et il s'en produit des dizaines par année. Dans la plupart des cas, plusieurs degrés séparent les astres l'un de l'autre. Mais il arrive qu'une géométrie particulière nous donne l'impression que les deux planètes sont extrêmement proches. Dans les cas les plus spectaculaires, elles semblent même se toucher !



SOURCE : PLANÉTIARIUM DE MONTRÉAL

Minutieux et infatigables observateurs, les Chinois notaient soigneusement le résultat de leurs observations. Ci-dessous : la carte du ciel de la région de l'étoile Polaire. Ce manuscrit date de 940 avant notre ère. On y distingue la constellation de la Grande Ourse et celle de Cassiopeïe. Si une nova ou une supernova était apparue, les astronomes chinois l'auraient noté. Hors rien de tel n'a été relevé. Ci-contre : une représentation de la conjonction de Vénus et de Jupiter en l'an -2. Les deux planètes se rapprocheront davantage, donnant l'impression de ne former qu'un seul astre brillant.



SOURCE : PLANÉTIARIUM DE MONTRÉAL



Voilà peut-être ce que les Mages ont vu. Ont-ils cru qu'il s'agissait là de la réalisation d'une ancienne prophétie du peuple juif ? Doit-on voir dans leur hâte à se mettre en route le signe d'une intervention divine ? Savaient-ils vraiment où l'étoile les menait ? Parvenus au terme de notre enquête, nous voici devant les mêmes questions que nous nous posions au tout début. La boucle est bouclée, mais nous ne sommes guère plus avancés !

Nous ne connaissons sans doute jamais le dernier mot de cette histoire. Et c'est tant mieux. L'étoile des Mages est un mythe puissant, et comme tous les mythes, ce n'est pas tant sa véracité ou sa vraisemblance qui importe. Ce qui compte, c'est plutôt ce qu'il révèle de l'âme humaine. En cette période où nous célébrons le renouveau de la lumière, n'est-il pas significatif que le plus beau des contes de Noël mette en scène une étoile et un enfant ? ■

Pierre Chastenay est astronome au Planétarium de Montréal.

Ne manquez pas le spectacle des fêtes du Planétarium de Montréal, « L'étoile des Mages », présenté du 27 novembre 1997 au 4 janvier 1998. Info : (514) 872-4530.

# Un nouveau suspect : l'astéroïde géocroiseur

Certains astronomes ont récemment posé l'hypothèse que l'étoile des Mages aurait pu être un astéroïde géocroiseur. Voici comment utiliser un logiciel d'astronomie pour retracer ce suspect potentiel.

Mario Tessier

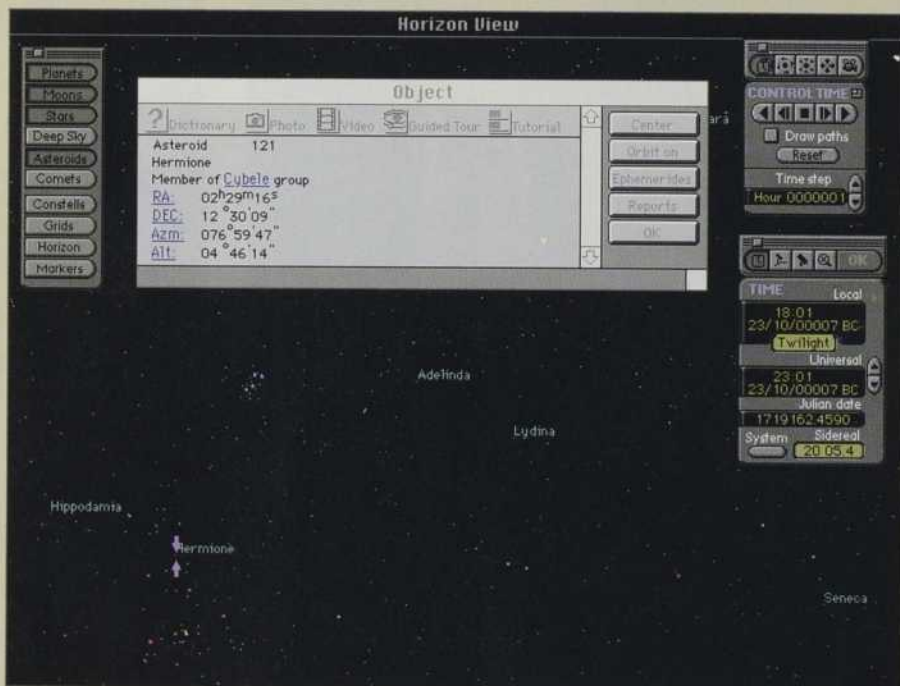
Les astéroïdes géocroiseurs sont des cailloux de quelques kilomètres de diamètre qui, au cours de leur périple dans l'espace, croisent l'orbite de la Terre. La découverte de ce type d'objet est relativement récente : on a commencé à les dénombrer il y a une vingtaine d'années à peine.

Se pourrait-il qu'un de ces objets ait été observé par les Mages ? Pour cela, il faudrait que le géocroiseur ait été visible dans le ciel de Jérusalem entre l'an -7 et l'an 1 du calendrier chrétien, qu'il ait été possible de l'observer pendant au moins un mois consécutif et qu'il ait un éclat équivalant aux plus brillantes planètes, soit une magnitude de -1 à -2 (ou mieux).

Les logiciels de planétarium peuvent nous aider à vérifier cette nouvelle hypothèse. En effet, ils calculent l'orbite des corps célestes à différentes époques et affichent leur position dans le ciel selon le site d'observation. Pour les besoins de cette enquête, nous utiliserons le logiciel astronomique *Redshift*.

Première étape : configurer le logiciel pour montrer le ciel à l'époque et au lieu donné par les témoignages des Mages. Il faudra donc examiner la période se situant entre -7 et 1 du calendrier chrétien. Comme site d'observation, on peut choisir Jérusalem. On obtient les coordonnées de ce lieu dans le menu des préférences, dans la liste des villes disponibles ou en pointant la région de la Palestine sur le globe. On pointe également le site d'observation vers l'ouest, dans la direction du couchant, et on règle l'heure locale vers 21 h environ afin de reproduire les conditions d'observation des Mages.

Deuxième étape : déterminer la catégorie d'objets à observer en choisissant, dans la fonction d'affichage, le menu de



Un exemple d'une séance d'investigation à l'aide du logiciel *Redshift*. Notez qu'il existe une version française de ce logiciel.

filtre des objets. Comme le logiciel *Redshift* contient les paramètres orbitaux de plus de 5 000 « planètes mineures », il est important de sélectionner ceux qui nous intéressent vraiment, soit les astéroïdes de type Aten-Apollo-Amor ainsi que les géocroiseurs. Une fois que le logiciel a simulé le ciel, on peut cliquer sur les astéroïdes affichés pour obtenir leur magnitude et leur distance. En considérant que l'albédo d'un géocroiseur typique est de 0,1, on peut maintenant s'amuser à calculer les dimensions de l'astéroïde à l'aide de différentes formules<sup>1</sup>.

Attention ! Les logiciels astronomiques commerciaux ne tiennent pas compte des perturbations gravitationnelles entre les objets du Système solaire lorsqu'ils calculent les éphémérides

orbitales. Les résultats obtenus pour les astéroïdes sont donc inexacts (en raison de leur courte période orbitale et de la position de leur orbite), surtout lors de simulations sur de longues périodes. Les programmes plus sophistiqués, comme *Dance of the Planets*, sont plus précis et tiennent compte des perturbations gravitationnelles.

Ceux qui disposent de logiciels astronomiques permettant d'ajouter les paramètres orbitaux des objets célestes peuvent tenter de créer des astéroïdes dont la grosseur, la distance et l'albédo correspondraient théoriquement à ceux de l'étoile des Mages. Et les résultats sont parfois surprenants ! ■

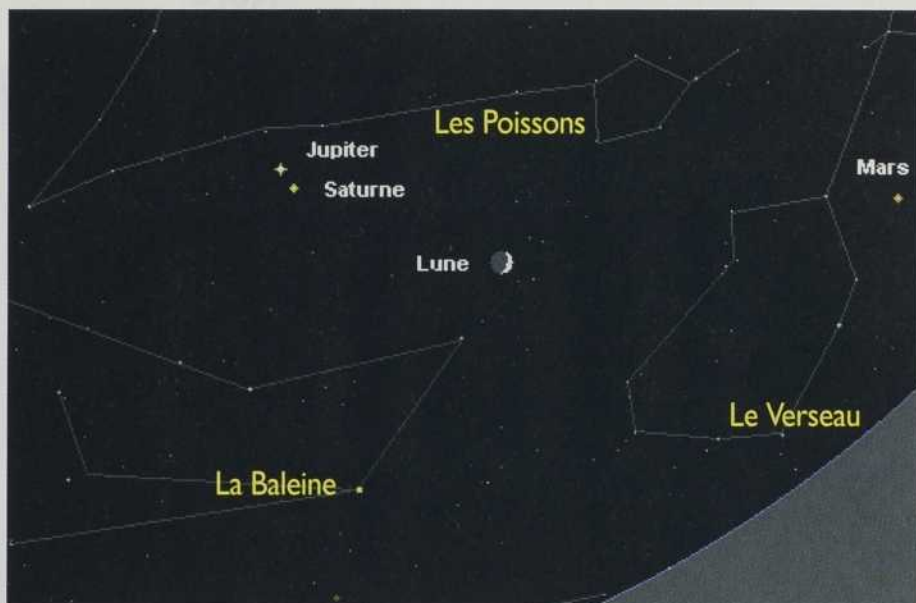
<sup>1</sup> Pour traiter cette question, consultez le livre *Astronomical Algorithms* de Jean Meeus, publié chez Willmann-Bell.

# Êtes-vous un bon détective ?

Jean Vallières

Entre l'an 10 avant Jésus-Christ et l'an 10 après Jésus-Christ, plusieurs conjonctions remarquables de planètes se sont produites, mais elles n'ont duré que quelques jours, une période trop courte pour que les Mages partent à leur poursuite. Toutefois, cette conjonction de Jupiter et Saturne pourrait avoir attiré leur attention. Elle a duré presque un an, jusqu'à la fin de décembre de l'an X.

À vous de trouver l'an X à l'aide d'un logiciel d'astronomie !



Cette image a été produite à l'aide du logiciel Kepler. Un tel logiciel est utile pour déterminer les positions des étoiles et des planètes à un moment précis. Il suffit d'indiquer la date et l'heure de l'époque désirée et la vue simulée du ciel apparaît à l'écran. ■

Jean Vallières est enseignant au Cégep de Sainte-Thérèse. Astronome amateur de longue date, il est l'auteur du logiciel Kepler et du livre *Devenez astronome amateur*.

## Observez le ciel avec un nouvel oeil

UNE FUSÉE  
POUR VOUS  
PROPULSER EN  
ORBITRE

VENEZ VOIR NOS  
TÉLESCOPES EXCLUSIFS

La Maison de  
l'Astronomie P.L.inc

7974, rue St-Hubert,  
Montréal, Québec.  
H2R 2P3

LX200  
TOUJOURS  
EN STOCK

UNE BONNE  
SÉLECTION DE  
TÉLESCOPES  
POUR LE  
DÉBUTANT

VASTE CHOIX DE  
MICROSCOPES

VASTE CHOIX  
DE JUMELLES



- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Télescope   | <input type="checkbox"/> Caméra CCD      |
| <input type="checkbox"/> Microscopes | <input type="checkbox"/> Affiches        |
| <input type="checkbox"/> Fusées      | <input type="checkbox"/> Atlas           |
| <input type="checkbox"/> Jumelles    | <input type="checkbox"/> Volumes         |
| <input type="checkbox"/> Initiation  | <input type="checkbox"/> Loupes, Etc.... |

- VENTE
- LOCATION
- RÉPARATION

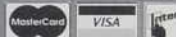
Téléphone:

(514) **279-0063**

Télécopieur: (514) 279-9628

Http://www.microid.com/maison.htm

courrier électronique: rlotte@interlink.net



# Hiver 1997-1998

## Ciel visible

- 22 décembre à 24 h
- 7 janvier à 23 h
- 22 janvier à 22 h
- 7 février à 21 h
- 22 février à 20 h
- 7 mars à 19 h

## Principaux événements astronomiques

(HNE : heure normale de l'est)

### NOVEMBRE 1997

- | Date | h  | Événement                                |
|------|----|--|
| 27   | 12 | Pluton en conjonction avec le Soleil     |
| 28   | 11 | Mercure plus grande elongation est (22°) |
| 29   | 21 | Nouvelle Lune (21 h 14)                  |

### DÉCEMBRE 1997

- |    |    |  |
|----|----|--|
| 1  | 15 | Mercure à 7° au sud de la Lune                 |
| 3  | 0  | Mars à 5° au sud de la Lune                    |
| 3  | 12 | Vénus à 7° au sud de la Lune                   |
| 3  | 17 | Neptune à 3° au sud de la Lune                 |
| 4  | 7  | Uranus à 4° au sud de la Lune                  |
| 5  | 3  | Jupiter à 3° au sud de la Lune                 |
| 7  | 1  | Premier quartier (1 h 09)                      |
| 9  | 2  | Saturne à 0,2° au sud de la Lune Occultation   |
| 9  | 12 | La Lune au périgée                             |
| 11 | 18 | Vénus éclat maximal                            |
| 13 | 0  | Aldebaran à 0,5° au sud de la Lune Occultation |
| 13 | 22 | Pleine Lune (21 h 37)                          |
| 21 | 15 | Solstice d'hiver (15 h 07)                     |
| 21 | 17 | Dernier quartier (16 h 43)                     |
| 21 | 18 | La Lune à l'apogée                             |
| 22 | 6  | Vénus à 1,1° au nord de Mars                   |
| 27 | 22 | Mercure à 2° au sud de la Lune                 |
| 29 | 12 | Nouvelle Lune (11 h 56)                        |
| 31 | 8  | Vénus à 1,3° au sud de la Lune                 |

### JANVIER 1998

- |   |    |   |
|---|----|---|
| 0 | 22 | Mars à 4° au sud de la Lune                   |
| 1 | 18 | Jupiter à 3° au sud de la Lune                |
| 3 | 4  | La Lune au périgée                            |
| 4 | 16 | La Terre au périhélie                         |
| 5 | 7  | Saturne à 0,2° au nord de la Lune Occultation |

### Date h Événement

- |    |    |  |
|----|----|--|
| 5  | 9  | Premier quartier (9 h 18)                      |
| 6  | 10 | Mercure plus grande elongation ouest (23°)     |
| 9  | 8  | Aldebaran à 0,4° au sud de la Lune Occultation |
| 12 | 12 | Pleine Lune (12 h 24)                          |
| 18 | 16 | La Lune à l'apogée                             |
| 20 | 15 | Dernier quartier (14 h 40)                     |
| 20 | 20 | Mars à 0,2° au sud de Jupiter                  |
| 26 | 12 | Mercure à 8° au sud de Vénus                   |
| 26 | 19 | Vénus à 3° au nord de la Lune                  |

### Date h Événement

- |                |    |  |
|----------------|----|--|
| 26             | 20 | Mercure à 5° au sud de la Lune                 |
| 28             | 1  | Nouvelle Lune (1 h 01)                         |
| 29             | 12 | Jupiter à 2° au sud de la Lune                 |
| 29             | 20 | Mars à 1,7° au sud de la Lune                  |
| 30             | 9  | La Lune au périgée                             |
| <b>FÉVRIER</b> |    |  |
| 1              | 16 | Saturne à 0,6° au nord de la Lune Occultation  |
| 3              | 18 | Premier quartier (17 h 53)                     |
| 5              | 13 | Aldebaran à 0,2° au sud de la Lune Occultation |

**Comment se servir de cette carte du ciel.** La carte permet d'identifier les principales constellations aux dates et heures indiquées. Elle peut être utilisée sans grandes modifications à une heure près de ces moments. Pour identifier les constellations visibles à l'ouest immédiatement après le coucher du Soleil, choisissez d'abord un site d'observation sans lumières gênantes. À l'aide d'une boussole, repérez l'ouest, puis placez le côté « ouest » de la carte dans cette direction. Les constellations représentées au-dessus de l'horizon ouest sont celles que vous découvrirez dans le ciel. Faites de même pour chacune des autres directions. Notez que le centre de la carte correspond au point situé juste au-dessus de votre tête, le zénith. Un bon conseil : s'il s'agit de votre première exploration du ciel étoilé, cherchez d'abord les étoiles les plus brillantes. N'oubliez pas que la Grande Ourse (toujours visible sous nos latitudes) demeure un excellent panneau routier céleste.

Nord

## La couleur des étoiles

Les étoiles ne dégagent pas toutes la même chaleur. Leur couleur témoigne de leur température. Les rouges sont les moins chaudes (3 000°C), les bleues ont les températures les plus élevées (20 000°C et plus). Entre les deux, on retrouve notre Soleil (jaune : 6 000°C) et des étoiles de couleur blanche (10 000°C).

E

JEAN-PIERRE URBAIN

O

Sud

## Évaluation des degrés de distance

Le poing, que l'on tend à bout de bras, correspond à un arc de 10° au firmament. Dans les mêmes conditions, l'index couvre environ un degré. Notez que le diamètre apparent de la pleine Lune est d'un demi-degré. Nous encourageons les lecteurs qui désirent en savoir davantage à communiquer avec le club d'astronomie de leur région.

### Date h Événement

- |    |    |  |
|----|----|--|
| 11 | 5  | Pleine Lune (5 h 23)                       |
| 15 | 10 | La Lune à l'apogée                         |
| 19 | 10 | Dernier quartier (10 h 27)                 |
| 19 | 21 | Vénus plus grand éclat                     |
| 23 | 4  | Jupiter en conjonction avec le Soleil      |
| 23 | 12 | Vénus à 1,6° au nord de la Lune            |
| 26 | 12 | Nouvelle Lune (12 h 26) Éclipse            |
| 27 | 15 | La Lune au périgée                         |
| 27 | 17 | Mars à 0,7° au nord de la Lune Occultation |

### MARS

- |    |    |  |
|----|----|--|
| 1  | 4  | Saturne à 1° au nord de la Lune Occultation    |
| 4  | 19 | Aldebaran à 0,2° au sud de la Lune Occultation |
| 5  | 4  | Premier quartier (3 h 41)                      |
| 11 | 10 | Mercure à 1,2° au nord de Mars                 |
| 12 | 23 | Pleine Lune (23 h 34) Éclipse                  |
| 14 | 20 | La Lune à l'apogée                             |
| 19 | 2  | Vénus à 3° au nord d'Uranus                    |
| 19 | 23 | Mercure plus grande elongation est (19°)       |
| 20 | 15 | Équinoxe de printemps (14 h 55)                |
| 21 | 3  | Dernier quartier (2 h 38)                      |

# Splendeurs du ciel d'hiver

Le ciel étoilé de l'hiver vaut le coup d'œil, surtout cette année alors que le spectacle commence en début de soirée avec Vénus et Jupiter à l'ouest et se poursuit vers l'est avec les étoiles les plus brillantes.

Roger Gagnon

Dans le ciel du soir, Vénus volera la vedette. Le soir du 12 décembre, elle brillera de tous ses feux avec une magnitude maximale de  $-4,7$ . On pourra même la voir en plein jour, dans le bleu du ciel, avant le coucher du soleil. C'est le seul corps céleste, avec le Soleil et la Lune, qui soit visible le jour.

À sa gauche, Jupiter la suit de près. De magnitude  $-2,2$ , c'est le quatrième objet le plus brillant du ciel, après les trois mentionnés ci-dessus. Le fait de voir ainsi Vénus et Jupiter côte à côte attire vraiment l'attention. Plusieurs personnes téléphonent d'ailleurs au Planétarium pour s'informer et parfois se faire rassurer : non, il ne s'agit pas d'une invasion d'extra-terrestres !

Pour couronner le tout, la Lune se mettra de la partie. Les 2 et 3 décembre (ainsi que le 31), un mince croissant de Lune passera au-dessus de Vénus, puis au-dessus de Jupiter dans la nuit du 4 au 5. Le 7, ce sera le premier quartier et, le soir du 8, la Lune se placera à droite de Saturne, se rapprochant de la planète à mesure que la soirée avancera. Malheureusement, les deux astres se coucheront au sud-ouest juste avant de se rencontrer. Cette nuit-là, il y aura « occultation » de Saturne par la Lune, visible notamment en Californie et à Hawaï.

La pleine Lune aura lieu le 13. Vers minuit, notre satellite sera presque au zénith, et l'éclairement sera magnifique. C'est toujours ainsi lorsqu'on approche du solstice d'hiver (cette année, c'est le 21, à 15 h 07). Le Soleil se trouve au plus bas de l'écliptique, dans la région du Scorpion, mais la Lune est à l'opposé, dans le Taureau, et passe très haut dans le ciel.

C'est également dans la nuit du 13 au 14 que les météores Géminides seront à leur maximum. Malheureusement, la pleine Lune nous empêchera de voir cette belle pluie de météores, la plus riche de l'année. Mais soyez attentifs, on ne sait jamais.

Par une nuit sans Lune (au début ou à la fin du mois), l'objet le plus remarquable en hiver



est sans contredit les Pléiades (notre photo), un amas d'étoiles situé dans le Taureau. En ville, on ne voit que quatre ou cinq étoiles à l'œil nu. Mais, avec des jumelles, l'amas est splendide et laisse voir une cinquantaine d'étoiles sur les 500 qu'il possède. Ces étoiles sont toutes nées en même temps lors de la condensation d'une nébuleuse de gaz et de poussière, il y a environ 50 millions d'années.

Le Taureau est aussi une belle constellation d'hiver, dominée par l'étoile rouge Aldébaran. Les étoiles formant un « V » représentent le museau du Taureau et Aldébaran, son œil rouge de colère pendant qu'il fonce sur le chasseur Orion, plus bas à gauche. On voit bien Orion à partir de 20 h : son étoile rouge Bételgeuse, encore plus brillante qu'Aldébaran, représente le bras du chasseur qui brandit un gourdin pour se défendre. Ces deux étoiles symbolisent l'agressivité de l'homme et de la bête.

On dit souvent qu'Orion est la plus belle constellation du ciel. Elle est formée de Bételgeuse et Rigel, deux étoiles brillantes, séparées par trois étoiles en ligne droite formant la ceinture du chasseur. Vers minuit, Orion trône en direction sud. Bételgeuse se trouve alors au centre d'un immense hexagone qu'on surnomme l'hexagone d'hiver : Capella au zénith, puis Aldébaran, Rigel, Sirius (la tête du Grand Chien, mais aussi l'étoile la plus brillante du ciel), Procyon (du Petit Chien) et finalement les Gémeaux, Castor et Pollux. C'est la plus belle collection d'étoiles brillantes qu'on peut admirer. N'hésitez pas à affronter le froid : le spectacle en vaut vraiment la peine ! ■

Roger Gagnon est astronome amateur de longue date. Il est membre à vie de la Société d'astronomie de Montréal.

# Discrète Licorne

Coincée entre Bételgeuse, Sirius et Procyon, la Licorne est une région du ciel souvent négligée, mais dont le manque d'attrait à l'œil nu est compensé par de remarquables nébuleuses qu'on peut voir aux jumelles ou au télescope.

Jean-Paul Pelletier

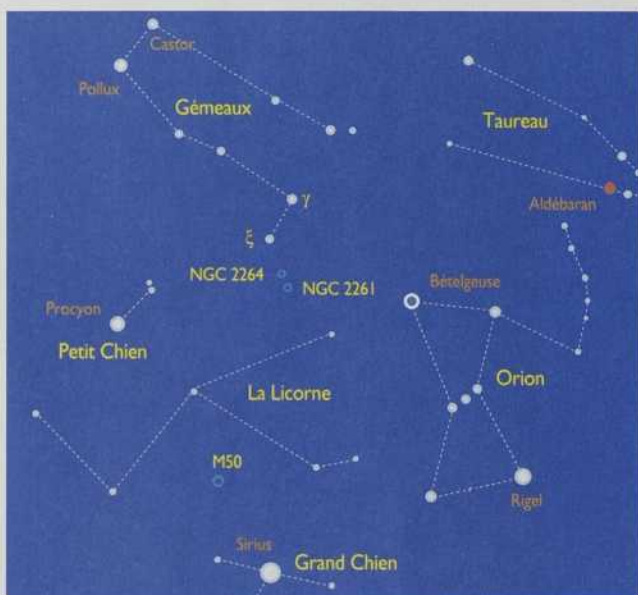
**A**u début de janvier, Sirius se lève vers 19 h, et la discrète Licorne est déjà en vue juste à l'est d'Orion. D'ici la fin de février, elle se lèvera de plus en plus tôt nous permettant ainsi d'observer ses trésors pendant au moins toute la soirée.

**NGC 2264** est certainement l'un des objets les plus intéressants de cette constellation. C'est un bel amas ouvert dont les jeunes étoiles forment un motif triangulaire impossible à manquer qui lui a valu le surnom d'Amas de l'Arbre de Noël. Il mesure environ 20' de diamètre, soit les deux tiers de la Lune, et sa magnitude est de 3,9. On peut donc le voir à l'œil nu dans un ciel noir.

Situé à une distance 2 500 années-lumière, il comprend plus de 200 étoiles, dont une bonne vingtaine sont visibles aux jumelles, mais ce sont les 10 étoiles les plus brillantes, formant le profil du sapin, qui attirent l'attention. Le tronc est représenté, à l'extrémité nord, par une étoile brillante à l'avant-plan de l'amas, soit S (15) Monoceros (magnitude 4,6). C'est une des étoiles les plus bleues qu'on puisse trouver dans tout le ciel, mais sa forte luminosité la fait paraître blanche. Pour faire ressortir sa couleur, mettez-la hors foyer pour étaler la lumière et ainsi diminuer son intensité. Avec un télescope, on peut obtenir le même effet en grossissant au maximum.

La vue d'ensemble est assez semblable dans n'importe quel télescope, à la différence près qu'avec un plus grand diamètre on voit bien sûr un plus grand nombre d'étoiles faibles. Je vous suggère des grossissements de 50x à 100x. Avec un 200 mm sous un ciel très noir, on peut à peine discerner la nébulosité très pâle dans laquelle baigne l'amas. Ne regardez pas directement les étoiles de l'amas : la technique de « vision indirecte » aide à faire ressortir la nébulosité.

Tout arbre de Noël qui se respecte doit être orné d'une étoile. Or, la pointe de notre arbre est justement une étoile double dont la secon-



daire est parfaitement placée pour créer cette illusion ! C'est S 954 (prononcez Strouvé 954), dont la primaire (magnitude 7,1) et la secondaire (magnitude 9,6) sont séparées de 13". C'est de cette étoile que part la Nébuleuse du Cône, une nébuleuse noire très impressionnante sur les photos, mais que nos instruments de 200 mm et moins ne peuvent malheureusement nous révéler.

**Pour trouver NGC 2264**, partez de Xi ( $\xi$ ) dans les Gémeaux. C'est une étoile de magnitude 3 formant le pied de Pollux. On la trouve facilement à 4° au sud-sud-est de Gamma ( $\gamma$ ). Déplacez-vous de 3° vers le sud-sud-ouest et vous tomberez en plein sur l'amas. Aux deux tiers du chemin entre Xi et NGC 2264, une étoile de magnitude 5 vous confirmera que vous êtes sur la bonne voie.

**NGC 2261** est une belle petite nébuleuse que l'on pourrait facilement confondre avec une comète avec sa forme en éventail et un « noyau » représenté par l'étoile variable R Monoceros ! Des nuages de gaz opaques, en orbite autour de cette étoile, projettent leur ombre dans la nébuleuse, faisant varier sa luminosité, ce qui lui a valu le surnom de Nébuleuse variable d'Hubble.

Elle ne fait que 2'x1', mais elle est très

brillante. On peut donc la voir avec des jumelles 7x50 bien stables, installées sur un trépied d'appareil photo. Dans un télescope de 60 mm, on peut grossir de 50x à 100x, mais R Monoceros n'est pas visible. Dans un 114 mm, le grossissement idéal est d'environ 100x à 150x; dans un 150 mm, de 100x à 200x; et dans un 200 mm, on peut facilement aller jusqu'à 250x.

**Pour trouver NGC 2261**, rendez-vous d'abord à NGC 2264. Déplacez-vous ensuite de 1° vers le sud-sud-ouest.

Comment pourrait-on visiter La Licorne sans s'arrêter sur le seul objet Messier qu'elle contient ? **M50** est un superbe amas ouvert de magnitude 5,9 qui contient plus de 80 étoiles dans un diamètre de 16'.

Aux jumelles 7x50, seulement 5 ou 6 étoiles sont assez brillantes pour qu'on les distingue. Mais ces quelques étoiles semblent flotter devant une nébulosité provenant des étoiles plus faibles, et c'est tout à fait charmant. Dans la partie sud, une belle étoile rouge de magnitude 8 fait un joli contraste avec les autres qui sont plutôt bleues. Dans un télescope de 60 mm, à un grossissement de 50x, on voit au moins une vingtaine d'étoiles se détachant de l'arrière-plan brumeux. Dans un 150 mm à 100x, l'amas est presque entièrement résolu et il n'y a plus de leur de fond. Un 200 mm offre sensiblement la même vue, mais en plus net.

**Pour trouver M50**, pointez votre chercheur sur Sirius et déplacez-vous de 5° vers le nord-nord-est jusqu'à Thêta ( $\theta$ ) (magnitude 4) dans le Grand Chien. Continuez de 4° dans la même direction et vous verrez M50 dans le chercheur. Aux jumelles, M50 est très facile à trouver, au tiers du chemin entre Sirius et Procyon. ■

Astronome amateur depuis une dizaine d'années, Jean-Paul Pelletier est président du club « Les vagabonds du ciel de Lanaudière ». Il est actuellement à l'emploi du Centre hospitalier de Lanaudière, à Joliette.

# La vie tourmentée des galaxies

Qu'est-ce que la barre d'une galaxie spirale peut nous apprendre sur sa formation et son évolution ? Des astronomes se sont penchés sur la question.

Laurent Drissen

La diversité de formes, de couleurs, de luminosité et de dimensions des galaxies est remarquable. On n'a qu'à pointer son télescope vers les galaxies les plus proches ou jeter un coup d'œil sur les quelque 2 000 galaxies du Champ profond d'Hubble<sup>1</sup> (voir l'encadré ci-dessous) pour s'en convaincre. Mais d'où provient cette diversité ? Les galaxies sont-elles immuables ou ont-elles évolué depuis le Big Bang ? L'étude de la formation et de l'évolution des galaxies constitue un des « points chauds » de l'astrophysique contemporaine.

Les galaxies spirales barrées sont un bon exemple de cet engouement. Considérées comme de simples curiosités il y a à peine 15 ans, elles font aujourd'hui l'objet d'intenses recherches. À première vue, les galaxies barrées paraissent en tout point semblables à leurs consœurs spirales, à l'exception que leurs bras partent non pas du noyau de la galaxie, mais plutôt de l'extrémité d'une barre centrale qui le traverse. Environ le tiers des galaxies spirales possèdent une forte barre. Un nombre équivalent en ont une plus discrète, qu'on ne peut souvent détecter que dans le domaine infrarouge. Notre propre Galaxie, la Voie lactée, est aussi une galaxie spirale barrée.

Pour comprendre l'évolution des galaxies, les astronomes étudient notamment la teneur en éléments chimiques « lourds » (comme l'oxygène, l'azote et le fer) présents dans le gaz et les étoiles en fonction de leur position dans la galaxie. Les régions internes des galaxies spirales sont généralement beaucoup plus riches en éléments lourds que les régions externes : c'est ce que les astronomes appellent le « gradient d'abondance ». Ce domaine de recherche a d'ailleurs fait l'objet d'une conférence internationale à l'Université Laval, au mois d'octobre dernier<sup>2</sup>.

Pierre Martin, aujourd'hui astronome résident au télescope Canada-France-Hawaii, et Jean-René Roy, astronome à l'Université Laval, ont analysé, à l'Observatoire du mont Mégantic, la composition chimique du gaz



NGC 3359 dans la Grande Ourse.

PIERRE MARTIN ET JEAN-RENÉ ROY/OBSERVATOIRE DU MONT MÉGANTIC

d'un ensemble de galaxies spirales à l'aide d'images obtenues avec un détecteur CCD muni de filtres ne laissant passer que la lumière caractéristique de certains éléments : l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Un des objets clés de cet échantillon est NGC 3359, une magnifique galaxie spirale située à 36 millions d'années-lumière de nous. Dotée d'une forte barre, NGC 3359 possède aussi de nombreuses régions HII, sites privilégiés de formation d'étoiles, le long des bras spiraux. Grâce à leurs observations, les deux astronomes ont montré que le gradient d'abondance des galaxies barrées est très différent de celui des galaxies spirales « ordinaires ». En fait, plus la barre est forte, plus l'anomalie est prononcée, un peu comme si la barre mélangeait le gaz et bouleversait la composition chimique de la galaxie. ▶

## Brève

### Les inconnus du ciel profond

En décembre 1995, le télescope spatial Hubble a pris cette photo d'une région du ciel où les instruments au sol ne voient « presque rien ». On y dénombre plus de 3 000 galaxies dont l'existence était jusque-là insoupçonnée. On croyait aussi avoir décelé, parmi ces galaxies, 90 étoiles faibles appartenant à notre Voie lactée. Mais, en y regardant de plus près, on a découvert tout autre chose. Quoi ? On ne le sait pas vraiment...

Normalement, les étoiles apparaissent comme des points lumineux ponctuels dont l'intensité lumineuse décroît rapidement dès qu'on s'éloigne du centre de



l'image de l'étoile. L'intensité lumineuse des objets identifiés sur la photo d'Hubble diminue beaucoup plus lentement que dans le cas des étoiles. De plus, leur luminosité semble légèrement glisser vers le rouge. Ces objets, d'abord associés à la banlieue de notre Galaxie, seraient donc situés beaucoup plus loin. Les astronomes, perplexes, s'interrogent encore sur l'identité réelle de ces objets insolites du ciel profond.

DANIEL FRIEDLI



Simulation numérique montrant la formation et l'évolution d'une barre dans une galaxie spirale. Les étoiles sont d'abord distribuées dans un disque mince et symétrique, en rotation autour du noyau (1). Il suffit de moins de 100 millions d'années pour qu'une petite barre prenne forme (2) et entraîne dans son passage des étoiles situées de plus en plus loin du noyau (3). Il est d'ailleurs intéressant de comparer la galaxie « virtuelle » dont la barre s'est formée il y a 300 millions d'années (4) avec l'image de NGC 3359. La barre peut demeurer stable pendant plusieurs milliards d'années (5).



Grâce à la simulation numérique, il est aussi possible de reproduire « en laboratoire » l'évolution d'une galaxie dont les composantes (gaz, poussière, étoiles) sont soumises aux lois bien connues de la physique, telles que la gravité et la viscosité. Daniel Friedli, de l'Université Laval, est l'un des rares astrophysiciens dans le monde à simuler l'évolution dynamique des galaxies spirales barrées<sup>1</sup>. Ses calculs permettent de décrire le mouvement de près d'un demi-million de « particules » (des étoiles) en mouvement. Les simulations de Friedli montrent clairement qu'un disque mince composé d'étoiles en rotation (une galaxie spirale) est en fait une structure instable. Cette instabilité se traduit par l'alignement des étoiles situées près du centre, donnant naissance à une barre qui s'épaissit et se stabilise en quelques centaines de millions d'années (voir images ci-dessus).

Les simulations numériques permettent d'anticiper deux phénomènes intéressants. D'une part, la barre mélange le gaz des régions médianes et extérieures de la galaxie à la manière d'un ventilateur, ce qui explique les anomalies

d'abondance détectées par Pierre Martin et Jean-René Roy. En comparant leurs observations du gradient d'abondance dans NGC 3359 avec les prédictions des simulations numériques, les astronomes québécois ont constaté que la barre de cette galaxie était très jeune (astronomiquement parlant) : à peine 400 millions d'années, ce qui ne représente que 3 % de l'âge de la galaxie !

D'autre part, la barre agit aussi comme un gigantesque aspirateur en transportant une grande quantité de gaz vers la région centrale de la galaxie. Or, de plus en plus d'observations laissent croire qu'un trou noir très massif (entre un million et quelques milliards de fois la masse du Soleil) niche au cœur de plusieurs galaxies. L'effet d'aspirateur de la barre permettrait ainsi de « nourrir » le monstre central, du moins pendant un certain temps. L'accumulation d'une trop grande quantité de masse près du noyau de la galaxie peut en effet stabiliser le disque, et la barre se dissipe alors en quelques centaines de millions d'années.

La vie des galaxies spirales n'est donc pas

aussi simple et paisible que nous le pensons il y a à peine 10 ans. En combinant les plus récentes techniques d'observation et les simulations numériques, les astronomes ont déterminé que la formation d'une barre est une étape normale et peut-être passagère de l'évolution des galaxies spirales. ■

<sup>1</sup> <http://oposite.stsci.edu/pubinfo/PR/96/01.html>

Sur le champ profond d'Hubble (en anglais).

<sup>2</sup> <http://astrosun.phy.ulaval.ca/astro/galaxie97.html>

Conférence sur l'évolution des galaxies.

<sup>3</sup> <http://astrosun.phy.ulaval.ca/astro/dfriedli/daniel.html>

Site de Daniel Friedli.

<sup>4</sup> <http://www.iac.es/proyect/bars/BARS.html>  
Projet de recherche sur les galaxies barrées (en anglais).

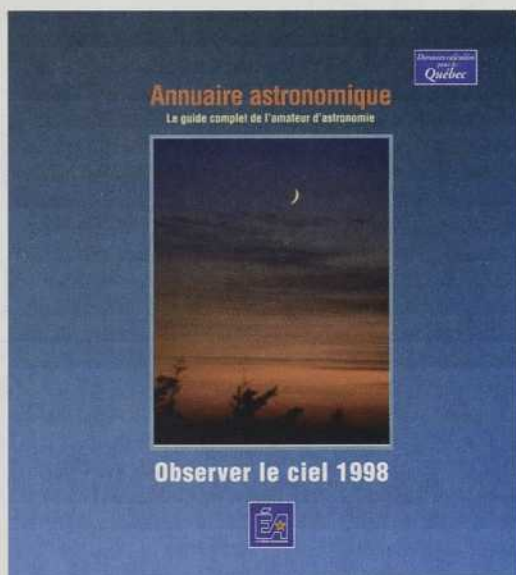
Laurent Drissen est astronome à l'Université Laval.

# Voyage au bout de l'Univers

Objets d'étude à la mode chez les astronomes, les galaxies n'ont pas fini de révéler leurs secrets. Dominique Proust et Christian Vanderriest, dont les travaux relèvent de l'astronomie d'observation, nous présentent toutefois les connaissances actuelles sur ces phénomènes. Des caractéristiques de la Voie lactée à l'évolution des galaxies, en passant par les méthodes de calcul des échelles de distance cosmiques, les quasars et l'optique gravitationnelle, ce petit livre de poche écrit avec humour et dans un langage très accessible rend bien compte de la complexité de ces objets célestes format géant. ■

**Les galaxies et la structure de l'Univers**, par Dominique Proust et Christian Vanderriest. Paris, Éditions du Seuil, Collection Point Sciences, 1997, 281 p., 14,95 \$

Mario Tessier est bibliothécaire de référence à Ville de Laval. Cet astronome amateur s'intéresse tout particulièrement à l'archéoastronomie.



Vient de paraître  
aux Éditions astronomiques  
**L'Annuaire astronomique 1998**  
Le guide indispensable  
de l'amateur d'astronomie  
24,95 \$  
En vente dans toutes les bonnes librairies.

## ALPHA TÉLESCOPES

La plus grande ligne de  
téléscopes au Québec!

Aussi disponibles :  
**ALPHA DOBSONS**

Larges réflecteurs de 150mm,  
200mm, 250mm et 320mm.  
Incluant la MEILLEURE monture  
Dobson actuellement disponible  
sur le marché, OPTIQUE  
SUPÉRIEURE GARANTIE,  
ENTIÈREMENT MONTÉS AU  
QUÉBEC !

Prix offerts pour  
un temps limité.



**Alpha 114 DX**

Réflecteur de 114mm sur monture  
équatoriale supérieure DX. Chercheur  
polaire. 2 oculaires. Garantie à vie.

**Alpha 150 DX**

Réflecteur de 150mm sur monture  
équatoriale supérieure DX. Chercheur  
polaire. 2 oculaires. Garantie à vie.

**Alpha 100**

Réflecteur 90mm sur monture  
équatoriale robuste. 2 oculaires  
1,25". Garantie à vie.

**Alpha 114**

Réflecteur 114mm sur monture  
équatoriale robuste. 2 oculaires  
1,25". Garantie à vie.

## Lire La Nature Inc

1699, chemin de Chambly, Longueuil, Qc, J4J 3X7

**(514) 463-5072**



Longueuil

**LE PLUS GRAND CHOIX DE JUMELLES, TÉLESCOPES ET  
ACCESSOIRES AUX MEILLEURS PRIX AU QUÉBEC :**

NIKON - FUJINON - BAUSH & LOMB - BUSHNELL - CELESTRON - MEADE - ALPHA - SWIFT - LEICA -  
SWAROVSKI - ZEISS - OPTOLYTH - PARKS - TELEVUE - KOWA - OMCON - JMI - TAKAHASHI - VIXEN ...

<http://www.stjeannet.ca/broquet> email : [lirelanature@videotron.ca](mailto:lirelanature@videotron.ca)

# Espace Météo

Spécial décembre Journaliste: Marie Nadeau

MétéoMédia, le réseau de télévision avec l'information météorologique la plus pointue en ville, vous présente Espace Météo, une page complète d'informations, de conseils, de trucs... tous reliés à la météo. A suivre chaque mois.

## Le refroidissement éolien, c'est quoi?

Aussi bien vous le dire tout de suite, le refroidissement éolien n'est pas une température réelle mais plutôt une sensation de température. C'est le vent qui change toute notre perception. Plus le vent est fort, plus il fait froid et plus le taux d'évaporation du corps augmente. En somme, le vent chasse la chaleur de notre corps pour la remplacer par de l'air froid.

Le facteur de refroidissement éolien est un indice d'inconfort que seuls les organismes vivants comme les humains ou encore les animaux ressentent. C'est ce qui explique que le thermomètre indique la température réelle ou qu'un objet comme votre voiture subira les contretemps de la vraie température et non de ceux du refroidissement éolien...

## Toujours au courant du temps



Satellites, réseaux électroniques mondiaux, radars et fibres optiques font de MétéoMédia un véritable récepteur vivant, branché sur la planète.

Après analyse et interprétation par nos météorologues, les données reçues génèrent plus de 600 prévisions par 24 heures. Des logiciels graphiques hautement sophistiqués nous aident ensuite à produire, tous les jours, les 2 000 cartes météorologiques qui vous tiennent en permanence au courant du temps.

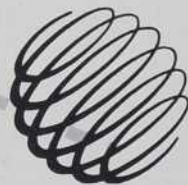
Chaque semaine, deux millions de téléspectateurs profitent déjà de nos informations pratiques. Faites comme eux; puisque le temps change, changez pour MétéoMédia.

## Le plus beau des poinsettias...



Ne le dites à personne, mais les petits trucs qui suivent feront rougir d'envie tous vos -- invités... Le poinsettia préfère des températures de 20 degrés le jour et de 16 la nuit. Il n'apprécie guère le soleil direct ainsi que les températures chaudes et sèches des bouches de chaleur ou du foyer, par exemple. De la lumière indirecte et un peu d'humidité le séduiront. Placez le pot sur des cailloux dans une soucoupe avec de l'eau, en évitant que le fond ne touche l'eau. Vaporisez ses feuilles avec de l'eau tous les jours.

Au moment de l'achat, la plante doit être humide et le coloris du feuillage, uniforme jusque dans les pointes. Les petits boutons au centre, les cyathias, doivent être fermés. Pour lui éviter le choc du transport, emballez le poinsettia dans un papier en forme de flûte en fermant bien le dessus. Recouvrez-le d'un sac de plastique gonflé d'air et bien ficelé. Il pourra ainsi rester à l'abri du froid pendant trois heures.



**MétéoMédia**  
câble 17

Télé câble Laurentien-Hull et CF Câble Ouest de Montréal: câble 39

# Les limites de la prévention

Prévenir ou guérir ? Plus on écrème les budgets et le personnel des soins de santé au Québec, plus cette décision est difficile à prendre.

par Martine Turenne

Louise Sirard, diététiste au CLSC du Plateau, est responsable d'un programme de prévention auprès des femmes enceintes : OLO, pour œuf-lait-orange. L'objectif : diminuer les naissances de bébés dont le poids est trop petit (moins de 2,5 kilos). En effet, le poids des bébés est considéré comme un indicateur de santé important dans les pays industrialisés. « Plus le bébé est petit à la naissance, plus il a des problèmes de santé et de comportement, et plus le lien mère-enfant est compromis, explique-t-elle. Il traînera donc ses problèmes jusqu'à l'école, où il risque plus que d'autres de présenter des troubles d'apprentissage. »

Il y a 10 ans, le Québec avait le plus haut taux de bébés de petit poids au pays. En 1989, le ministère a ouvert la porte aux projets pilotes d'OLO. Un litre de lait, un œuf et un jus d'orange par jour pendant les 20 dernières semaines de la grossesse. Résultats : les bébés grossissent. La moyenne est de 3,224 kilos pour les bébés OLO du Plateau Mont-Royal, un quartier de Montréal. En 10 ans, le Québec est la seule province à avoir réduit le nombre de ses bébés poids plume : le taux est passé de 6,05 % en 1987 à 5,87 % en 1994. En Ontario, où aucun programme semblable n'existe, ce taux a augmenté de 5,36 % à 6,54 % durant la même période.

Le coût du programme est de moins de 25 000 dollars par année, incluant les salaires d'une infirmière et d'une diététiste qui travaillent à mi-temps. Mais Louise Sirard et son équipe doivent se battre constamment pour que les budgets soient renouvelés. « La prévention fout le camp. Pas dans les discours, mais dans les faits. »

Au pavillon Notre-Dame du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM), la gynéco-oncologue Josée Dubuc se bat elle aussi



Alain Massicotte

contre le système. Elle pratique des interventions par laparoscopie, une technique difficile, onéreuse, mais très efficace : au lieu d'entailler la peau, comme dans le cas d'une chirurgie traditionnelle (laparotomie), on pratique quatre incisions d'un quart à un demi-pouce dans lesquelles on insère des tiges métalliques — des trocarts. Dans l'un d'eux, une caméra, le laparoscope, renvoie une image sur un écran de télévision. Les trois autres trocarts renferment de petits instruments.

Depuis quelques années, Josée Dubuc pratique des hystérectomies et enlève des kystes cancéreux au moyen de cette technique. Les avantages de la laparoscopie sont indéniables : la récupération postopératoire est beaucoup plus rapide, car il n'y a pas de coupures. La durée de l'hospitalisation est également plus courte. Mais l'équipement coûte plus cher, et l'opération dure jusqu'à une fois et demie plus longtemps. Puisqu'une salle d'opération coûte de 400 à 500 dollars l'heure et un lit d'hôpital environ 800 dollars par jour, est-il préférable d'économiser sur l'hospitalisation (la moitié moins de temps dans le cas de la laparoscopie) ou sur la durée de l'opération et l'achat d'équipement ?

Qu'il s'agisse du préventif, comme le programme OLO, ou du curatif, comme la laparoscopie, le problème est le même : on se chaille pour obtenir une part d'un gâteau qui diminue d'année en année. Où la société doit-elle désormais investir ses maigres ressources ? Dans un guide alimentaire qui fait de la prévention contre le cancer ? Dans de meilleurs appareils de détection de cette maladie ? Ou encore dans un traitement médical plus efficace ? Même chose avec le sida : faut-il investir dans une campagne de prévention ou dans la recherche d'un hypothétique vaccin ?

**A**u cours des 10 dernières années, la prévention est devenue incontournable, surtout depuis que d'innombrables études ont clairement montré le lien entre ce qu'on mange, ce qu'on fait et le développement de certaines maladies.

« Environ 35 % des cas de cancer peuvent être causés par des facteurs alimentaires, comme une consommation très faible de fruits et de légumes, indique Monique Gélinas, professeure de nutrition à l'Université de Montréal. En effet, les légumes sont riches en antioxydants qui permettent à l'organisme de mieux combattre les nombreux agents cancérigènes qui nous entourent : on ne peut pas immuniser les gens contre la maladie, mais on peut prévenir son apparition. »

L'intérêt pour la prévention est aussi survenue au moment où l'euphorie des découvertes médicales se butait de plus en plus souvent contre le mur des maladies incurables. « Traditionnellement, on mettait davantage l'accent sur le curatif que sur le préventif, dit l'oncologue Joseph Ayoub, du pavillon Notre-Dame du CHUM. Dans certains cas, comme celui du cancer du poumon, cela a été carrément désastreux puisqu'on traite ce cancer avec des résultats médiocres. Ce n'est qu'aujourd'hui qu'on s'aperçoit qu'il faut plutôt mettre l'accent sur la prévention de cette maladie, soit l'arrêt du tabagisme. »

Le sida fait également partie de la classe des maladies encore incurables. « La prévention était la seule voie, et c'est

pourquoi on a investi là plus d'argent qu'ailleurs », dit Gaston Godin, professeur en santé communautaire à l'Université Laval. Mais les nouvelles encourageantes sur le plan curatif pourraient profondément changer cette attitude. « Le message que l'on envoie désormais à la population, c'est que le sida est une maladie chronique et non plus mortelle. Mais on ne sait toujours pas les effets de la trithérapie sur le foie, par exemple. » Voilà pourquoi la prévention, et seulement elle, peut venir à bout de l'épidémie.

La prévention est aussi apparue comme une panacée au moment où l'argent se faisait rare et où la technologie médicale coûtait de plus en plus cher. « Les équipements sont de plus en plus sophistiqués et onéreux, dit le cardiologue Claude Goulet, de l'Institut de cardiologie de Montréal. La numérisation des données, la résonance magnétique... les fabricants apportent toujours de nouvelles améliorations à leurs produits. Les médecins se disent : si j'avais ça, cela irait mieux ! » Cette spirale sans fin est l'une des raisons pour laquelle le système de santé du Canada est l'un des plus coûteux au monde (près de 10 % du PNB). Il se classe au deuxième rang, tout de suite après celui des États-Unis.

**I**l faut admettre que la prévention a montré ses faiblesses et ses limites. Les campagnes ratent parfois leur cible, les gens ne suivent pas toujours les conseils, et certaines maladies ne peuvent tout simplement pas être prévenues.

## La prévention en chiffres

Il est impossible de déterminer avec précision quel montant d'argent est investi pour soigner telle maladie et prévenir telle autre. L'enveloppe budgétaire est octroyée à l'ensemble d'un hôpital, d'un CLSC, d'un organisme communautaire. On connaît certains octrois ponctuels, sans plus.

On sait, par exemple, que le Conseil de recherche médicale du Canada a annoncé qu'il débloquerait un budget de 41 millions de dollars pour lutter contre le sida. La majeure partie de cette somme sera consacrée à la recherche, le reste à la prévention. On sait aussi que le gouvernement québécois va investir cette année 5 millions de dollars dans des campagnes de prévention contre la cigarette, et le gouvernement ontarien, 15 millions.

Québec continue d'investir dans la recherche médicale : 60 millions de dollars cette année, par le biais du Fonds de recherche en santé du Québec. Les budgets du gouvernement canadien consacrés à la recherche médicale et aux biotechnologies ont, quant à eux, régressé de 10 %. La Canada fait d'ailleurs bande à part parmi les pays de l'OCDE : ces mêmes budgets ont augmenté de 50 % aux États-Unis et de 30 % ou 40 % dans les pays européens.

Gaston Godin, professeur en santé communautaire à l'Université Laval, croit que l'argent consacré à la recherche fondamentale et clinique n'a absolument rien à voir avec ce qui est investi dans la prévention. « On est des Mickey Mouse. Il n'y a pas assez de campagnes de promotion de la santé et d'argent investi dans la prévention. »

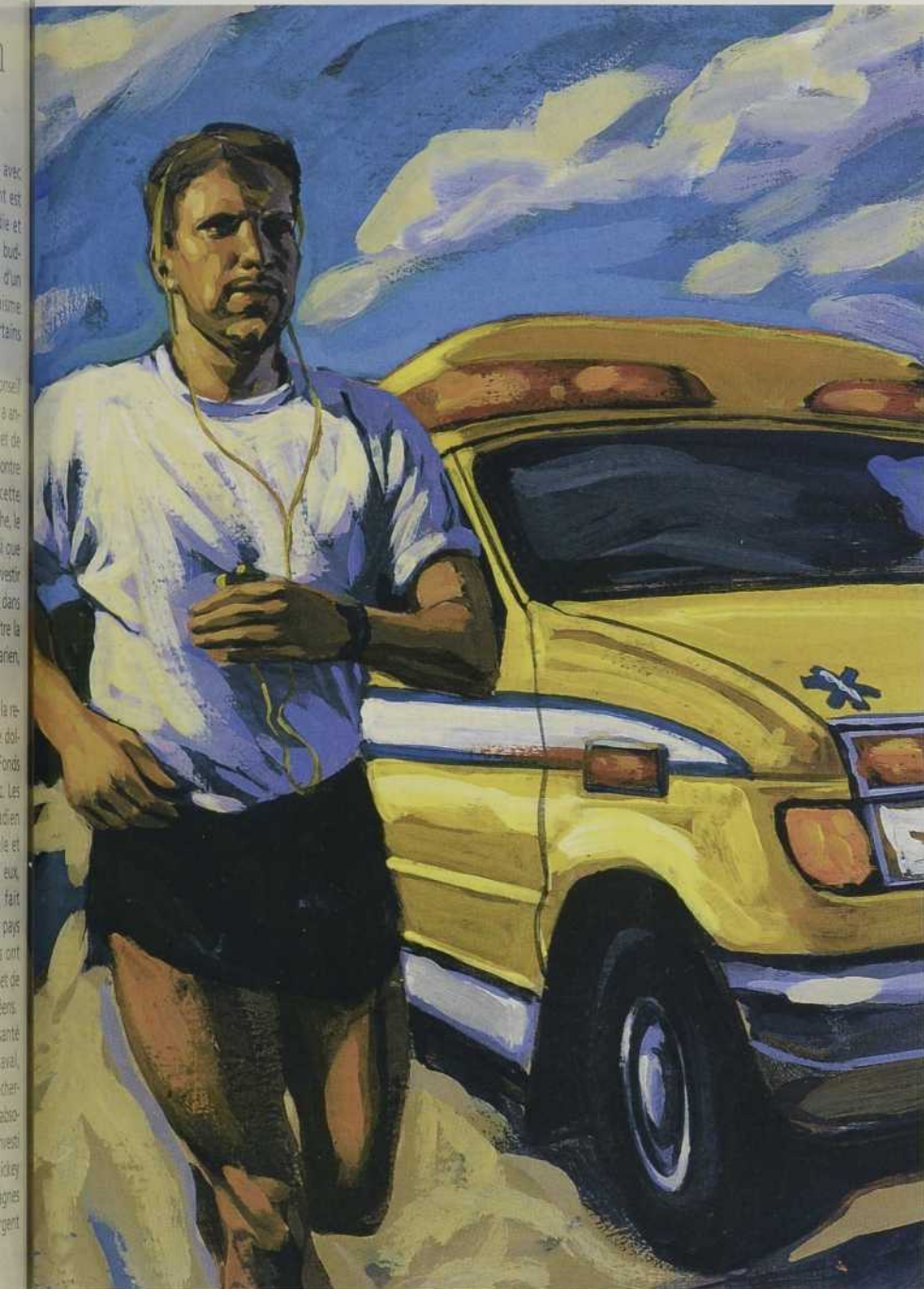
Pour Jean-François Chicoine, la platitude des campagnes de prévention est responsable des errements et des échecs. Le pédiatre a déjà fait ce qu'il appelle son « trip de prévention » à l'époque où il a mis sur pied l'émission *Comment ça va ?* qui faisait la promotion de la santé et qui a connu un grand succès d'écoute à la télévision.

Pourtant, il a quitté l'émission deux ans plus tard, notamment parce que la promotion de la santé... commençait à l'ennuyer profondément ! « Je n'avais plus le goût de contribuer à la diffusion d'une morale médicale. » Jean-François Chicoine prône maintenant ce qu'il qualifie de prévention de base : se laver les mains, se faire vacci-



Les légumes sont riches en antioxydants qui permettent à l'organisme de mieux combattre les nombreux agents cancérigènes qui nous entourent.

M. Allard/Pano Presse Internationale



ner et bien manger. Un point c'est tout. Selon lui, le reste est superflu. « Je pense que les professionnels s'ennuient. Les diététistes prennent un virage : elles vont vers la médecine douce, elles annoncent les bienfaits de l'ail à la télé... Tout cela est ensuite récupéré par le pouvoir et l'argent. Mais là où la prévention doit être importante, on laisse faire... » C'est le cas avec l'hépatite B, par exemple, un énorme problème mondial, dit le médecin. Un Chinois sur cinq est porteur du virus. « Tout le monde devrait aujourd'hui être vacciné contre cette maladie. Or, Québec a décidé de vacciner seulement les adolescents. Pourquoi ? On ne le sait pas. »

Les amateurs de prévention se heurtent

aussi à un problème de taille : les gens écoutent peu et mal. Quand vous avez des problèmes médicaux, on vous envoie suivre le traitement qui va améliorer votre qualité de vie, dit le docteur Claude Goulet. Mais, en prévention, c'est complètement différent. « On parle à quelqu'un qui se sent parfois très bien, qui n'a pas de malaises, mais qui présente des risques élevés de développer une maladie. Le médecin doit donc l'amener à changer son régime de vie, à cesser de fumer, à être moins sédentaire. Mais les gens ne voient pas nécessairement de changements concrets. Ils font des exercices pendant trois mois et puis c'est fini ! La prévention, c'est efficace en mode continu. »

« Mon expérience avec les gens malades, ajoute le docteur Ernesto Schiffrin, chercheur à l'Université de Montréal et à l'Institut de recherches cliniques de Montréal dans le domaine de l'hypertension, m'indique que les campagnes de prévention primaire ont des succès mitigés. L'augmentation continue de l'obésité en Amérique du Nord en est un bon exemple. Malgré le soutien qu'on leur apporte, les gens abandonnent rapidement. C'est là que les pilules prennent la relève... »

La médication préventive est peut-être devenue la voie entre la prévention primaire et les soins proprement dits. Le docteur Joseph Ayoub mène plusieurs recherches dans ce domaine. « Par exemple, en donnant un produit comme l'acutane aux gens souffrant d'emphysème ou de bronchites chroniques, on remet leurs récepteurs de vitamine A à la normale. Résultat : les cellules cessent d'être cancéreuses. C'est de la prévention pour des gens à risques élevés. »

Mais, encore là, le coût d'une option semblable est loin d'être insignifiant, dit le docteur Goulet. « Avec la médication préventive, on pourrait éviter 50 opérations chez 1 000 patients souffrant de problèmes cardiaques. Par contre, ces 1 000 personnes devraient prendre des pilules à un dollar par jour, durant 20 ans. Quel est, en comparaison, le coût d'un pontage ? Entre 25 000 et 30 000 dollars. C'est donc moins cher d'opérer tout le monde ! Mais c'est un calcul trop comptable. Avoir une bonne qualité de vie, c'est aussi très important. »

**L**a prévention a également ses limites intrinsèques : dans certains cas — cancer du sein, diabète ou maladies mentales —, il est tout simplement impossible de prévenir. « On ne peut pas prévenir la schizophrénie, ni la maniaque-dépression, dit le docteur Yves Lamontagne, psychiatre à l'hôpital Louis-H.-Lafontaine, à Montréal. Pour les maladies graves, les psychotropes ont certainement plus aidé que la prévention. Mais la prévention, c'est *in...* »

Quoiqu'il en soit, l'avenir est à un mélange inextricable de prévention, de détection, de soins. « On oppose le préventif et le curatif, mais ils sont indissociables, dit le sociologue Guy Rocher, professeur à l'Université de Montréal. Une bonne part du préventif touche au curatif et vice versa. Par exemple, la prévention deviendra de plus en plus sophistiquée, notamment avec les tests de dépistage par résonance magnétique. Il n'y a pas de ligne de démarcation bien définie. » ●

# « Plus on s'élève dans la hiérarchie, plus on est en bonne santé et plus longtemps on vit. »

L'espérance de vie d'un individu est directement reliée à la perception qu'il a de lui-même et au contrôle qu'il exerce sur sa vie, explique Marc Renaud, chercheur à l'Institut canadien de la recherche avancée et directeur du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada.

par Martine Turenne

**Québec Science :** Y a-t-il une dualité entre la prévention et la guérison des maladies ?

**Marc Renaud :** J'essaie maintenant d'éviter le débat un peu creux entre le préventif et le curatif : lorsqu'on est malade, on a besoin de médecins et d'hôpitaux, il ne faut pas se raconter d'histoires !

Cela dit, la prévention reste fondamentale. Sauf qu'on ne peut plus aborder les questions de prévention et de promotion de la santé de la même manière qu'il y a 5 ou 10 ans. Il faut cesser de mettre l'emphasis sur l'alimentation et l'exercice. Bien sûr, la cigarette reste dangereuse, l'activité physique est essentielle, le port de la ceinture de sécurité est important et l'alimentation aussi. Mais la réflexion sur la prévention doit aussi tenir compte de la structure sociale et de ses effets sur la santé.

Ce qui a beaucoup changé en matière de prévention, c'est qu'on a constaté que les déterminants sociaux restent des facteurs majeurs de bonne ou de mauvaise santé. Par exemple, si tout le monde faisait de l'exercice et cessait de fumer, on améliorerait sans doute l'espérance de vie. Mais, en même temps, les écarts de santé qui existent entre les citoyens les plus riches et les plus pauvres, ce qu'on appelle le gradient, persisteraient. Ainsi, plus on s'élève dans la hiérarchie, plus on est en bonne santé et plus longtemps on vit. Le résultat, c'est qu'un homme pauvre qui ne fume pas risque de vivre moins longtemps qu'un riche qui fume !

**Q.S. :** Comment expliquer cela ?

**M.R. :** L'hypothèse sur laquelle les gens travaillent en ce moment s'appuie sur les plans neurologique et social et tourne autour de l'estime de soi.

Ce que la littérature semble démontrer, c'est que les gens au sommet de la hiérarchie sociale ont généralement le sentiment d'être compétents et arrivent plus aisément à se détendre. Différents systèmes



Marc Renaud. Un des rares sociologues attentifs aux problèmes de santé publique

Laurent Leblanc

hormonaux contrebalancent les agressions de la vie. C'est un paradoxe, car plus on est haut dans la hiérarchie, plus on a de responsabilités. Mais, en même temps, le sentiment de maîtriser sa vie est un facteur déterminant de la santé.

**Q.S. :** C'est hautement psychologique, non ?

**M.R. :** C'est psychologique et ça ne l'est pas. Une étude très intéressante réalisée en Suède montre que ce n'est pas la quantité de stress que les gens subissent au travail qui compte, mais la marge de manœuvre qu'ils possèdent. On a posé une série de questions aux travailleurs, du genre : Pouvez-vous sortir n'importe quand de votre travail ? Si votre enfant a un problème, pouvez-vous vous absenter ? etc. Le niveau de stress fluctuait en fonction du contrôle que les gens avaient sur leur vie.

Les chercheurs mettent beaucoup l'accent sur ce qu'on appelle le *coping*, c'est-à-dire la capacité à faire face aux problèmes, qui a quelque chose à voir avec le sentiment de contrôle, de dominance, et le fait de ne pas être déprimé. Le cerveau communique avec l'environnement extérieur et l'hypophyse dégage alors un certain nom-

bre de stéroïdes. L'hypothèse est la suivante : une personne qui sent qu'elle maîtrise sa vie pourra mieux contrôler son niveau de corticostéroïdes qui, s'il est trop élevé, finit par causer des dommages. Tout le monde subit des situations stressantes, mais c'est le stress persistant qui est dangereux : si le niveau de corticostéroïdes reste élevé trop longtemps, le système immunitaire en sera affecté.

**Q.S. :** Les gens semblent de plus en plus stressés. Leur santé est donc compromise ?

**M.R. :** Avec la mondialisation, les lieux de solidarité que l'on connaissait ont perdu leur sens. Les gens se sentent moins à l'aise, obtiennent moins de soutien dans leur environnement. Pour contrer le sentiment de stress, de manque de contrôle, il faut recréer des formes de solidarité, redonner aux communautés la capacité à se mobiliser.

Une des histoires à succès qui a le plus frappé les chercheurs au dernier Sommet canadien sur la santé, c'est le réseau qui a été mis sur pied par l'aide sociale dans le sud-ouest de Montréal, à Verdun et à Pointe-Saint-Charles. On essaie là de lutter

contre la pauvreté en favorisant l'emploi et le recyclage professionnel. Dans ces quartiers, le taux de succès du programme est de 70 %. Dans le quartier Saint-Michel, il n'est que de 20 %. Ce qui signifie que cette mobilisation communautaire a eu un impact.

On a également mis l'accent sur la sécurité dans le quartier et sur le dépistage des maladies mentales et physiques. Car on sait que le soutien social a un effet sur la mortalité. La redistribution aussi est essentielle : ce sont dans les États américains où l'on redistribue le plus la richesse que les écarts dans le gradient sont les moins importants.

Les gouvernements doivent donc prendre leurs décisions en fonction de ce que l'on sait aujourd'hui sur la prévention sociale, et non pas seulement en fonction du développement économique, des taux d'inflation ou d'intérêt. Tout cela est intimement lié. Les répercussions d'une politique économique sur la santé sont connues et elles doivent devenir un paramètre important des décisions publiques. Et, surtout, il faut investir dans la petite enfance.

#### Q.S. : Pourquoi les enfants en particulier ?

M.R. : Une des grandes découvertes des 10 dernières années est que le cerveau humain se développe essentiellement avant l'âge de 6 ans. Pas pour des raisons freudiennes, mais parce qu'on vient au monde avec un énorme bagage de neurones et que c'est grâce à la stimulation extérieure que ces neurones se connectent. Par exemple, un enfant qui ne jouerait jamais avec des blocs risquerait de rencontrer certains problèmes en logique et en mathématiques.

On commence donc à s'apercevoir que l'investissement dans l'enfance, la stimulation, l'amour ont des effets titanesques sur les individus et leur donnent la capacité de faire face aux problèmes de la vie, de rester en contrôle.

Mais le Canada n'investit que 0,9 % de son PNB dans l'aide aux familles et aux enfants. La France, elle, y consacre 2,5 % de son PNB. Au dernier budget, le gouvernement fédéral a mis sur pied la Fondation canadienne pour l'innovation, un fonds de 800 millions de dollars qui permet l'amélioration de l'équipement de pointe en recherche. Le problème, c'est que ça prend aussi de l'argent pour faire de l'innovation sociale !

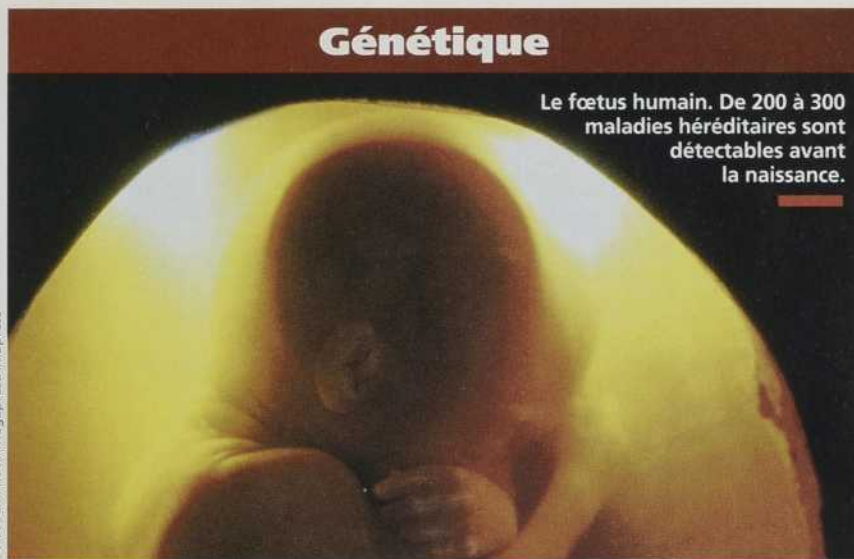
Je dois pourtant admettre que les politiciens sont de plus en plus conscients des risques de fracture sociale. Et que les recherches de pointe en sciences sociales et en biomédecine tendent à se rejoindre. C'est donc là que se réaliseront les grandes percées au cours des 10 prochaines années.

Le corps reste une machine biologique : l'enjeu, ce sera de déterminer quel impact la société a sur ce corps. ●

## Génétique

Le fœtus humain. De 200 à 300 maladies héréditaires sont détectables avant la naissance.

Goiveaux Photo/Megapress/maipress



# De l'enfant du hasard à l'enfant parfait

On en sait plus que jamais sur l'état de santé des fœtus : certains s'en félicitent, d'autres s'en inquiètent. Vaste débat en vue.

par Mathieu-Robert Sauvé

Les techniques de diagnostic prénatal sont des plus variées, sophistiquées et... bavardes. Amniocentèse, biopsie du trophoblaste, prélèvement de sang fœtal, dosage des marqueurs sériques : en fait, les plus importantes maladies chromosomiques peuvent maintenant être diagnostiquées bien avant la naissance. C'est dire la quantité et la qualité des informations qu'on peut obtenir sur l'état de santé des fœtus. Quant à l'échographie, c'est devenu un test de routine que 99 % des femmes enceintes subissent au moins une fois durant leur grossesse.

Il s'agit là d'un énorme changement par rapport à la réalité des années 70, et même à celle des années 80. Jusque-là, seul le dépistage de quelques maladies graves chez les nouveau-nés était possible. Grâce à une goutte de sang prélevée dans le talon, on pouvait diagnostiquer et traiter une poignée de

maladies héréditaires (la phénylcétonurie, l'hypothyroïdie congénitale et la tyrosinémie héréditaire, notamment). Mais là s'arrêtait le pouvoir de la médecine. Aujourd'hui, les champs de recherche sont en pleine expansion, explique la sociologue Louise Bouchard, qui a déposé une thèse sur ce sujet à l'Université de Montréal, l'an dernier. On s'oriente maintenant vers la compréhension des composantes génétiques d'une foule de maladies complexes — maladies cardio-vasculaires, cancers, maladie d'Alzheimer, diabète, psychose maniaco-dépressive, etc. Elle a évalué qu'actuellement de 200 à 300 maladies héréditaires sont détectables avant la naissance.

Cependant, en pratique, et ce, pour des considérations financières et éthiques, seul un petit nombre de ces maladies font l'objet d'un dépistage systématique au Québec : une dizaine, tout

# Jacques Testart à l'attaque

On aime ou on déteste le chercheur et polémiste français Jacques Testart. Et la nouvelle technique de fécondation *in vitro* qu'il expérimente alimente la controverse.

par Mathieu-Robert Sauvé

« La science est d'essence totalitaire, car elle n'admet que la vérité. D'ailleurs, le Front national est le seul parti à posséder un conseil scientifique... » Jacques Testart est en forme. Je reconnais sans peine l'auteur de *L'œuf transparent* (1986) et du *Magasin des enfants* (1994), dans lesquels il s'en prenait avec vigueur à la responsabilité des chercheurs engagés dans la lutte contre l'infertilité. À son avis, ces chercheurs ne s'interrogent pas suffisamment sur l'usage des techniques qu'ils mettent au point. Au centre de sa pensée : toute sélection qualitative des êtres humains avant leur naissance est à proscrire.

Son discours est enflammé : selon lui, le débat entourant l'avortement des trisomiques est bien peu de choses en regard de ce qui nous attend, c'est-à-dire le tri des embryons. « Les couples seront conseillés par des experts quant aux embryons à conserver et ceux à rejeter. La procréation ne sera plus une affaire d'humanité, mais de technologie. »

Biologiste issu de la médecine vétérinaire, Jacques Testart est un acteur dans le réseau des cliniques de fécondation *in vitro* françaises, mais il est aussi très dur à l'égard de l'évolution de ce secteur. Cela dit, il n'est pas lui non plus à l'abri des critiques.

À l'hôpital américain d'Évry, près de Paris, il tente actuellement de perfectionner une technique visant à contrer l'infertilité masculine : l'Intracytoplasmic Sperm Injection (ICSI). Bien que nouvelle, cette technique consistant à injecter *in vitro* un spermatozoïde dans l'ovule est largement utilisée, notamment à Montréal. On essaie même de la pousser plus loin pour unir un ovule et un spermatozoïde immature, sans flagelle, ce qui permettrait aux hommes rigoureusement infertiles de procréer.

Le problème, c'est que la mise au point de l'ICSI et des techniques qui en découlent n'a pas été précédée de recherches préalables sur des animaux, comme le recommande la Déclaration de Nuremberg sur l'expérimentation humaine. Aussi, on n'en connaît aucun des effets à long terme. La seule chose que l'on sait, c'est que les enfants de ces patients devront eux aussi recourir à des techniques similaires pour assurer leur descendance !

L'un des généticiens les plus en vue en France, Axel Khan, membre du Comité national d'éthique, croit que l'ICSI est une grave dérive. Au cours d'un entretien accordé à *Québec Science*, dans son bureau de l'hôpital Cochin, à Paris, il a dénoncé cette manipulation qui ouvre la porte à bien des catastrophes.

Selon lui, la compétition des spermatozoïdes pour atteindre l'ovocyte n'est peut-être pas un phénomène aussi aléatoire qu'on a tendance à le croire. Au contraire, il est possible que ce soit le vainqueur de cette compétition qui ait les meilleures chances de « produire » un enfant normal. L'ICSI rendrait donc caduc tout ce processus « naturel ». « Personne n'a idée de ce que cela peut produire, et on a de bonnes raisons théoriques de croire que cela peut donner de mauvais résultats », déplore-t-il.

Jacques Testart est insensible à ces remarques. « L'ICSI n'est pas un contrôle sur l'enfant, c'est un contrôle du geste. Il y a des techniques qui servent l'humanité — permettre à un homme d'avoir des enfants par le biais de l'ICSI, c'en est une. Alors que le tri de l'embryon, le don de sperme, c'est hors de l'humain, c'est vétérinaire. Si je fais de l'ICSI, c'est précisément pour éviter le recours aux banques de sperme, qui font sciemment disparaître la trace du père. »

Les premiers enfants conçus par insémination artificielle grâce à des dons anonymes de sperme sont nés dans les années 70 et se comptent aujourd'hui par millions dans le monde. « Ils commencent tout juste à fréquenter les bureaux des psychanalystes », dit Jacques Testart.

Comment vivront les enfants de l'ICSI ?

**Dans une société surmédicalisée, où tracera-t-on la frontière entre les citoyens qui méritent leur place et les autres ?**

au plus, que l'on considère comme les plus graves. Et encore, seules les femmes dont les antécédents le justifient ou celles qui ont donné naissance à un enfant atteint auront accès aux différents tests. « Au Québec, on ne diagnostique pas n'importe quoi sur demande », indique Louise Bouchard. « Dans le réseau québécois, confirme le docteur Louis Dallaire, directeur du département de génétique à l'hôpital Sainte-Justine, il est exclu qu'on teste une femme enceinte pour une maladie comme l'hypercholestérolémie familiale. »

Si on compare la situation au Québec avec celle qui prévaut aux États-Unis, où les cliniques privées pullulent, la position des professionnels québécois semble bien modérée. Chez nos voisins du Sud, où tout s'achète, des laboratoires offrent à leur clientèle la possibilité de dépister certaines prédispositions à des maladies génétiques : pour quelques milliers de dollars, on peut vous dire, par exemple, si vous êtes porteur du gène BRCA1, prédisposant au cancer du sein. Il existe cependant plusieurs zones grises, notamment pour les maladies qui peuvent être considérées comme *tolérables* ou non, selon le point de vue moral que l'on adopte.

Ainsi, le dépistage de la chorée de Huntington ne fait pas l'unanimité. Cette maladie dominante (les hétérozygotes en souffrent et courent 50 % de risque de donner naissance à de futurs malades) a la particularité de se déclarer à partir de 40 ans. Ceux qui en souffrent connaissent une lente agonie et meurent habituellement après une dizaine d'années de dégénérescence neurologique et physique.

Or, on connaît très bien gène de la chorée de Huntington. Devrait-on l'identifier systématiquement, avant la naissance, dans le but de pratiquer l'avortement sélectif ?

Selon une enquête menée par le sociologue Marc Renaud, 6 médecins québécois sur 10 accepteraient que leur patiente se fasse avorter à la suite d'un diagnostic prénatal de chorée de Huntington. Ils s'accorderaient donc à mettre prématurément un terme à une vie qui, autrement, aurait pu

se dérouler « normalement » pendant des dizaines d'années. Mozart, Schubert et, plus près de nous, Louis Hémon et Hector de Saint-Denys Garneau sont tous morts avant d'atteindre la quarantaine. Et on peut vraisemblablement croire qu'ils auraient considéré que leur vie valait la peine d'être vécue.

C'est dire comment le choix n'est pas simple, et qu'il le sera de moins en moins dans l'avenir.

« **L**'échographie est peut-être un examen banalisé, mais il n'est certainement pas banal », lance Abby Lippman, professeure au département d'épidémiologie et de biostatistique de l'Université McGill, qui rappelle que cette technique oblige fréquemment les parents à prendre une décision importante. Cette biologiste spécialisée en génétique humaine se défend d'être une militante antiavortement, mais elle s'inquiète du recours presque systématique à l'interruption de grossesse lorsque le fœtus n'a pas les qualités recherchées.

Selon elle, la grande majorité des généticiens refuseraient de pratiquer la sélection du sexe sur demande. Paradoxalement, en présence d'une maladie génétique, les mêmes professionnels jugent que l'interruption de grossesse est acceptable ! « Quelle est la différence ? demande-t-elle. Dans les deux cas, on fait un choix quant à l'enfant désiré. »

Avec l'aide de ses étudiants, Abby Lippman a observé le comportement de femmes dont le diagnostic prénatal a révélé la présence du syndrome de Downs, qu'on connaît mieux sous le nom de trisomie 21. Résultat : l'écrasante majorité de ces femmes ont choisi de se faire avorter. « J'en suis venue à me demander si le syndrome de Downs est une maladie grave ou si ce n'est pas la société qui est gravement malade. » En effet, les personnes atteintes de ce syndrome, mal connu à son avis, ne sont pas toutes également dépendantes de leur milieu. Certaines occupent un emploi et fonctionnent presque normalement. *Le huitième jour*, un film mettant en vedette Daniel Auteuil et Pascal Duquesne, un jeune trisomique, en a d'ailleurs fait la démonstration. Et puis, dans le passé, on intégrait les « fous du village », et la société ne s'en portait pas plus mal.

Dans une société surmédicalisée, où tracera-t-on la frontière entre les citoyens qui méritent leur place et les autres ? « Pratiquera-t-on un jour l'avortement sélectif pour les diabétiques ? » s'inquiète-t-elle.

Daniel Auteuil et Pascal Duquesne, un jeune trisomique vedette du film *Le huitième jour*.

P. Hounsfield Photo/Megapress



## Les médecins divisés

À peine 25 % des médecins saskatchewanais acceptent que leur patiente se fasse avorter d'un fœtus trisomique contre 70 % des médecins québécois. Cet énorme fossé « culturel » n'est pas le seul qui divise les professionnels du Québec de leurs collègues des autres provinces. Une enquête menée par le sociologue Marc Renaud pour le compte de la Commission royale d'enquête sur les nouvelles techniques de reproduction révèle également que les francophones sont « plus enclins à l'utilisation des techniques de diagnostic prénatal » que les anglophones.

Les différences entre les provinces sont surprenantes, mais c'est entre le Québec et la Saskatchewan qu'elles sont le plus renversantes. Par exemple, les médecins québécois privilégient plus souvent le recours à l'avortement pour un fœtus atteint de fibrose kystique (47 % contre 13 % en Saskatchewan), de dystrophie musculaire (59 % contre 21 %), de malformation cardiaque (54 % contre 28 %), de chorée de Huntington (56 % contre 29 %) et de spina bifida (38 % contre 11 %).

Les médecins québécois seraient également beaucoup plus favorables à d'éventuels « tests de susceptibilité » pour dépister la schizophrénie ou la maladie d'Alzheimer avant la naissance. Il s'agit encore de situations hypothétiques, certes, mais certains s'interrogent déjà sur cette médecine qui élimine le malade à défaut de pouvoir le soigner...

« Il ne faut pas prendre les gens pour des imbéciles », lance le directeur du Centre de médecine fœtale de l'Institut de puériculture de Paris, Fernand Daffos, considéré comme l'inventeur de la médecine fœtale. « Si l'enfant que porte une femme a un handicap, il s'agit d'une information majeure qu'elle doit connaître. Et mieux les gens sont informés, plus ils sont libres de prendre une décision », pense-t-il.

Tout en reconnaissant que l'interruption de grossesse est encore l'issue la plus fréquente à un diagnostic de maladie grave, le chercheur souligne que le diagnostic prénatal n'a pas fait augmenter le nombre d'avortements en France depuis 25 ans. Il est exact de dire que les différentes techniques ont influencé la décision de femmes enceintes, mais pas nécessairement dans le sens qu'on l'entend. L'exemple de l'hémophilie est caractéristique, rappelle le docteur Daffos. « Jusqu'en 1980, la seule approche

possible en matière de détection de l'atteinte fœtale était de déterminer le sexe. Si la patiente attendait un garçon, elle préférerait généralement interrompre sa grossesse. Cela signifie qu'un garçon sur deux était avorté alors qu'il était en bonne santé ! »

L'analyse génétique permet maintenant de poser un diagnostic sûr. On n'élimine plus les enfants non atteints. Elle permet également aux personnes à risque... d'avoir des enfants. En effet, un bon nombre de porteurs de gènes délétères se refusaient autrefois à fonder une famille, même quand les risques étaient minimes. Aujourd'hui, le médecin peut leur donner le feu vert : « Votre enfant sera normal ! » Dans le cas contraire, il restera l'avortement.

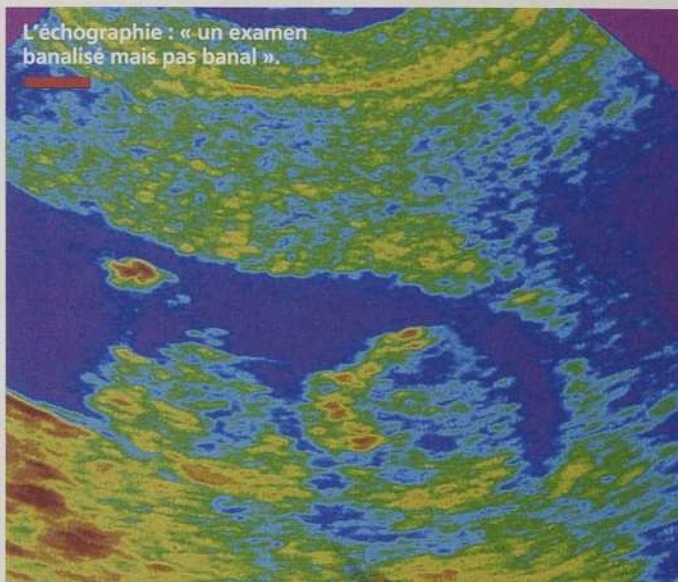
**D**ans certaines cliniques de fertilité où l'on pratique la fécondation *in vitro*, la délicate question de l'avortement... est littéralement contournée ! En

effet, une technique récente et très sophistiquée, le diagnostic pré-implantatoire (DPI), permet d'implanter dans l'utérus un embryon qui ne porte aucun gène redouté. Peu après que l'ovule et le spermatozoïde ont fusionné, on ponctionne une cellule du zygote afin d'en tracer le profil génétique. Comme le diagnostic est posé avant l'implantation, on choisira d'implanter un embryon dont le test ne révèle aucune anomalie. Donc, plus question d'avortement.

Seulement une vingtaine de cliniques dans le monde offrent le DPI. Au Québec, le Centre de reproduction de McGill s'apprête à rejoindre ce groupe. Et chez Procréa (le nouveau nom de l'Institut de médecine de reproduction de Montréal), le docteur Serge Melançon, responsable de la génétique, espère pouvoir le proposer un jour à ses clients. Le généticien n'y voit d'ailleurs aucun problème moral : selon lui, le diagnostic prénatal est une pratique courante, acceptée, et le DPI n'en est que le prolongement. « J'aurais un problème, confie-t-il, si on me disait de transférer uniquement les embryons qui ne portent pas tel ou tel gène. Il s'agirait d'une décision non médicale. Je refuserais d'obéir. »

« C'est là où j'arrête », dit le biologiste Jacques Testart, bien connu pour avoir permis la naissance du premier bébé-éprouvette en France. Le spécialiste s'oppose énergiquement au DPI. « Je réclame le droit à la non-recherche. L'enfant doit être jusqu'à un certain point l'enfant du hasard. »

À son avis, la dérive eugénique est entamée, car le DPI permet déjà de détecter autre chose que des maladies graves et incurables, notamment le risque d'hémophilie, d'accident rhésus ou de polyposis familiale. Il croit également que les connaissances en génétique humaine ne feront qu'empirer les choses. Espérer un auto-contrôle des patients et du corps médical est « aussi naïf que d'imaginer les citoyens acquittant leurs impôts sans y être obli-



L'échographie : « un examen banalisé mais pas banal ».

Goiveaux, Photo/Megapress/Imapress

## Les principales méthodes de diagnostic prénatal

**Échographie** Obtenue à l'aide d'une sonde émettant des ultrasons qui sont réfléchis sur les tissus fœtaux à la manière d'un écho puis transposés sur écran, l'échographie rend possible la visualisation des os et, lorsque la grossesse est assez avancée, des organes internes. Elle permet de diagnostiquer sans danger des anomalies du fœtus en se fiant sur des signes évocateurs caractéristiques : structure cérébrale, vertébrale ou faciale inhabituelle, nuque épaisse, anomalie cardiaque, etc. La quasi-totalité des femmes enceintes subissent ce test.

**Amniocentèse** Ce test — un prélèvement de 20 ml de liquide amniotique entre la 14<sup>e</sup> et la 18<sup>e</sup> semaine de grossesse — permet d'établir le caryotype du fœtus. Au Québec, à la suite d'une politique du défunt Réseau de médecine génétique, politique qui a été adoptée dans d'autres pays, les femmes de plus de 35 ans subissent systématiquement une amniocentèse, à moins de s'y opposer. Les risques de malformations à la suite de ce test augmentent proportionnellement avec l'âge. Plus invasive que l'échographie, cette ponction provoque une fausse couche dans 1 % des cas.

**Biopsie du trophoblaste** Comme le trophoblaste (qui deviendra le placenta) est composé du même matériel génétique que le nouveau-né, le prélèvement d'un échantillon dès le premier trimestre de la grossesse (près de deux mois avant l'amniocentèse) permet de diagnostiquer plusieurs maladies. Cependant, le risque de fausse couche est élevé : de 2 % à 5 %.

**Prélèvement de sang fœtal** Sous anesthésie locale, il est possible de prélever, en se guidant sur une échographie, de 1 à 3 ml de sang fœtal pur à partir du deuxième trimestre de la grossesse. L'échantillon révélera le patrimoine génétique de l'enfant à naître, mais aussi les infections (toxoplasmose, rubéole congénitale) et les anémies. Risque de fausse couche : 1 %.

**Dosage de marqueurs sériques** Lorsqu'un fœtus est atteint de trisomie 21, le nombre de marqueurs sériques (dans ce cas-ci, un type d'hormone) dans le sang de la mère augmente. Une simple prise de sang entre la 15<sup>e</sup> et la 18<sup>e</sup> semaine de la grossesse suffit à déterminer si le fœtus est atteint. Les risques de fausse couche sont nuls.

**Avec l'hiver,  
la grippe vous agrippe...**

un film de Bruno Carrière

# LA GRIPPE

**Un véritable cri d'alarme  
autour de ce que  
l'on croit être  
«une petite maladie».**

Des témoignages de médecins,  
chercheurs, scientifiques et malades.

**Renseignez-vous sur ce VIRUS.**



**Commandez votre vidéocassette  
à 19,95 \$ + taxes et frais de manutention  
(19,95 \$ + 1,40 \$ + 1,39 \$ + 3,42 \$)**

**Par téléphone 1 800 267-7710**

Qui s'est  
donné pour  
mission  
première  
l'innovation?



de nouvelles compétences dans les sciences de la vie<sup>MC</sup>

 NOVARTIS

Le leader mondial des sciences de la vie.  
Né de la fusion de Ciba et de Sandoz.

Notre nom tire ses origines du latin *novae artes* qui signifie *nouvelles compétences*. Chaque jour, **Novartis Pharma Canada inc.** va plus loin en explorant de nouvelles avenues en recherche et développement. De nouvelles idées donneront naissance à de nouveaux traitements. Des progrès concrets permettront aux Canadiens de relever certains des défis thérapeutiques les plus importants : la maladie d'Alzheimer, le cancer, les maladies du cœur, la transplantation d'organes, les maladies auto-immunes, la cicatrisation et les maladies respiratoires.

Nous appliquons aussi de *nouvelles compétences* dans le secteur des soins de santé. Car Novartis tient à jouer un rôle de premier plan dans la vie des Canadiens et à mettre son talent novateur au service de leur santé, au présent comme au futur.

Pour en savoir plus sur Novartis,  
visitez notre site sur Internet : [www.novartis.com](http://www.novartis.com)

gés », écrivait-il dans un récent numéro de la revue savante *Médecine/Science*.

Toujours actif à l'hôpital américain d'Évry, situé dans la banlieue parisienne, le chercheur sait que ses paroles ne stopperont pas la puissante marche menée par les industries pharmaceutiques, mais il ne baisse pas pavillon pour autant. « Le contrôle de la fertilité a connu un essor considérable sur le plan quantitatif. Mais nous en sommes encore aux "gadgets" — aider des femmes ménopausées à tomber enceintes, par exemple —, et il reste encore à résoudre le problème qualitatif qui, lui, est une sacrée boîte de Pandore. Croyez-moi, l'enjeu de la "qualité" des enfants, on en parlera encore dans un siècle ! »

En Allemagne, où l'eugénisme a un lourd passé, le diagnostic préimplantatoire est carrément interdit. Mais, de toute façon, avec ou sans DPI, le diagnostic prénatal pose plusieurs problèmes éthiques. Les médecins seront de plus en plus pressés par les parents qui voudront en savoir le plus possible sur l'enfant à naître. À une époque où les familles ne comptent qu'un ou deux enfants (1,6 précisément dans les pays occidentaux), la tendance sera donc à l'enfant parfait.

« Je crois que, parfois, il vaut mieux ne



Labat Photo/MégaPress/Imapress

**Un petit nombre de maladies font l'objet d'un dépistage systématique au Québec : seules les femmes dont les antécédents le justifient ou celles qui ont donné naissance à un enfant atteint y ont accès.**

pas savoir... », rétorque le généticien Louis Dallaire. Le médecin québécois sait de quoi il parle : il a connu bien des parents aux prises avec un enfant ou un fœtus atteint d'une maladie génétique et, dans bien des cas, il a dû lui-même leur apprendre la triste nouvelle.

« Quand mon médecin m'a offert l'amniocentèse, j'ai refusé », se souvient Esther Hamel. Enceinte d'un premier enfant à

41 ans, elle n'a pas voulu courir le risque de faire une fausse couche durant l'examen. À cela s'ajoutait la crainte de l'erreur médicale : pourrait-on prouver hors de tout doute que le fœtus était vraiment atteint ? « J'ai beaucoup réfléchi et je me suis dit que j'allais vivre avec les conséquences de mon geste. Pas d'amniocentèse ! »

Le docteur Robert Patenaude, atteint de leucémie dans la vingtaine, alors qu'il étudiait la médecine, et sauvé *in extremis* par l'une des premières greffes de moelle osseuse effectuées au Québec, a aussi des réserves. Ainsi, même si on parvenait à identifier le gène de prédisposition à la leucémie, il refuserait de faire passer le test à son enfant « Je ne voudrais même pas savoir le sexe du futur bébé. Je crois qu'il faut laisser une chance au hasard. »

Mais alors, à quoi serviront les milliards de dollars investis pour isoler et localiser les gènes responsables de telle ou telle maladie ? À quoi bon un quart de siècle de développement du diagnostic prénatal si c'est pour abandonner à Mère Nature le choix ultime, comme au temps de grand-papa ?

C'est qu'entre l'enfant du hasard et l'enfant parfait, il y a une multitude de choix possibles où nul n'a parfaitement tort, ni parfaitement raison. ●

## Un débat essentiel à ne pas rater

À la faveur de la révolution scientifique et technologique en cours, la médecine a pris des allures de faiseuse de miracles. Mais ses progrès ont aussi engendré de nombreuses remises en question, une explosion des coûts, des casse-tête humains, juridiques et éthiques. L'approche curative aurait-elle atteint ses limites ? Faut-il maintenant opter massivement pour la prévention et s'intéresser aux « déterminants sociaux de la santé » ? Nous faut-il aujourd'hui plus d'hôpitaux ? Ou davantage de programmes sociaux ?



Radio-Canada  
Radio

Québec  
Science

Premier débat public  
Radio-Canada Québec Science

Le mercredi 3 décembre 1997, à 19 h

## Santé

# Entre médecine et prévention, quelles cartes faut-il jouer ?

### Pour assister au débat

Maison de Radio-Canada  
1400, boulevard René-Lévesque Est  
Montréal  
Entrée libre  
Réservations : (514) 597-7787

### Diffusion à la radio

de Radio-Canada (réseau AM)  
Les Années-Lumière  
Le dimanche 7 décembre, à 12 h 13

# Le triomphe des Composites



**Tissés, tressés, empilés,  
combinés : les matériaux  
composites ont envahi  
les milieux du sport.  
Les athlètes en profitent,  
les amateurs également.**

par Laurent Fontaine

« **C**a ne prend tout de même pas des ingénieurs pour concevoir un patin de hockey ou une paire de skis ? » demandaient, il y a quelques mois à peine, des étudiants de Polytechnique à Marie-Christine Piedbœuf. Depuis, la spécialiste des composites a été engagée dans l'équipe de recherche et développement de Bauer, le leader mondial du patin de hockey. Le nom de son groupe : Vision avancée. Sa mission : projeter les patins Bauer dans le XXI<sup>e</sup> siècle !

« Les sports de glisse sont des domaines aussi techniques et pointus que la formule 1 », affirme Raymond Gauvin, directeur du département de génie mécanique à Polytechnique au moment où *Québec Science* l'a rencontré (il est maintenant directeur général du Centre des matériaux composites [CMC] à Saint-Jérôme). En effet, les matériaux neufs comme les fibres de carbone et les fibres de kevlar sont entrés dans la fabrication des skis, si bien que la silhouette des lattes s'est complètement renouvelée en trois ans. Renouvelée aussi la semelle des patins — Eric Lindros glisse dorénavant sur du composite, pour mieux sentir la glace. En composite aussi de plus en plus de bâtons de hockey vendus dans le commerce de détail. Et ce ne sont là que quelques exemples. Les sports d'hiver ont emboîté le pas au tennis, au golf ou au vélo : ils ont adopté les matériaux *high tech* !

**Les fibres ne seraient rien sans les résines qui les entourent. C'est la résine qui transmet les efforts mécaniques aux fibres et leur permet de jouer pleinement leur rôle.**

**D**ans les années 40, les industriels ont découvert qu'en faisant fondre du silice, du carbonate de sodium et de calcium et en coulant le tout dans des filières de platine, ils créaient de la fibre de verre. En la tressant et en la mêlant à une résine, comme le polyester, ils pouvaient fabriquer une surface extrêmement malléable, souple, légère et résistante une fois séchée. Les matériaux composites modernes étaient nés !

« Le principe des composites n'est pas récent, assure Raymond Gauvin. Les historiens disent que Gengis Khan a facilité la victoire des Huns en maîtrisant deux techniques : la charge de cavalerie et l'art de fabriquer des arcs plus puissants grâce à un mélange de résine de graisse d'animal et de poils de chevaux (appelé *Guta Percha*). » La nature elle-même a fabriqué ses composites : le bois, par exemple, associe bel et bien de la résine et des fibres.

Depuis l'invention de la fibre de verre, les types de composites offerts sur le marché se sont multipliés. À la fibre de verre se sont ajoutées les fibres de carbone et le kevlar — de la fibre d'aramide, d'abord conçue par la firme américaine DuPont de Nemours pour renforcer des pneus de voiture (ce fut un échec !). « Ce qui a profondément évolué ces dernières années, ce sont les possibilités de tissage des fibres », dit Serge Caouette, président de Falko International, une firme montréalaise qui fabrique notamment les casques de gardien de but les plus légers du monde (425 g).

Des tissages à 45° ou à 90°, des empilements en 8, 12 ou 16 couches, des combinaisons de fibres de sortes différentes : les possibilités sont devenues infinies. L'intérêt ? « Selon la manière dont elles sont coupées et tissées, explique-t-il, les fibres peuvent

épouser des propriétés mécaniques différentes — la flexibilité ou la rigidité, l'endurance aux chocs latéraux ou frontaux, l'élasticité, la résistance au cisaillement, au froid, etc. » Il faut évidemment tenir compte de leurs propriétés naturelles : le kevlar est plus léger que le verre, mais plus résistant aux impacts et à la torsion. Par contre, il supporte mal les sollicitations latérales. Le carbone, lui, offre le meilleur rapport poids/résistance. Il est parfait pour fabriquer des structures rigides, comme des fuselages d'avion. Mais la fibre de carbone est coûteuse, et c'est un conducteur, ce qui en limite l'usage. On l'utilise notamment pour fabriquer des bâtons de ski plus légers, plus fins et surtout plus flexibles que l'aluminium !

Les fibres ne seraient rien sans les résines qui les entourent. « C'est la résine qui transmet les efforts mécaniques aux fibres et leur permet de jouer pleinement leur rôle », explique Raymond Gauvin. Au polyester, la résine la plus connue et la moins coûteuse, se sont ajoutées les résines dites époxy, utilisées avec le kevlar et le carbone, le vinylester, les fibres phénoliques et d'autres dérivés du pétrole aux formulés très complexes.

En gros, explique Raymond Gauvin, il existe deux grandes catégories de résines.

D'un côté, les thermodurcissables : une fois mélangées avec les fibres et chauffées, elles prennent la forme du moule et il est impossible de modifier le produit une fois l'opération terminée. C'est le principe du gâteau !

Les autres résines sont dites thermoplastiques : il est possible de modifier la forme de l'objet en le chauffant de nouveau. « C'est le domaine de l'avenir », dit-il. On a d'ailleurs utilisé des thermoplastiques pour la deuxième génération du bras spatial canadien : les quatre tubes sont faits de carbone et de peek, une combinaison de composites particulièrement résistante au froid.

« Pendant des années, les composites sont restés confinés dans le domaine militaire, dans l'aérospatiale et un peu dans l'industrie du transport », explique Martial Missihoun, ingénieur de projets au CMC. Le kevlar inventé par la firme américaine DuPont de Nemours a tout de suite intéressé l'armée : très résistant aux impacts et plus léger que la fibre de verre, il est idéal pour fabriquer, notamment, des surfaces pare-balles !

Malgré des coûts de production élevés, les composites offraient d'emblée des avantages en or aux militaires et aux constructeurs d'avions. « Les composites permettent de construire des surfaces qui offrent la



même résistance que l'acier, voire meilleure, pour un poids nettement inférieur », dit Martial Missihoun. Les densités du verre (2,5 fois le poids de l'eau), du kevlar (1,6) et du carbone (1,2) sont beaucoup moins élevées que celle de l'acier (7,8) ! Les composites permettent aussi de fabriquer en une seule opération des pièces à la géométrie bizarre, un atout important dans l'aéronautique, où il faut assembler un tas de pièces pour fabriquer un avion. Par contre, ces matériaux demandent une main-d'œuvre nombreuse, et les procédés de fabrication ont longtemps empêché la conception de chaînes de montage comme on en connaît dans le secteur automobile.

**D**ès les années 60, le monde du sport, lui aussi à la recherche de performance, a commencé à utiliser les composites. En 1967 et 1968, la Canadienne Nancy Greene, deux fois championne du monde, a remporté 10 courses successives avec la même paire de skis en fibre de verre, les célèbres Strato 102 de Rossignol ! Le ski tout en bois, créé il y a 5 000 ans, venait de prendre un sérieux coup de vieux !

Mais c'est surtout au cours des années 80 que les nouveaux composites ont conquis le monde du sport. « La fin de la guerre froide a obligé fabricants et chercheurs à trouver de nouveaux débouchés rapidement », analyse Raymond Gauvin. En cela, le domaine du sport est idéal : les clients cherchent la performance, et le secteur est relativement peu réglementé — on peut donc proposer de nouveaux produits. De plus, les amateurs sont prêts à payer le prix pour obtenir de l'équipement techno, branché et au design soigné. « La Corvette des années 50 était en composite », rappelle Raymond Gauvin.

Au fond, ce qui a profondément changé, ce n'est pas le matériau mais l'intérêt que lui porte le public. « Avoir des fibres

en composite, ça fait très *glamour*, indique Johanne Denault, agente de recherche en développement de procédés à l'Institut des matériaux industriels, à Boucherville. Mais quelques fibres de carbone ou de kevlar changent-elles vraiment les propriétés mécaniques d'un ski ? » se demande-t-elle. « Oui », assure Éric Beaulieu, de Skis Dynastar Canada.

À Sallanches, en France, au pied du mont Blanc, ce fabricant mondial de skis travaille les deux pieds dans le futur. Il faut d'ailleurs montrer patte blanche pour entrer dans le Saint des Saints, ses labos de R-D à la fine pointe de la technologie des matériaux. Au Québec, Dynastar est notamment le fournisseur de skis du Québécois Jean-Luc Brassard, un des champions mondiaux du ski de bosses. « D'un point de vue physique, tous les skieurs exi-



gent beaucoup d'un ski, explique Éric Beaulieu. Il doit être à la fois rigide pour accrocher la glace et assurer la stabilité, flexible pour encaisser les chocs et permettre de tourner facilement, mais pas trop flexible pour limiter les vibrations de la spatule à l'avant et ne pas se tordre. » Un véritable casse-tête mécanique !

Une fois décortiqué, il faut reconnaître qu'un ski est beaucoup plus qu'une simple latte. De la semelle jusqu'aux fixations, plusieurs couches se superposent, et chacune d'elles a sa fonction. Au cœur des lattes, Dynastar met notamment du bois et du Rohacell, une mousse dure à base d'acrylique trois fois plus légère que le bois mais deux fois plus nerveuse. « La mousse assure la réponse du ski aux impulsions entre la chaussure, l'ensemble de la structure et le sol », précise Éric Beaulieu.

Décriées il y a quelques années à peine parce qu'elles se tassaient trop vite, les mousses sont aujourd'hui beaucoup plus résistantes et sont revenues en force dans les noyaux des skis, même des meilleurs. On y retrouve aussi du bois pour diminuer les vibrations négatives du ski et stabiliser le skieur. Plus poreux que la fibre, le bois calme le ski qui, sinon, ondulerait comme un serpent !

La structure, qui assure la rigidité de l'ensemble, est formée d'un boîtier en fibre de verre. Dessous, la semelle de polyéthylène



**FÉDÉRATION AUTONOME DU COLLÉGIAL**

**Colloque FAC**  
sur l'avenir de la profession enseignante

**TROUVER LE TEMPS D'ENSEIGNER**

**16 et 17 janvier 1998**  
Holiday Inn Crowne Plaza - Métro centre

**INFORMATION**

**FAC** FÉDÉRATION AUTONOME DU COLLÉGIAL  
1259, rue Beéri • Bureau 410  
Montréal (Québec) • H2L 4C7  
Téléphone : (514) 848-9977 • Téléc. : (514) 848-0366  
Site Internet : www.lafac.qc.ca • Courriel : fac@lafac.qc.ca

**déjà 10 ans**

**CONFÉRENCIER INTERNATIONAL**

**Monsieur Roberto Carneiro**  
Membre de la Commission Delors

# Sur la glace

**Les nouveaux matériaux sont aussi apparus sur la glace de la LNH... mais sur la pointe des pieds ! Il faut dire que le monde du hockey est plutôt traditionnel : il n'y a pas eu de grand changement depuis que le patin de plastique a remplacé le patin de cuir. Même modifier la couleur des patins d'Eric Lindros (du noir au gris), un changement purement cosmétique, ne s'est pas fait sans mal ! N'empêche : avec les semelles à moitié ou entièrement en composite (fibre de carbone et fibre de verre), les nouveaux chaussons des joueurs sont moins lourds et leur donnent l'impression de mieux sentir la glace.**

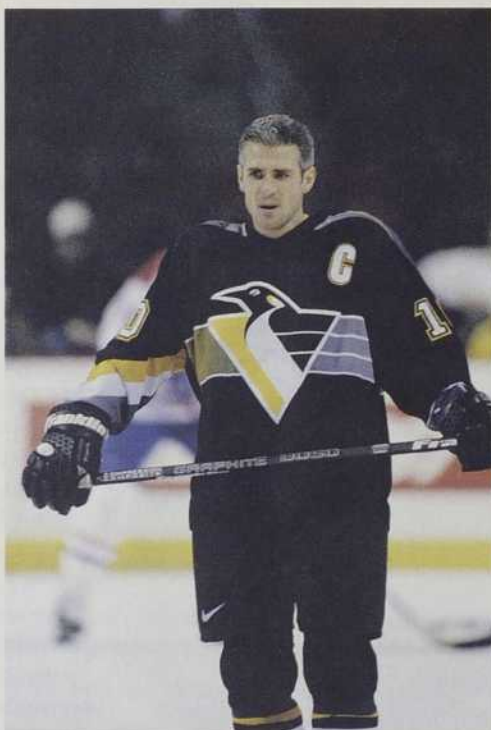
**Dans le monde du patinage de vitesse, les champions canadiens ont aussi adopté les semelles en kevlar : faites sur mesure, elles réagissent mieux aux impulsions des patineurs et leur permettent de gagner quelques précieuses millisecondes sur la poussée ! Le handicap ? Le coût des produits, bien sûr : une semelle en kevlar vaut 13 fois plus que sa sœur en fibre de verre !**

**« Les patins habituels sont faits de plastique et de nylon balistique collés, dit Marie-Christine Piedbœuf, de Bauer. L'industrie cherche maintenant à réaliser ces assemblages d'un coup, pour améliorer les performances et faciliter la construction. » Avec un défi supplémentaire : celui du froid, le point faible des composites, mais auquel les nouvelles compositions résine-fibre permettent de mieux répondre.**

**On n'en dira pas plus chez Bauer : le hockey est un monde très secret ! Mais avec Nike aux commandes, l'entreprise canadienne, leader mondial dans son marché, n'a sans doute pas le choix : elle doit faire place au look et aux matériaux très branchés sur les patinoires, comme elle l'a fait pour les bâtons de hockey. Déjà, au début de 1997, elle prévoyait réaliser 10 % de ses quelque 2,5 millions de patins en matériaux composites.**

est coincée entre les deux carres, les deux axes métalliques qui mordent la neige selon les impulsions données par le skieur. « Les semelles en polyuréthane fritté (la poudre est pressée à froid, puis chauffée et coupée en fines tranches) sont plus poreuses que les semelles fabriquées tout d'une pièce : elles absorbent mieux le fartage et glissent mieux », souligne Éric Beaulieu. On peut aussi ajouter des molécules de carbone pour éliminer les problèmes électrostatiques liés au frottement et lubrifier la semelle. Dans les semelles thermoactives — plus sophistiquées —, des particules organiques permettent de conserver une minuscule couche d'eau entre le ski et la neige, afin de mieux glisser.

Les fabricants utilisent beaucoup les propriétés anisotropiques des composites, ajoute Johanne Denault. Une pièce d'acier est isotrope : ses propriétés mécaniques sont identiques partout, de sorte qu'elle transmettra les mêmes forces dans toutes les directions. Un composite, pour sa part, permet de transmettre les forces de manière différenciée, selon les fonctions de chaque « zone » de ski. Au centre, par exemple, le ski est plus épais et plus rigide pour porter le poids du skieur. « Les découpes sur la surface, pour amincir les extrémités des lattes, ne sont pas là pour l'apparence, explique Éric Beaulieu. Ce jeu sur l'épaisseur du matériau permet d'assouplir le ski. Sur les côtés, par contre, les fabricants laissent une bande plus épaisse de matériau, qui transmet plus facilement les mouvements du pied aux carres. »



M. Ponomareff/Photo Presse Internationale

**L'**évolution vers des matériaux à la fois plus souples et plus résistants dans la structure des skis a conduit, au cours des cinq dernières années, à une révolution bien plus visible : Kneissel et Elan, très vite suivis par leurs compétiteurs, ont radicalement changé la forme des skis alpins au profit des skis paraboliques ou à taille de guêpe. « C'est un virage aussi important que l'invention de la carre ou l'arrivée de la fibre de verre, assure Daniel L'Écuyer, gérant de la boutique Oberson, à Laval. Cette année, 80 % du marché sera fait des nouveaux skis paraboliques. »

Au lieu de chausser deux skis traditionnels (88 mm à la spatule, 65 au pied et 75 à l'arrière), les skieurs vont bondir sur des skis plus courts de 10 centimètres, très larges à l'avant (100 mm) et à l'arrière (90 mm), mais toujours aussi étroits au centre (65 mm). L'avantage ? La surface d'appui est sensiblement identique, mais la forme du ski permet d'effectuer des virages plus courts et plus rapides en collant mieux à la neige.

Les skis — et les nouveaux bâtons en fibres de carbone, plus flexibles que les bâtons en aluminium mais de deux à quatre fois plus chers ! — ne sont pas les seuls produits de glisse à bénéficier des nouvelles technologies. Aujourd'hui, les traîneaux à chiens qu'utilisent les concurrents pour les courses dans le Nord canadien sont faits de composites légers et sont donc plus faciles à tirer ! Les planches à neige, qui représentent près de 40 % des ventes des marchands de skis, ont aussi profité de tous ces progrès.

L'industrie de la glisse s'intéresse également de près aux recherches sur les résines thermoplastiques. « Actuellement, les mouleurs canadiens travaillent beaucoup à partir de résines thermodurcissables, dit Johanne Denault. Mais ces résines ont quatre défauts : les produits sont difficiles à fabriquer, ils ne sont pas recyclables, il est difficile de concevoir des chaînes de fabrication et, surtout, la fabrication de thermodurcissables dégage du styrène, un polluant qu'il faut éliminer. » Avec des composites à base de résines thermodurcissables, les industries de la glisse disposeraient de produits qu'elles pourraient retravailler à l'envie, plus résistants aux chocs et à la fatigue mécanique. Quand seront-ils disponibles ? On ne saurait le dire. Mais c'est la preuve que les nouveaux matériaux composites n'en sont encore qu'à leurs premiers pas sur la glace. ●

Un abonnement au magazine Québec Science

# Tout un cadeau !



## 29,95 \$

Taxes comprises

pour l'abonnement d'un an (10 n<sup>os</sup>)

Prix régulier en kiosque : 45 \$

## Québec Science en donne beaucoup plus !

### Un magazine fiable

- l'heure juste dans une foule de domaines
- des journalistes chevronnés
- ce qu'il faut savoir pour comprendre le prochain millénaire

### Des sujets variés

- les grandes découvertes en astronomie, génétique, biotechnologies
- les dossiers de l'heure en environnement, technologies de l'information, sciences de la santé

### La science dans la vie de tous les jours

- des réponses aux énigmes posées par la science
- des explications sur le fonctionnement des technologies au quotidien
- des suggestions de lecture, des entrevues

### Des cadeaux exclusifs aux abonnés

- le Guide annuel des vacances
- l'index des sujets abordés au cours de l'année
- des suppléments thématiques

 Montréal : (514) 875-4444 • Partout au Québec : 1 800 667-4444 ou remplissez le coupon ci-dessous



LE MAGAZINE

Québec

# Science

## Tout un cadeau !

Voulez-vous que Québec Science envoie une carte de Noël informant le nouvel abonné ?

Oui  Non

Paiement ci-joint

Facturez-moi

Offre valide au Canada jusqu'au 31 janvier 1998

Numéro d'enregistrement de la TPS : R-1335-97427  
Numéro d'enregistrement de la TVQ : 1013609086

Détachez et expédiez à  
**Québec Science**  
Service des abonnements  
525, rue Pasteur  
Boucherville (Québec) J4B 8E7  
Tél. : (514) 875-4444 ou 1 800 667-4444  
Télec. : (514) 523-4444  
Courriel : AQcourrier@abonnement.qc.ca

**Abonnement cadeau 1 an  
Spécial 29,95 \$**

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

n° \_\_\_\_\_ rue \_\_\_\_\_ app. \_\_\_\_\_

ville \_\_\_\_\_ code postal \_\_\_\_\_

téléphone \_\_\_\_\_

**DE** Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

n° \_\_\_\_\_ rue \_\_\_\_\_ app. \_\_\_\_\_

ville \_\_\_\_\_ code postal \_\_\_\_\_

téléphone \_\_\_\_\_

Je m'abonne au prix régulier de 37,60 \$

par Raynald Pepin

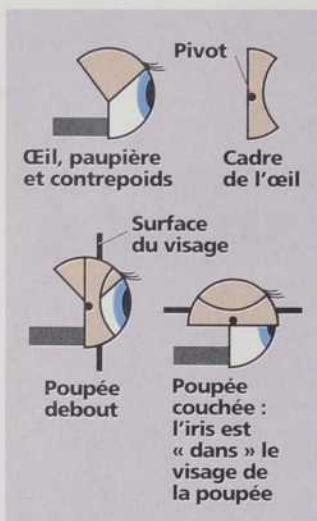
## Histoires de jouets

Comment la physique rend les jouets si fascinants.

C'est décembre, le temps où les vitrines des magasins débordent de joujoux en tout genre qui excitent la convoitise des enfants... et la curiosité des plus grands. Pour les besoins de cette chronique, ma fille Myriam m'a aimablement prêté son coffre à jouets.

Myriam couche sa poupée dans son petit lit, et la poupée ferme les yeux : c'est magique, à 3 ans comme à 40. Comment cela fonctionne-t-il ? Papa imaginait bien l'existence d'un contrepois mais voulait s'en assurer. Il a donc disséqué une vieille poupée de maman.

Voyez le résultat ci-dessous. L'œil, la paupière et un contrepois fixé à l'arrière forment un ensemble rigide qui pivote autour d'un axe passant par les côtés de l'œil. Quand la tête de la poupée est à la



verticale, le contrepois garde l'œil ouvert. Quand on couche la poupée, l'ensemble œil-paupière-contrepois bouge à peine, mais la nouvelle position de la poupée laisse voir la paupière; l'iris se trouve sous la surface du visage.



Pierre-Paul Parisseau

Myriam aime aussi empiler des blocs... jusqu'à ce que tout s'écroule. Puis, elle recommence. L'apprentissage de la vie ?

En tout cas, c'est l'apprentissage de la physique et de la gravité. Jusqu'à quel point une colonne de blocs peut-elle s'écarter de la verticale avant de tomber ? De sérieux physiciens ont abordé cette question. Le principe est simple : le centre de gravité des blocs supérieurs doit demeurer au-dessus de la base de sustentation, constituée du bloc placé immédiatement sous ces blocs.

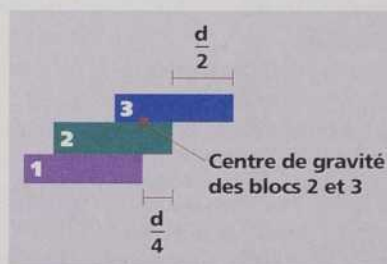
Empilons d'abord deux blocs de largeur  $d$ . Le centre du bloc supérieur doit se trouver au-dessus du bloc inférieur : dans les meilleures conditions (bloc sans défaut et incompressible, aucune vibration), le décalage du bloc supérieur par rapport au bloc inférieur ne peut dépasser  $1/2 d$ .

Si on veut placer ces deux briques sur une troisième en les décalant le plus possible, leur centre de gravité commun,

qui se trouve à  $1/4 d$  du bord droit de la brique 2, doit se trouver vis-à-vis le bord de la brique inférieure (la brique 1). Le décalage total est ainsi de  $3/4 d$ .

En continuant ce petit jeu, on montre que les décalages successifs idéaux sont  $1/2 d$ ,  $1/4 d$ ,  $1/6 d$ , etc. Le décalage total peut ainsi atteindre  $25/24 d$  pour 5 blocs. Dans ce cas, aucune portion du cinquième bloc ne se trouve au-dessus du premier !

Faites-en l'expérience. Pour rendre ça plus spectaculaire, installez vos blocs (ou vos livres) sur le bord d'une table, au-dessus du vide. La table servant de premier bloc, quatre livres devraient suffire pour atteindre un décalage total d'une



longueur  $d$ . Si vos livres font 20 cm de long, décalez le premier de 2,5 cm ( $1/8$  de 20 cm) par rapport au bord de la table, le deuxième de 3,3 cm par rapport au premier, le troisième de 5 cm par rapport au deuxième et le quatrième de 10 cm par rapport au troisième. En fait, il vous faudra probablement diminuer ces chiffres de un ou deux millimètres. La différence entre la théorie et la pratique vient de ce que les livres ou les blocs se déforment et s'inclinent sous la pression de la pile.

Une autre « bédelle » intéressante comporte une série de billes suspendues côte à côte. Si on élève la bille 1 et qu'on la relâche, elle frappe la bille 2, qui tape sur la 3, et la série de collisions se transmet jusqu'à la bille 5, qui semble éjectée.

Le résultat est plus étrange quand on relâche deux billes en même temps, par exemple les billes 1 et 2. On s'atten-

# Les 10 découvertes de l'année

Notre 5<sup>e</sup> rendez-vous annuel avec la science d'avant-garde. Dix des meilleurs coups de la recherche de pointe au Québec d'après les résultats d'un vaste sondage mené auprès des universités et des centres de recherche.  
*par Johanne David, Laurent Fontaine, Normand Grondin, Caroline Julien, Félix Légaré et Anne-Marie Simard*



## L'auto de l'an 2010



Toutes les autos se ressemblent ? C'est possible. Mais, sous le capot, la mécanique, elle, ne cesse d'évoluer. Un aperçu de ce que nous prépare l'industrie automobile.  
*par Stéphan Dussault*

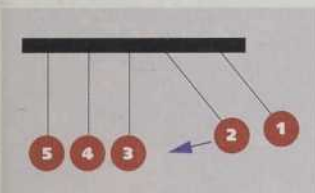
## L'enseignement des sciences : pourquoi la crise

Un entretien entre le philosophe français Michel Serres et l'historien des sciences Camille Limoges sur les enjeux de l'enseignement des sciences.



draît à voir la bille 5 éjectée, mais plus haut que dans le premier cas. Ce n'est pas ce qui se produit : ce sont les billes 4 et 5 qui s'élèvent. Pourquoi ?

L'œil n'est pas assez rapide pour voir ce qui se passe en réalité. La bille 2 frappe la 3 et s'immobilise, la 3 frappe la 4, la 4 frappe la 5 et l'éjecte. Pendant ce temps, la 1 arrive sur la 2 et la remet en mouvement et une autre série de collisions se transmet : l'éjection de la bille 4 en est le résultat. Tout se passe si vite que la bille 4 paraît suivre la bille 5.



une petite firme située à Anjou, dans l'est de Montréal, qui produit la très bonne pâte à modeler Tutti Frutti. Hélas, j'en ai surtout appris sur la chimie... humaine.

Georges Gareau n'a rien voulu révéler de la composition de la Tutti Frutti (à l'exception du fait qu'elle n'est pas à base d'huile comme la plupart des pâtes à modeler), mise au point par un chimiste embauché par l'entreprise pour concevoir spécifiquement ce produit. En effet, le brevet est « en suspens » depuis plusieurs années, et l'entreprise paie pour qu'il garde ce statut. Les renseignements relatifs à la Tutti Frutti restent ainsi secrets.

En effet, une fois que le brevet est accordé et que l'information est publique, rien n'empêche une entreprise concurrente de copier le produit et d'attendre les poursuites judiciaires de pied ferme. Celles-ci, coûteuses, ne sont pas à la portée de n'importe quelle PME. La firme d'Anjou vit déjà cette situation avec un autre de ses produits. Noël a beau être la fête de l'amour, ça joue dur au royaume des lutins. ●

J'aurais bien aimé vous parler également de la chimie de certains jouets, comme la pâte à modeler, objet d'innombrables heures de plaisirs topologiques tri-dimensionnels. De quoi est-elle constituée ? Pourquoi est-elle déformable tout en étant ferme ? Pourquoi ne colle-t-elle pas ? J'ai donc parlé à Georges Gareau, président de Bô-Jeux,

## 10 ans de science au quotidien

Cette chronique a déjà 10 ans. J'aimerais en profiter pour remercier Jean-Marc Gagnon et Lise Morin, responsables de *Québec Science* à l'époque, pour la confiance qu'ils ont témoignée au jeune journaliste que j'étais alors. Ma reconnaissance va aussi aux rédacteurs en chef suivants, Isabelle Montpetit, Étienne Denis et Raymond Lemieux, ainsi qu'aux personnes qui m'ont écrit, suggéré des sujets ou soumis des questions.

J'aimerais aussi remercier les centaines de personnes qui ont gentiment accepté de répondre à mes questions, de chercher une information et de me consacrer une minute ou une heure. Permettez-moi aussi d'accorder une pensée à des acteurs essentiels qu'on ne remercie pas souvent, les bibliothécaires, sans qui de précieuses informations seraient perdues ou inaccessibles. Et plusieurs pensées à ma copine Marie-Hélène, qui a patiemment relu à peu près tous mes textes et a toujours suggéré des modifications qui les ont nettement améliorés.

Depuis 10 ans, *La dimension cachée* a exigé pas mal de travail, mais m'a aussi apporté de nombreuses heures de plaisir : c'est une grande chance de pouvoir laisser libre cours à sa curiosité, l'étincelle de la science. J'espère que c'est aussi un plaisir, pour vous, d'en lire le résultat...

# Offrez-les en cadeau !



## La collection des guides Internet de Québec Science

**Les 600 sites essentiels**  
**Le guide pratique, édition 1998**  
**Web • courrier • forums**

**Seulement 14,95 \$**  
**Expédition et taxes incluses**



**Commandez dès maintenant**  
**Région de Montréal : (514) 875-4444**  
**Partout au Québec : 1 800 667-4444**

## Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

### Jeu n° 35 **1998 vu autrement**

■ Lorsqu'on écrit tous les entiers naturels à la file, on obtient la série suivante :

**01234567891011121314151617181920212223...**

Dans cette série, chaque chiffre a un rang. Par exemple, les deux chiffres du nombre 20 ont respectivement le 31<sup>e</sup> et le 32<sup>e</sup> rang. En poursuivant cette série, pouvez-vous dire quel rang occupe chacun des chiffres de 1998 ?



### Jeu n° 36 **Une famille de 5 enfants**

◆ Dans une famille de 5 enfants, l'âge modal est de 5 ans et l'âge médian est de 6 ans.

Si l'un d'entre eux a l'âge moyen, c'est-à-dire 8 ans, quel est l'âge de l'aîné ?

### Solutions de novembre

#### Jeu n° 33 **Les dards**

- a) 1. 25, 25, 25, 25, 17, 17, 16  
2. 25, 25, 25, 22, 21, 16, 16  
3. 25, 25, 25, 21, 21, 17, 16  
4. 25, 25, 22, 22, 22, 17, 17  
5. 25, 25, 21, 21, 21, 21, 16  
6. 25, 22, 22, 22, 22, 21, 16  
7. 25, 22, 22, 22, 21, 21, 17
- b) 25, 22, 21, 17, 17, 16, 16, 16

#### Jeu n° 34 **La suite de Fibonacci**

Les 6 nombres sont : 3, 5, 13, 55, 89 et 144.

#### Niveaux de difficulté

● : débutant   ■ : intermédiaire   ◆ : expert

## Jouez au médecin

Si vous êtes de ceux qui courent chez le médecin dès que vous avez un malaise, GlobalMedic ne vous sera pas d'un grand secours. Mais si vous détestez les salles d'attente, cette entreprise fondée en 1995 et établie à Montréal pourrait vous intéresser.

GlobalMedic lançait à la fin d'avril le Gestionnaire Santé, un système de gestion de l'information pour les entreprises qui veulent inciter les employés à prendre leur santé en charge. En effet, un module permet d'évaluer, en cas de pépin, l'urgence des soins à donner. Ce système pourrait aussi être utile aux malades chroniques qui désirent évaluer le degré de gravité de leurs symptômes (maux de dos, de tête, asthme, etc.). Bref, l'outil est conçu pour améliorer la prestation des services de santé et en réduire les coûts en supprimant les visites non nécessaires.

« Ce système permet à l'employé et même à sa famille d'avoir accès à une information complète en matière de prévention, d'éducation et d'évaluation », indique Fernand Taras, médecin et pdg de GlobalMedic. La base de données a été élaborée par une équipe de médecins de l'Université McGill et de l'Université de Montréal.

## Un velcro pour la moelle épinière

Un petit morceau de gel blanchâtre suffira-t-il pour qu'un paraplégique marche de nouveau ? C'est ce qu'espèrent les chercheurs de la compagnie Organogel, de Québec, qui ont conçu ce nouveau biomatériau.

Lorsqu'une personne se brise la colonne vertébrale, sa moelle épinière se décompose au niveau de la fracture et une cavité liquide de quelques millilitres se forme à cet endroit, explique le neurochirurgien Stéphane Woerly, fondateur de la compagnie. Les fibres nerveuses qui parcourent la moelle continuent de se régénérer et de bourgeonner de chaque côté de la cavité liquide, mais ne parviennent pas à franchir cet obstacle. C'est ce qui bloque la transmission des ordres du cerveau jusqu'aux muscles, d'où la paralysie.

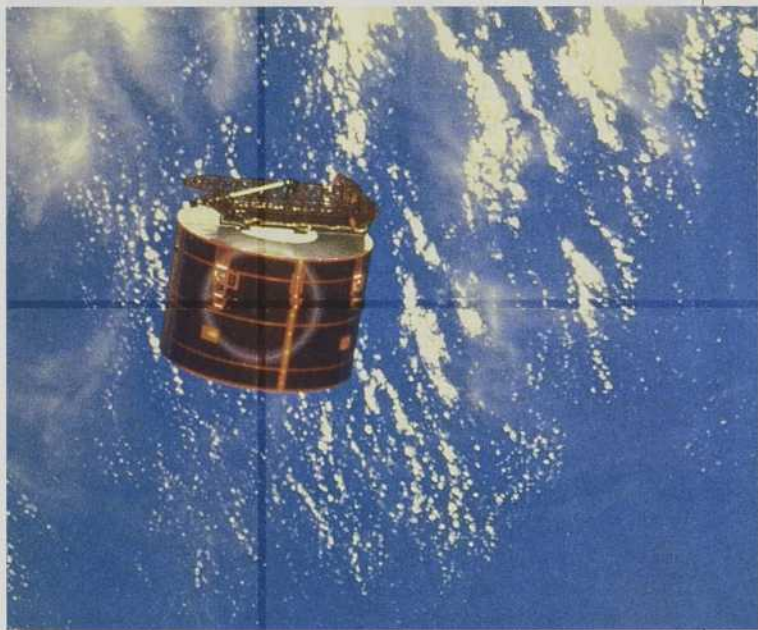
Il y a 10 ans, Stéphane Woerly a eu l'idée de concevoir un matériau qui pourrait servir de pont aux fibres nerveuses, tout en les aidant à repousser dans la bonne direction jusqu'à ce qu'elles se resoudent. Dans la moelle normale, ces fibres forment un réseau complexe en trois dimensions. « Il fallait donc un matériau dont la structure ressemble le plus possible à celle de la moelle, afin que le réseau de fibres puisse se reconstituer. »

Le polymère biocompatible qu'il a mis au point ressemble effectivement à de la moelle : c'est un hydrogel, un produit qui renferme une quantité importante d'eau et qui a la même consistance « viscoélastique » (proche de celle du Jell-O !) qu'un verre de contact. À tel point qu'une fois en contact la moelle, il s'accroche à elle comme du velcro et ne peut plus en être séparé.

Observé au microscope électronique, l'hydrogel révèle une structure exceptionnelle : les longues molécules de polymère forment un réseau complexe en trois dimensions de canaux vides de quelques microns de diamètre. Plus surprenant, lorsqu'on fabrique une pastille de ce matériau, tous les canaux entrent d'un côté de la pastille et en sortent de l'autre. Ce sont ces canaux qui serviront à

conduire les fibres nerveuses en pleine repousse d'un côté à l'autre du secteur endommagé.

Pour l'instant, Stéphane Woerly a greffé ce biomatériau sur une soixantaine de rats à la moelle épinière endommagée. Après 15 semaines, des fibres nerveuses étaient parvenues à traverser la lésion en empruntant le pont formé par l'hydrogel. « Ces résultats sont encore modestes, mais il faut dire que la chirurgie n'est pas facile à réaliser sur des rats en raison de leur petite taille. » De plus, le chercheur ne vise pas la régénération totale, qu'il qualifie d'utopique. « On sait qu'un taux de régénération de 8 % des fibres suffit pour recouvrer des facultés locomotrices ». C'est assez pour qu'un paraplégique puisse abandonner son fauteuil roulant...



## Chasseur de satellites

Il y a ceux qui sont toujours à la recherche de leurs clefs ou de leurs lunettes. Marc Normandeau, lui, cherche des satellites.

Cet étudiant au département de mathématiques et d'informatique de l'Université de Sherbrooke a même remporté le prix Octas de la relève universitaire, lors du dernier gala de la Fédération de l'informatique du Québec, pour son logiciel-à-chercher-des-satellites.

Une cinquantaine de satellites en orbite autour de la Terre, en plus de la station *Mir* et de la navette spatiale, peuvent actuellement être utilisés par la communauté des radioamateurs à des fins de communication bidirectionnelle. Le problème : ces satellites ne sont pas toujours faciles à localiser.

Le logiciel SatSy facilite la sélection d'un objet et le « processus de repérage ». Le radioamateur pourra ainsi diriger son antenne vers un point précis du ciel, avec l'espoir d'obtenir le meilleur signal possible.

Le projet SatSy aura une suite : le projet d'accès planétaire aux objets en orbite (APOO) permettra d'utiliser une station de repérage de satellites en passant par Internet. La station sera contrôlée à distance, ce qui est particulièrement intéressant pour ceux qui souhaiteront suivre à la trace un objet spécifique. ●

# La sélection 1997

Impossible de présenter en entier la riche moisson d'ouvrages scientifiques publiés en 1997. Quelques suggestions parmi les auteurs d'ici et d'ailleurs.

par Natalie Boulanger

## Leçons particulières

Aujourd'hui, la culture scientifique n'est pas un luxe. L'historienne Nayla Farouki et le philosophe Michel Serres se sont donc donné la lourde tâche de rendre accessible au grand public l'essentiel de la science contemporaine. En 850 articles et 1 200 pages, *Le trésor* veut combler en partie le fossé qui sépare ceux qui savent de ceux qui ne savent pas. Les notions sont présentées le plus simple-

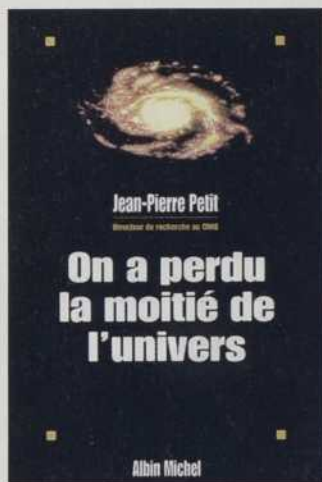
ment possible (sans tomber dans la simplification extrême) et dans un style très personnel. Par exemple, à l'entrée « bogue », on peut lire :

« Tous les défauts, toutes les malfaçons, tant du logiciel que du matériel, sont invectivés et chassés activement comme bogues ou "bugs". Mais la tâche est si fastidieuse que le fatalisme est bien souvent de rigueur... » Un outil pratique pour les lecteurs curieux mais non avertis.

**Le trésor, dictionnaire des sciences**, par Michel Serres et Nayla Farouki. Flammarion, 1997, 1 200 p., 98 \$.

## Avis de recherche

La théorie du Big Bang n'est pas parfaite. En gros, l'Univers tel qu'on le décrit n'est pas assez dense pour expliquer tous les phénomènes observés. Pour le renflouer, Jean-Pierre Petit propose la théorie de la matière-ombre, un univers



parallèle, indétectable, dont l'action empêcherait notre Univers d'éclater. Une théorie « exotique » et sujette à la controverse, mais qui a l'avantage de renouveler notre représentation du cosmos. Une théorie dont l'intérêt repose aussi sur l'humour incisif et le grand talent de vulgarisateur de l'auteur.

**On a perdu la moitié de l'Univers**, par Jean-Pierre Petit. Albin Michel, 1997, 192 p., 24,95 \$.

## Sujet chaud

L'étude des galaxies est vraiment le nouveau dada des astronomes. De facture plus classique et plus technique que le livre précédent, *Les galaxies* n'en constitue pas moins un remarquable complément. On y dresse l'état des connaissances actuelles sur les galaxies, des questions qui subsistent et on y présente les solutions proposées par le modèle standard, le célèbre Big Bang. Quant au problème de la masse manquante, la ré-

ponse pourrait être donnée par le dernier-né des outils astronomiques (auquel on consacre tout un chapitre) : l'optique gravitationnelle.

**Les galaxies et la structure de l'Univers**, par Dominique Proust et Christian Vanderriest. Seuil (Point Sciences), 1997, 281 p., 14,95 \$.

## Pour ne plus se faire de mauvais sang

Alors qu'il fait ses études de médecine, Robert Patenaude se retrouve à la clinique. Diagnostiqueur : leucémie. C'est le choc. Puis l'espoir, grâce aux premières greffes de moelle osseuse. Et enfin la guérison. L'urgentologue signe ici

une édition revue et augmentée — nouvelles découvertes obligent — d'un livre-témoignage traitant à la fois des aspects humains et pathologiques des maladies malignes du sang. Un ouvrage très accessible et un message d'es-

poir pour les malades et leur

entourage : si, en 1979, la leucémie était incurable, les chances de guérison sont aujourd'hui de 70 %. **Survivre à la leucémie**, par Robert Patenaude. Québec/Amérique, 1997, 278 p., 24,95 \$.

## Machines intellos

La victoire de Deep Blue contre le champion d'échecs Garry Kasparov a peut-être redoré le blason de l'intelligence artificielle (ou IA), mais on peut se demander si on ne fait pas trop de cas d'un succès qu'on jugeait imminent il y a déjà 30 ans. En fait, l'histoire de l'IA est en dents de scie : aux espoirs les plus fous succèdent les échecs les plus décevants.

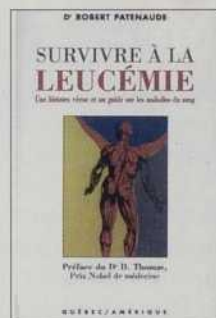
C'est cette étonnante aventure, extrêmement bien documentée et riche en anecdotes, que nous relate le Québécois Daniel Crevier. Sa passion pour l'IA remonte aux années 70 alors qu'il était étudiant au MIT et observait

avec envie la fébrilité qui régnaient autour du Laboratoire d'intelligence artificielle.

**À la recherche de l'intelligence artificielle**, par Daniel Crevier. Flammarion (Nouvelle Bibliothèque Scientifique), 1997, 438 p., 45,50 \$.

## Chroniques d'une mort annoncée

Saviez-vous que les tulipes sauvages sont en voie de disparition ? Qu'un très gros baobab peut contenir 10 tonnes d'eau ? Et que le fruit du *Sideroxylon* doit passer dans le gésier des volailles pour germer ? C'est à l'aide de petits



Jean-Marie Pelt

## PLANTES EN PÉRIL



Fayard

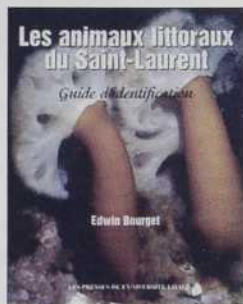
faits surprenants que Jean-Marie Pelt retrace la vie et la mort (ou la mort probable) de plusieurs espèces végétales. Au-delà d'un plaidoyer en faveur de la biodiversité, un voyage fascinant dans l'univers des plantes.

**Les plantes en péril**, par Jean-Marie Pelt. Fayard, 1997, 256 p., 39,95 \$.

### Unique au Québec

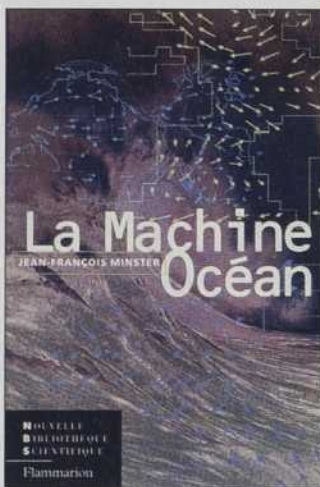
Les différences entre les invertébrés sont souvent si subtiles que même les chercheurs expérimentés ont parfois de la difficulté à les distinguer. Les amateurs reconnaîtront donc l'utilité de ce premier guide d'identification des invertébrés du littoral de l'estuaire et du

golfe du Saint-Laurent : à l'aide de clés d'identification et de résumés schématiques, il leur permet de déterminer rapidement l'espèce qui les intéresse. Ce guide traite également des caractéristiques hydrographiques et écologiques de ce système, un milieu dur où les organismes ont dû adopter des stratégies particulières de développement pour s'adapter. **Les animaux littoraux du Saint-Laurent, guide d'identification**, par Edwin Bourget. Presses de l'Université Laval, 1997, 284 p., 49 \$.



### Au fil des courants

Quand on observe les effets d'un phénomène comme El Niño, on se doute bien que les océans ont plus d'un tour dans leur sac. Et bien qu'elle soit encore jeune (une centaine d'années environ), l'océanographie en a dévoilé plusieurs, grâce notamment à l'utilisation des satellites et des modèles numériques. Panorama d'un système complexe, *La*



*machine-océan* met aussi en évidence l'importance des océans pour l'équilibre de notre planète.

**La machine-océan**, par Jean-François Minster. Flammarion (Nouvelle Bibliothèque Scientifique), 1997, 298 p., 42,50 \$.

### Le mètre, en long et en large

En 1792, les astronomes Pierre Méchain et Jean-Baptiste Delambre sont chargés de mesurer l'arc de méridien entre Barcelone et Dunkerque afin d'établir une unité de mesure universelle : la quarante millionième partie du méridien



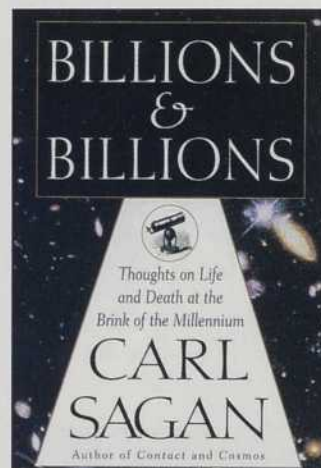
terrestre formera le mètre. À travers les péripéties des deux hommes, on découvre avec intérêt les dessous de la 1<sup>re</sup> République française ainsi que les préoccupations des Condorcet, Lavoisier et autres scientifiques de cette époque. Un ouvrage de fiction enlevante, appuyé par 30 pages de documents historiques.

**La mesure du monde**, par Denis Guedj. Robert Laffont, 1997, 302 p., 43,95 \$.

### Le dernier cadeau de Carl Sagan

Dans un éloge posthume, la National Science Foundation disait que Carl Sagan avait donné une infinité de cadeaux à l'espèce humaine. Son dernier livre illustre bien la générosité de ce maître de la vulgarisation : des progressions géo-

métriques au réchauffement de la planète, de la propagation des ondes au débat sur l'avortement, il nous entraîne à la découverte de petits et grands mystères de la vie et



nous amène à réfléchir à notre futur. Il aborde aussi un sujet très personnel : son combat contre le cancer, qui l'a emporté au début de 1997.

**Billions & Billions**, par Carl Sagan. Random House, 1997, 244 p., 33,50 \$.

### À signaler

**L'île en noir et blanc**, par Oliver Sacks. Seuil, 1997, 320 p., 34,95 \$.

Oliver Sacks, qui s'est fait connaître avec *L'homme qui prenait sa femme pour un chapeau*, réussit encore une fois à nous passionner pour la neurologie. Cette fois, il enquête sur deux maladies rares. Mystérieusement, ces affections sont plus fréquentes sur certaines îles de la Micronésie. C'est là qu'il nous conduit à travers son récit.

**La nature de l'espace et du temps**, par Stephen Hawking et Roger Penrose. Gallimard, 1997, 215 p., 32,95 \$.

Un débat assez pointu entre les deux physiciens sur les limites de la théorie des champs quantiques et celle de la relativité générale pour expliquer la formation de l'Univers.

**La sixième extinction**, par Richard Leaky et Roger Lewin. Flammarion, 1997, 344 p., 39,95 \$.

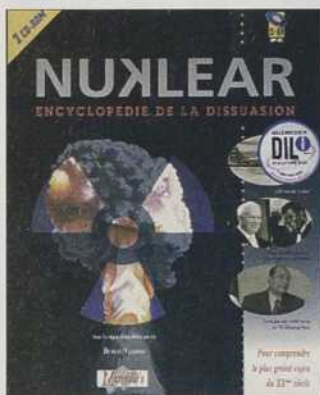
La planète serait entrée dans une nouvelle grande crise d'extinction, la sixième depuis le cambrien, dont nous serions en grande partie responsables. Une histoire de la diversité et de la complexité croissante de la vie.

**3001, L'Odysée finale**, par Arthur C. Clarke. Albin Michel, 1997, 279 p., 26,95 \$.

Frank Poole, le héros de *2001, L'Odysée de l'espace*, a survécu à 1 000 ans d'hibernation et doit maintenant contrecarrer la décision des maîtres des Monolithes. Pour les inconditionnels de cette grande saga.

## NUKLEAR: Encyclopédie de la dissuasion

On trouve dans ce coffret contenant deux cédéroms tout ce que l'on peut souhaiter savoir sur la menace nucléaire, des premiers travaux sur le sujet, au début du siècle, jusqu'aux derniers essais français à Mururoa en passant par le Projet Manhattan et l'explosion d'Hiroshima, qui mit brutale-ment fin à la Seconde Guerre mondiale. Tout est là, présenté de brillante façon — comment construire une bombe H, effectuer des essais, de même que la biographie détaillée de tous les principaux acteurs.



Production Microfolie's réalisée par CD-ROM Productions. Exclusivement PC (486 ou plus, Windows 3.1 ou plus), 8 Mo. Plus ou moins 80 \$.

## Einstein : L'esprit du XX<sup>e</sup> siècle

Le nom d'Albert Einstein est encore et toujours synonyme de génie. L'ouvrage met en relief à la fois les épisodes de la

## La sélection 1997

Les cédéroms « scientifiques » ne se présentent plus sous la forme d'énormes et poussières banques de données : on en a fait des ouvrages captivants, plus « pointus » et mieux réalisés que jamais. Pour ceux qui en doutent encore, voici une sélection des trois meilleurs titres de l'année. Et comme Noël est la fête des enfants, nous vous proposons trois autres titres qui sauront réjouir les petits précoces du bulbe rachidien...

par Michel Bélair

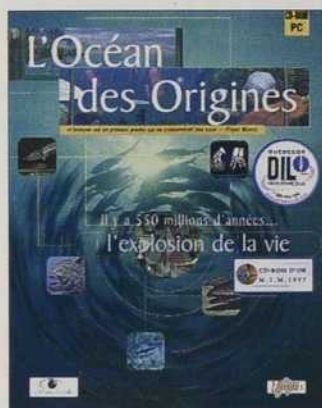
vie d'Einstein, la trame historique dans laquelle il s'est inséré et les préoccupations scientifiques de son époque : tout cela permet de saisir la dimension exceptionnelle de ses travaux.

On trouvera quelques animations dans lesquelles Einstein lui-même nous raconte sa position sur différents sujets, de même qu'une bibliothèque où l'on peut lire l'amorce ou la conclusion de ses articles les plus célèbres. Partout les textes sont clairs et la navigation, limpide. C'est un *must*.

Coproduction Éditions Profil, Byron Press Multimedia. Hybride PC (Windows 3.1, Windows 95) et Mac (68030 ou plus, Système 7 ou plus), 8 Mo. Plus ou moins 55 \$.

## L'océan des origines

Avec une présentation graphique exceptionnelle, le cédérom retrace 500 millions d'années d'évolution, depuis l'océan du cambrien jusqu'au crétaqué. Le résultat est si surprenant, le décor si invitant, le classement du matériel si séduisant qu'on risque de se



mettre à cliquer partout, à gauche et à droite, pour être sûr de ne rien manquer !

L'ensemble est dominé par une esthétique néo-Art déco à la Blade Runner — le dur éclat du métal, le reflet verdâtre des baies vitrées donnant sur les fonds marins, etc. — et par une montagne d'informations brillamment présentées. Il s'agit définitivement de l'un des plus beaux cédéroms de l'année.

Production des Éditions Microfolie's. Réalisation Virtual Studio. En version PC (Pentium 100 ou plus, Windows 95), 16 Mo recommandés. Plus ou moins 80 \$.

## Pour les plus jeunes... La clé des pharaons

Une description du système hiéroglyphique et un aperçu de la littérature égyptienne décrivant les rituels funéraires. On peut s'y faire une idée

de l'orthographe et de la disposition des signes dans un cadrat. Un jeu permet même d'écrire son nom ou une phrase en hiéroglyphes !

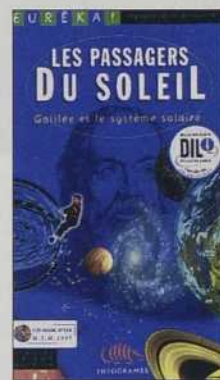
Le cédérom tourne évidemment autour du personnage de l'égyptologue français Champollion. Les ados curieux y trouveront leur compte.

Production Infogrames. Collection Euréka!-Passion de la découverte. Hybride PC, Mac ou PowerMac, 8 Mo. Plus ou moins 50 \$.

## Les passagers du Soleil

Le 7 janvier 1610, Galileo Galilei installe sa lunette astronomique avec un but bien précis en tête : observer Jupiter, la planète géante, pendant une semaine. À la suite de cela, le monde n'allait plus jamais être le même.

Ce magnifique ouvrage nous donne l'occasion de répéter l'expérience de Galilée. En



prime, la théorie du Big Bang, des explications sur la formation du Système solaire et des images saisissantes tirées des dernières explorations spatiales.

Production Infogrames. Collection Euréka!-Passion de la découverte. Hybride PC, Mac ou PowerMac, 8 Mo. Plus ou moins 50 \$.

## Mon premier atlas super génial

Pour les 8 à 14 ans, une fascinante initiation à la géographie grâce à un voyage autour du monde sur le mode ludique. Des capsules les renseigneront également sur les grands moments de l'exploration de l'espace et du fond des mers.

Coproduction LiRiSinteractive, Nathan, Dorling Kindersley. Hybride PC ou Mac, 8 Mo. Plus ou moins 50 \$.

# CAMELOT

LIBRAIRIE INFORMATIQUE • LOGICIELS

commandes en ligne

[www.camelot.ca](http://www.camelot.ca)

☎ extérieur : 1-800-665-4636

1, Place Ville Marie  
Montréal, Qc  
H3B 3Y1  
☎ (514) 861-7400

1191, Place Phillips  
Montréal, Qc  
H3B 3C9  
☎ (514) 861-5019

Place de la Cité  
Ste-Foy, Qc  
G1V 4T3  
☎ (418) 653-8888

# Entre le rêve et la réalité

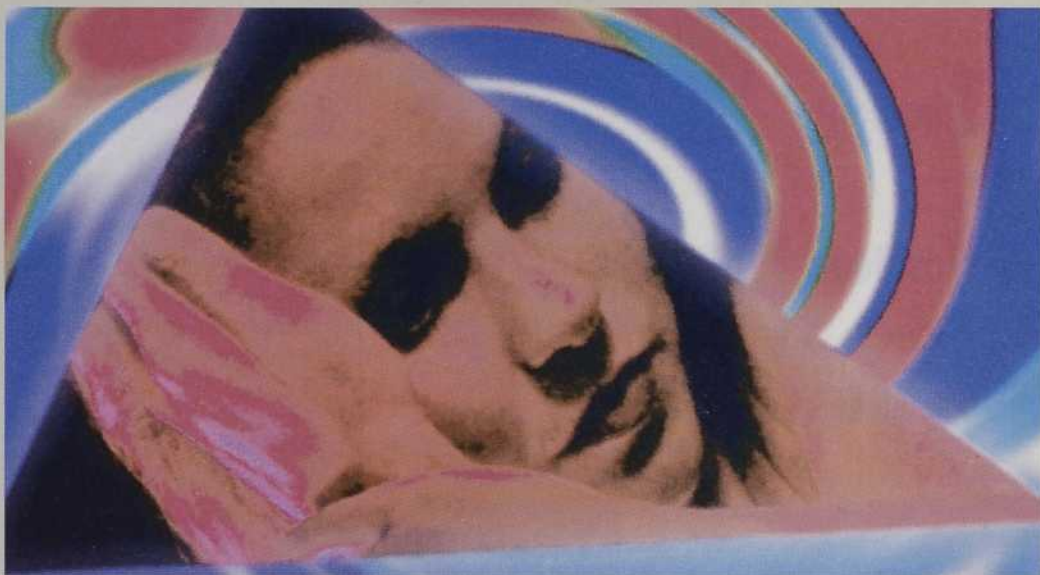
**E**n 1958, dans le but de comprendre l'activité électrique du cerveau durant le sommeil, le physiologiste Michel Jovet pose des électrodes sur la tête d'un chat. Il fera une découverte : alors que la bête est endormie et paralysée, le cerveau est littéralement en ébullition. On saura plus tard que c'est à ce stade du sommeil, appelé paradoxal, que se déroulent les rêves. Aujourd'hui, Michel Jovet est une sommité en matière de sommeil et de rêve. Mais si, 40 ans plus tard, on comprend *grosso modo* le mécanisme onirique, on saisit difficilement le pourquoi du rêve. Le chercheur a néanmoins sa petite idée là-dessus.

**Québec Science :** Vous étudiez le sommeil depuis longtemps...

**Michel Jovet :** Depuis 1955, ça fait plus de 40 ans. Ça fait toute une vie de physiologiste ! Et l'on peut dire que c'est une vie gâchée...

**Q.S. :** Gâchée ? Vous avez quand même découvert ce qu'est le sommeil paradoxal.

**M.J. :** Oui, mais il nous manque des clés importantes pour comprendre le cerveau à l'état de sommeil. Le souhait de tout physiologiste, c'est d'obtenir un jour une image globale du fonctionnement cérébral. Sans quoi, il ne peut faire que des imbécillités : il met un électrode à un endroit, il voit quelles zones du cerveau sont activées en rapport avec le rêve. Mais c'est un moyen



que je trouve limité. Il n'a pas tout enregistré ce qui se passait dans le cerveau.

**Q.S. :** Que sait-on alors du rêve ?

**M.J. :** On peut noter que ce ne sont pas les mêmes systèmes de neurones qui sont en fonction lors de l'éveil et du sommeil. Pendant l'éveil, des tas de systèmes, notamment les neurones du tronc cérébral, sont

activés. Pendant le rêve, ils sont complètement silencieux. Bref, les systèmes de neurones ne travaillent pas de la même façon. C'est bien là le problème pour nous, scientifiques.

On a également remarqué qu'avant la période de sommeil paradoxal, les cellules limbiques font des réserves d'énergie : elles accumulent du glycogène. On pense que c'est cela qui alimenterait les mécanismes du rêve qui occasionnent une grande dépense d'énergie.

Néanmoins, il y a encore beaucoup d'inconnues en ce qui concerne le métabolisme associé au sommeil paradoxal.

**Q.S. :** Dans l'évolution, pourquoi est apparu le rêve ?

**M.J. :** Chez les animaux moins évolués (amphibiens, reptiles, poissons, etc.), le sommeil est différent et l'organisation du système nerveux central — qui joue un rôle important dans le comportement de ces animaux — se fait par division des neurones. Et c'est ainsi qu'il est continuellement entretenu, si on peut dire. Avec l'avènement des animaux à sang chaud, il

s'est produit un changement, car les oiseaux, les mammifères et l'homme ont des cellules nerveuses qui arrêtent de se diviser très tôt au cours de leur développement. En conséquence, ils n'ont plus le même système pour maintenir les circuits synaptiques. Il faut donc admettre qu'un autre mécanisme a été créé : ce serait le sommeil paradoxal. Et les rêves permettraient de consolider l'individualité psychologique.

C'est le rêve qui ferait que chacun de nous est différent, et c'est la mémoire génétique de chaque individu qui s'exprime par le rêve. C'est mon hypothèse.

**Q.S. :** Peut-on imaginer à quoi a rêvé le premier rêveur ?

**M.J. :** Ah ! cela a été capital dans l'histoire de l'humanité ! Le premier rêveur qui a été capable de parler et de décrire son rêve a probablement raconté qu'il avait quitté la grotte pour aller se balader en volant. Ses amis ont dû lui dire : « Tu es complètement fou ! Tu es resté dans la grotte



# 101 logiciels éducatifs

1997-1998

Motivant

Stimulant

Novateur



« Un outil hors du commun  
qui devrait être obligatoire ! »

Fabienne Papin de la revue *Guide Internet*

Distribué par

**DM DIFFUSION  
MULTIMEDIA**

(514) 992-6445 www.diffm.com

CCDMD

## KEPLER, l'observatoire céleste

Télescope virtuel

Micromètre

Photomètre

Spectrographe

...

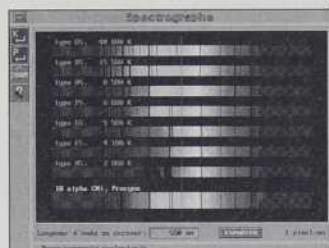
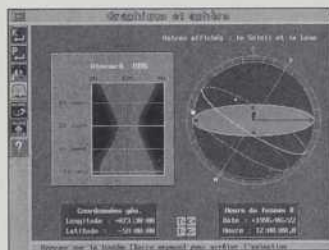
Éclipses

Éphémérides

Almanachs graphiques

...

et infiniment plus !



« KEPLER est en tout point  
un logiciel indispensable ! »

Guillaume Cannat de la revue *CIEL ET ESPACE*

Disponible à

la Maison de l'astronomie  
(514) 279-0063

CCDMD

**« Ce qui est extraordinaire, c'est que rien ne distingue la conscience éveillée de la conscience onirique. Quand vous rêvez, vous êtes certain que vous ne rêvez pas. »**

et tu dormais. » Cette scène a dû se répéter pendant des centaines d'années jusqu'au jour où les gens se sont rendus à l'évidence : « Pendant que l'on dort, on a quelque chose de nous qui va en dehors de la grotte, qui voit le Soleil, qui peut voler comme des oiseaux. »

En fait, les hommes ont progressivement développé un dualisme corps-esprit. Ils pensaient que quelque chose pouvait se manifester lors des rêves, se détacher du corps mortel. Cela a pu amener l'idée de l'immortalité, donc de la sépulture. Le rêve implique une physiologie à l'origine du sacré. De nombreux anthropologues ont d'ailleurs noté qu'à l'origine de toutes les civilisations on retrouve sensiblement la même histoire : pendant le sommeil, l'âme quitte le cerveau et entre en contact avec les dieux et les démons.

Aujourd'hui, il n'est plus question d'âme qui quitte le cerveau. Mais ce qui est encore extraordinaire, c'est que rien ne distingue la conscience éveillée de la conscience onirique. Quand vous rêvez, vous êtes certain que vous ne rêvez pas.

**Q.S. :** Vous affirmez que, depuis 30 ans, les recherches sur le sommeil piétinent. Que faudrait-il faire ?

**M.J. :** Il faudrait que plus d'argent soit consacré à la véritable recherche sur le sommeil. Beaucoup de centres de recherche s'intéressent au sujet, mais malheureusement les travaux ne sont plus menés par des physiologistes; ils sont pris en charge par des spécialistes du poumon qui étudient les années du sommeil et se foutent complètement des fonctions du sommeil. Et puis, la physiologie, ce n'est plus à la mode.

*Propos recueillis par  
Raymond Lemieux*

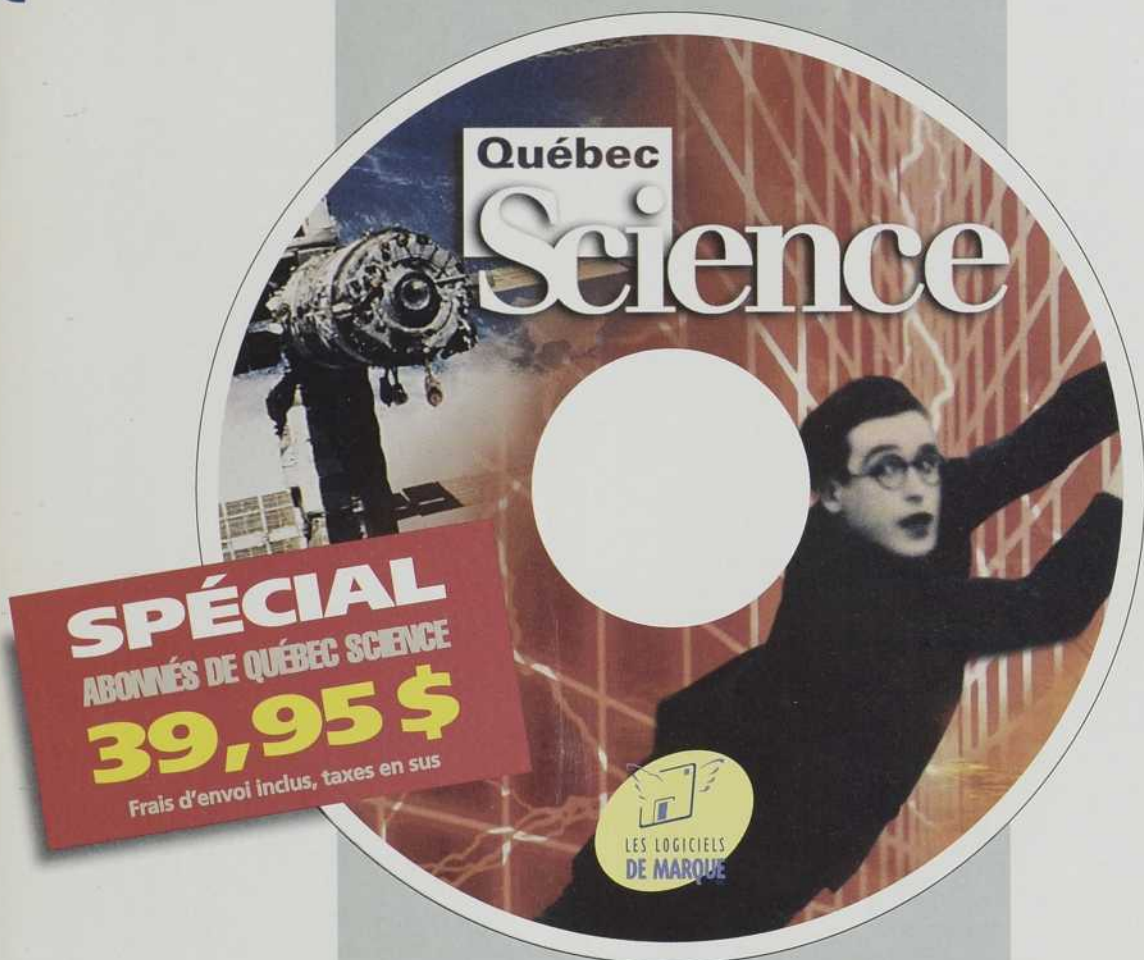
### Pour en savoir plus

**Le sommeil et le rêve**, par Michel Juvet, Éditions Odile Jacob, 1992 (disponible en format poche). Un ouvrage de synthèse remarquable.

**Le grenier des rêves, essai d'oniologie diachronique**, par Michel Juvet en collaboration avec Monique Gessain, Éditions Odile Jacob, 1997. Quand le rêve devient un sujet d'intérêt anthropologique.



# Québec Science sur cédérom



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

Des informations utiles, fiables et passionnantes.

Dossiers, reportages, nouvelles, chroniques, suppléments.

2 500 articles !

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

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

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

Configuration requise :

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

OU

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

Produit par *Québec Science* et Les Logiciels de Marque inc.



**Commandez dès  
maintenant :**

**Région de Montréal :**  
**(514) 875-4444**

**Partout au Québec :**  
**1 800 667-4444**

# L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Les plus belles années de ma vie!

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

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



UNIVERSITÉ DE  
SHERBROOKE

## Programmes de maîtrise et de doctorat

### Maîtrises

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

### Doctorats

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

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