

Québec

Les morts vivants

Volume 31, numéro 8  
Mai 1993, 3,45 \$

# Science

Dossier environnement

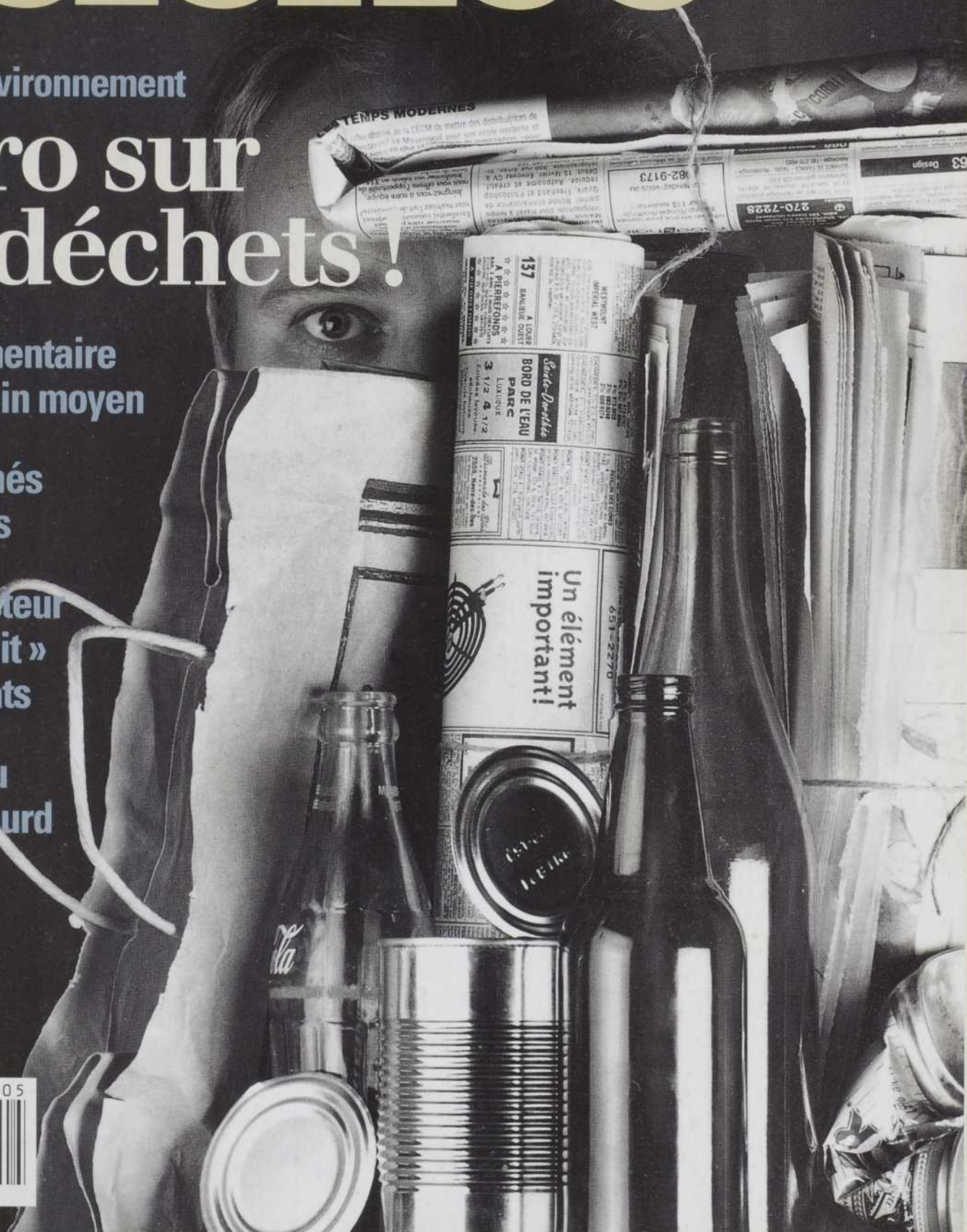
## Haro sur les déchets!

Guide alimentaire pour humain moyen

Les branchés planétaires

Quand Pasteur arrangeait les résultats

La agonie du neutrino lourd





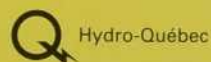
**Nous pensons  
à l'avenir dans  
toutes nos actions.**

Nous nous sommes engagés  
à donner à notre clientèle  
québécoise le meilleur service  
au moindre coût possible.

Au moindre coût, mais pas à  
n'importe quel prix.

L'équilibre de l'environnement  
nous préoccupe tous. C'est  
pourquoi, nous choisirons tou-  
jours le projet qui conciliera le  
mieux l'économie et l'écologie.

Pour améliorer notre qualité  
de vie, nous ne mettrons  
jamais en jeu celle des  
prochaines générations.



**Le meilleur de nous-mêmes**

## Le magazine



# Québec Science

## L'information intelligente

Pour connaître et comprendre notre monde en mutation, *Québec Science* est l'outil privilégié. Il guette tout ce qui est nouveau dans les domaines de la science et de la technologie.

À chaque numéro, *Québec Science* offre des reportages sur l'actualité, des dossiers fouillés, des illustrations détaillées, des photos étonnantes ... et vos chroniques préférées.

*Québec Science* fait vivre l'aventure scientifique, ses succès, ses échecs, dans notre quotidien comme dans les laboratoires.

*Québec Science* vous permet d'être à jour dans les domaines les plus actuels : énergie, santé, environnement, innovations technologiques, nature, espace, biotechnologies, transports, recherche fondamentale au Québec et dans le monde...

*Québec Science* est le magazine qui présente les faits et les met en perspective, avec les nuances nécessaires, pour aider à comprendre les grands enjeux de notre société.

# Québec Science

c'est **le savoir**  
**l'actualité**  
**la science au quotidien**

**Économisez jusqu'à 30% en vous abonnant ou en vous réabonnant et recevez un cadeau**

**1 reliure pour un abonnement de deux ans**

**2 reliures pour un abonnement de trois ans**



Cette offre expire le 31 mai 1993



**OUI**

je m'abonne

je me réabonne

à Québec Science.

1 an (10 nos) 34,67 \$ TTC

2 ans (20 nos) 59,86 \$ TTC

3 ans (30 nos) 83,20 \$ TTC

(Étranger,  
voir les tarifs en page 6)

**Je vous demande donc de me faire parvenir \***

une reliure pour mon abonnement de deux ans

deux reliures pour mon abonnement de trois ans

\* Allouez 4 semaines pour l'expédition

Nom

Prénom

Adresse

app.

Ville

Province

Code postal

Sexe

M

F

Profession:

Tél.:

Chèque  Mandat-poste  Visa  MasterCard

Chèque ou mandat-poste à l'ordre de Québec Science

N° de carte

Date d'expiration

Signature

numéro  
enregistrement  
à la TPS :  
1-335-97427  
numéro  
enregistrement  
à la TVQ :  
13609086TQ0001

**Détachez et expédiez à**  
**QUEBEC SCIENCE.**  
C.P. 250, Sillery,  
Québec G1T 2R1  
Tél.:(418) 657-3551  
poste 2854  
Télec.: (418) 657-2096

## Y a-t-il un ignorant dans la salle ?

**A** moins d'être complètement reclus, comment peut-on ignorer aujourd'hui que le sida s'attrape au cours de rapports sexuels sans condom, ou encore en s'injectant de la drogue avec la même seringue que d'autres ? Qui ne sait pas qu'en couchant avec quelqu'un, c'est avec tous ses partenaires des dernières années qu'on couche ? Et si on est homosexuel, comment ne pas être témoin de l'hécatombe qui fait des ravages chez les hommes en pleine force de l'âge ?

Et pourtant... Pendant les dix premiers mois de 1992, 407 nouveaux cas de sida ont été déclarés aux autorités sanitaires canadiennes (voir l'article de Suzanne Champoux en page 10). Il y en aurait trois fois plus si on tient compte des cas non-déclarés. Quant aux séropositifs, ils seraient environ 11 000 au Québec seulement, dont la moitié ignorent leur état ! Plus de 5000 personnes se promènent ainsi avec une bombe à retardement qu'elles risquent de transmettre à d'autres. Comment s'assurer que ces personnes subissent un test de dépistage ?

Les homosexuels, comptaient pour près de 80 % des nouveaux séropositifs au début des années 80. Ils ne comptaient plus que pour 60 % en 1990 (il faut préciser que les estimations pour 1990 sont beaucoup moins sûres). Or en plus des campagnes nationales de publicité prônant l'utilisation du condom, la communauté homosexuelle a fait sa propre publicité. Des règles très explicites concernant le *safe sex* ont été abondamment diffusées, avec un vocabulaire et des illustrations extrêmement crus. Mais le fait de voir mourir ses amis ou ses amants a sûrement un impact encore plus foudroyant.

De nouveaux séropositifs s'ajoutent quand même chaque jour à la liste. Des homosexuels et des drogués oui. Mais aussi des hétérosexuels qui ne s'injectent pas de drogue. Est-ce par ignorance que tous ces gens sont devenus séropositifs ? Par insouciance ? Ou par témérité ? Peut-être un peu des trois. Les jeunes, en particulier, ne seraient pas très enclins au port du condom. Et puis la mort, c'est une affaire de vieux, non ? Difficile aussi de penser à la maladie ou à la mort en plein élan de désir passionné.

Chez les hétérosexuels, l'insouciance vient peut-être aussi de ce que le sida est encore perçu comme une maladie d'homosexuels, comme à l'époque où on l'appelait aux États-Unis *Gay related disease*. Il est vrai que les homosexuels sont encore le groupe où le sida frappe le plus, sans que la majorité hétérosexuelle ne soit vraiment au courant de la gravité de la situation. Il est compréhensible que les homosexuels ne divulguent pas leur orientation sexuelle ou leur infection au VIH au premier venu, quand on sait les conséquences de telles révélations. Malheureusement, cet isolement nourrit l'ignorance des hétérosexuels.

Les responsables de la santé publique qui veulent éduquer la population n'ont pas la tâche facile pour répondre à ces objections inconscientes que nous avons tous à un moment ou à un autre. Il serait dommage d'avoir à tomber dans des histoires de peur...

Isabelle Montpetit

## Chroniques

**6**  
Courrier

**46**  
La dimension cachée  
En voiture !

par Raynald Pepin  
Les petits mystères de l'automobile, cet engin qui est au Nord-Américain moyen ce que la coquille est à l'escargot.

**48**  
Histoires de science  
Quand Pasteur  
« arrangeait » ses  
résultats

par Danielle Ouellet  
Les travaux de Louis Pasteur ont profondément bouleversé la biologie et la médecine. Mais l'histoire officielle ne raconte pas tout.

**49**  
Livres et expositions

## Actualités

**7**  
Physique des particules  
L'agonie  
du neutrino lourd  
par Anne-Marie Simard  
Le neutrino lourd dérangeait. On a donc cherché – et trouvé – des erreurs dans les expériences qui prouvaient son existence. La particule est maintenant tenue pour morte. Du moins, par certains chercheurs...

**10**  
Sida  
On atteint la vitesse  
de croisière  
par Suzanne Champoux  
Malgré la peur, l'information et les condoms, l'épidémie du sida a atteint une vitesse de croisière. Mais il n'est pas facile de suivre l'épidémie. Peut-on se fier aux estimations ?

**13**  
Maladies  
cardio-vasculaires  
L'ail, un médicament ?  
par Bruno Dubuc  
L'ail peut-il vraiment prévenir les maladies cardio-vasculaires ? Une mini-enquête de Québec Science.

**15**  
Brevets  
Monopoly génétique  
par Jean-Marc Fleury  
Plusieurs compagnies privées, centres de recherche et bailleurs de fonds veulent breveter les gènes qu'ils découvrent. De quoi donner à la carte génétique humaine l'allure d'un jeu de Monopoly.

**17**  
Dinosaurium  
La nostalgie des  
dinosaures  
par Pedro Rodrigue  
Un vent de dinomanie soufflera l'été prochain sur Montréal avec l'ouverture du Dinosaurium.

**Brèves**  
par Pedro Rodrigue

- Mettez ça dans votre pipe
- Un sida qui n'en est pas un
- Servez-vous de votre tête
- Science asexuée
- Lagopède farci
- Mettez-vous à ma place
- Faxez-moi tout ça !

33

**Informatique  
Les branchés  
planétaires**

par *Benoît Chapdelaine*  
Le village global existe depuis 1986. C'est un réseau informatique planétaire. Son nom : Internet. Notre journaliste l'a exploré.



38

**Neurologie  
Les morts vivants**

par *Sarah Perreault et Michel Groulx*  
On ne meurt plus comme avant. Les découvertes médicales des dernières décennies ont reculé les frontières de la mort. Aujourd'hui c'est la mort du cerveau qui est l'ultime limite. Mais demain ?



**Dossier environnement**



**Haro sur les déchets !**

20

**Enfouissement  
Le parc qui sortira  
d'un dépotoir**

par *Stéphane Gagné*  
À Montréal, on veut transformer un dépotoir en parc. Un espace vert sous lequel 35 millions de tonnes de déchets seront sous surveillance pendant un siècle.

23

**Incinération  
Déchets chauffés  
à blanc**

par *Stéphane Gagné*  
L'île de Montréal pourrait héberger le plus gros incinérateur au Canada. De la haute technologie anti-pollution. Mais est-ce une façon de balayer les déchets sous le tapis ?

27

**Géomembranes  
Des déchets  
sous enveloppe**

par *Stéphane Gagné*  
Aujourd'hui, même les dépotoirs sont emballés ! De plus en plus souvent, on les tapisse de membranes synthétiques, de façon à empêcher les eaux contaminées de s'en échapper.

29

**Récupération,  
réemploi, recyclage  
Les écologistes  
font RRR**

Le recyclage demande de la vigilance, du temps et de la main-d'œuvre, mais c'est la façon de gérer les déchets la plus compatible avec la notion de développement durable.



42

**Le nouveau Guide alimentaire  
Grande bouffe, nouvelle vague**

par *Raymond Lemieux*  
Le nouveau Guide alimentaire canadien jette bien des idées aux poubelles. Il conserve pourtant celle d'un guide unique pour tous. Est-ce justifié ?

## Bientôt sur cette page...

Les mentions « secret » et « confidentiel » qu'on indique sur des dossiers, des enveloppes, des classeurs, ne sont pas très efficaces. Pire, le plus souvent, elles attirent les curieux. Ne dit-on pas que la meilleure garantie de confidentialité des documents dans un bureau, c'est le désordre ?

Agents secrets, diplomates, industriels et chercheurs n'auront bientôt plus de problèmes de confidentialité. En effet, un groupe de recherche du Conseil de recherche en pâtes et papier du Canada, dirigé par Ronald C. Fischer, vient de fermer définitivement la porte aux indiscrets.

Les chercheurs ont mis au point une encre invisible et ... programmable. Il s'agit d'une encre d'imprimerie dont la composition chimique permet de faire apparaître — et même disparaître — le message à un moment déterminé à l'avance, le tout avec une étonnante précision. L'impression se fait par jet d'encre, au moyen de deux couches superposées qui réagissent l'une avec l'autre au bout d'un temps prédéterminé pour faire apparaître le message. Il existe pour l'instant deux variétés de cette encre. La première, lorsqu'elle devient visible, le demeure indéfiniment, ce qui permet de conserver en archives les documents imprimés de la sorte. La seconde variété ne demeure visible que pour un temps limité, lui aussi programmable, dont la durée varie de quelques minutes à une dizaine d'heures environ.

Les agences gouvernementales — on s'en doute — seront parmi les premières à bénéficier de cette invention. Cette encre a d'ailleurs été testée par la Direction des négociations constitutionnelles du mi-



Voici l'aspect initial qu'aura un document imprimé au moyen de la nouvelle encre. Le message sera visible pendant une seule journée, entre le 31 mars et le 2 avril 1993. À ne pas manquer...

nistère québécois des Affaires intergouvernementales à la fin de l'été dernier. Il s'agissait de protéger les avis des experts québécois sur les projets de réforme constitutionnelle présentés par Ottawa.

Prévus pour n'être visibles que pendant deux jours, juste avant la rencontre des premiers ministres à Charlottetown, ces textes sont malheureusement restés visibles, par suite d'une erreur de dosage dans la composition chimique de l'encre. On se souviendra que cette bêtise, dont a profité notre confrère L'Actualité, a fait couler beaucoup... d'encre dans les jours qui ont précédé le référendum du 26 octobre dernier. ●

les lignes se comportent électriquement comme si elles étaient plus courtes et la tension est mieux contrôlée : le réseau gagne ainsi en robustesse et les risques de pannes sont réduits.

Marie-Pierre Bonnassieu,  
relations avec les médias  
Hydro-Québec

### Donnez-nous vos commentaires !

Vous aimez, détestez, contestez un article de Québec Science ? Vous avez des commentaires et des suggestions sur le magazine ? Faites-nous le savoir. Écrivez-nous à l'adresse suivante, ou envoyez-nous une télécopie au (514) 843-4897.

### Québec Science

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

### L'encre d'avril

2 avril 1993 — Après avoir patiemment attendu toute la journée hier, quelle ne fut pas ma surprise de voir apparaître ce pictogramme (voir ci-dessus) à mon arrivée ce matin. Curieux procédé, tout de même !

Jean-Yves Lescop,  
Montréal

Eh non ! Le message n'est pas apparu en page 15 de Québec Science d'avril, et Ronald C. Fischer a perdu son poste de directeur du Conseil de recherche en pâtes et papiers du Canada. Comme M. Lescop, vous l'aurez compris, il s'agissait d'un poisson d'avril. Pedro Rodrigue a eu l'idée de l'encre programmable et Michel Gauquelin l'a adaptée à la sauce politique.

### La compensation-série

L'article « La lutte contre les pannes » du mois de mars 1993 explique qu'Hydro-Québec installe des compensateurs-série. Cet équipement contribue effectivement aux efforts de l'entreprise pour améliorer la fiabilité de son réseau, mais il ne permet absolument pas d'accumuler les surplus d'électricité pendant les périodes creuses pour les restituer aux heures de pointe. En fait, avec la compensation-série,

## JOUEZ GAGNANT !



### AIDEZ-NOUS À VAINCRE LE CANCER

SOCIÉTÉ CANADIENNE DU CANCER  
CANADIAN CANCER SOCIETY

DIVISION DU QUÉBEC



(514) 255-5151

# Québec Science



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

### ADMINISTRATION

Directeur général : Michel Gauquelin  
Adjointe administrative : Joan Lacasse

### RÉDACTION

Rédactrice en chef : Isabelle Montpetit  
Comité de rédaction : Patrick Beaudin, Étienne Denis, Jean-Marc Fleury, Félix Maltais, Gilles Parent, Sarah Perreault, Anne-Marie Simard, Pierre Sormany, René Vézina, Yanick Villedieu  
Collaborateurs : Suzanne Champoux, Benoît Chapdelaine, Bruno Dubuc, Jean-Marc Fleury, Stéphane Gagné, Michel Groulx, Raymond Lemieux, Danielle Ouellet, Raynald Pepin, Sarah Perreault, Pedro Rodrigue, Anne-Marie Simard  
Coordination de la section Actualités : Étienne Denis  
Photo de la page couverture : Laurent Leblanc  
Photographes : Laurent Leblanc, Ève-Lucie Bourque  
Illustrateurs : Martin Beaulé, Richard Hodgson, Caroline Mérola, Josée Morin, Pierre-Paul Pariseau, Yayo

### PRODUCTION

Direction artistique : Normand Bastien  
Séparation de couleurs et pelliculage électronique :  
Les ateliers haut registre inc.  
Impression : Interweb

### COMMERCIALISATION

Publicité : Jean Thibault  
Abonnements : Nicole Bédard  
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

### ABONNEMENTS

Tarifs  
Au Canada (taxes incluses) :  
1an (10 numéros) 34,67 \$  
2 ans (20 numéros) 59,86 \$  
3 ans (30 numéros) 83,20 \$  
À l'unité 3,99 \$  
Groupe (10 ex./même adresse) 31,20 \$

### À l'étranger :

1an (10 numéros) 43 \$  
2ans (20 numéros) 75 \$  
3 ans (30 numéros) 105 \$  
À l'unité 4,50 \$

### Pour abonnement et changement d'adresse

QUÉBEC SCIENCE  
C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1  
Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de :  
DAWSON FRANCE, B.P. 57, 91871, Palaiseau, Cedex, France

### RÉDACTION

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

### PUBLICITÉ

Téléphone : (514) 227-8414  
Télécopieur : (514) 227-8995

### ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSES

Téléphone : (418) 657-3551, poste 2854

Québec Science reçoit l'aide financière du gouvernement du Québec (Programme de soutien aux revues de culture scientifique et technique)

Membre de :  
The Audit Bureau  
CPA



Québec Science est produit gratuitement sur cassette par l'Audiothèque, pour les personnes handicapées de l'imprimé.  
Téléphone : (418) 648-2627

# Actualités

## Physique des particules

### L'agonie du neutrino lourd

Le neutrino lourd dérangeait. On a donc cherché – et trouvé – des erreurs dans les expériences qui prouvaient son existence. La particule découverte par le Canadien John Simpson est maintenant tenue pour morte. Du moins, par certains chercheurs...

par Anne-Marie Simard

Ci-gît le neutrino lourd, 1985-1993. L'épitaphe de cette étrange particule clôt ses huit ans d'existence... dans l'imagination des physiciens. Et Dieu sait si ce neutrino géant, mille fois plus lourd que le neutrino « ordinaire », leur a causé des maux de tête ! C'est donc avec un grand « Ouf ! » de soulagement que les physiciens se convainquent aujourd'hui de la non-existence du neutrino lourd. Et pour cause : avec ce mastodonte, la théorie perdait toute son élégance...

Au contraire, le « petit » neutrino (le neutrino ordinaire quoi !) s'insère à merveille dans le Modèle standard, la théorie qui classe les constituants fondamentaux de l'Univers et décrit leurs interactions. Pas étonnant : c'est justement pour faire tenir l'édifice théorique des particules élémentaires qu'en 1930, le neutrino est imaginé de toutes pièces par le physicien Wolfgang Pauli.

À l'époque, les scientifiques ont déjà une bonne conception de l'atome : des électrons tournant autour d'un noyau positivement chargé, composé de protons et de neutrons. Mais un nouveau type de désintégration radioactive, la désintégration de

type bêta, laisse les physiciens pantois : quelle surprise de voir des noyaux laissant échapper... des électrons ! Pire : les électrons expulsés ont des énergies variables. L'incontournable principe de conservation de l'énergie serait-il violé ? Impossible.

Pauli, lui, ne se laisse pas démonter : pourquoi une autre particule ne serait-elle pas émise du noyau en même temps que l'électron, emportant avec elle une fraction de l'énergie ? Cette particule, lance le physicien d'origine autrichienne, est invisible : sans charge électrique, elle possède une masse nulle et un grand pouvoir de pénétration. Et hop ! En un habile tour de passe-passe, Pauli imagine une particule « magique », véritable panacée théorique qui sauve le principe de conservation de l'énergie. L'idée paraissait un peu folle, elle s'avérera géniale.

L'Italien Enrico Fermi poussera le raisonnement jusqu'au bout. Selon lui, la particule, qu'il baptise neutrino, viendrait de la transformation d'un neutron en proton, transformation pendant laquelle un électron serait également éjecté du noyau. Jamais auparavant on n'aurait cru cette transformation possible. La nou-

velle idée de Fermi jette malgré tout les bases de la physique des particules.

En effet, Pauli et Fermi gagneront leur pari fou : vingt ans plus tard, le neutrino est observé en laboratoire. Bien sûr, il est impossible de l'observer directement. Ce sont plutôt les produits de sa réaction avec un proton que l'on détecte. Le neutrino, qui peut traverser des centaines de milliers de kilomètres de matière sans laisser de trace, existe donc bel et bien.

#### Impossible, selon la théorie

Et il est présent en très grand nombre car toutes les étoiles en produisent. Le Soleil envoie sur la terre dix milliards de neutrinos par seconde... et par centimètre carré.

C'est bien pour ça qu'en théo-

rie le neutrino ne peut pas être trop lourd : il changerait l'histoire de l'Univers. Selon les croyances établies, l'Univers est en expansion depuis son explosion originelle, le Big Bang. Mais si le neutrino lourd existe, le mouvement inverse serait déjà commencé, l'Univers s'effondrant sous son propre poids jusqu'à un ultime Big Crunch. Il y a ici un petit hic. « Avec le poids du neutrino lourd, l'Univers aurait déjà imposé depuis longtemps », laisse tomber, désinvolte, John Simpson, le « père » de la particule. Mais Simpson n'y voit pas là une raison suffisante pour envoyer son bébé au rancard : « On n'a qu'à considérer que le neutrino lourd est instable ! En se désintégrant rapidement, il ne peut pas renverser la dilatation de l'Univers. » Pourquoi pas ?

Deuxième objection à l'exis-



« C'est difficile d'abandonner une idée pour laquelle j'ai travaillé pendant plusieurs années », dit le physicien John Simpson.

tence d'un neutrino trop lourd : les contraintes du Modèle standard ne permettent pas au neutrino d'avoir la moindre masse. Bref, selon la théorie, un neutrino lourd est carrément impossible. Obstacle majeur ? Pas selon Pierre Depommier, chercheur au Laboratoire de physique nucléaire de l'Université de Montréal. « On peut toujours triturer la théorie ! », explique-t-il sans manquer d'ironie.

De toute façon, rien ne prouve que les neutrinos « ordinaires » n'ont effectivement aucune masse. Car on ne peut peser des fantômes. Au mieux, on peut démontrer qu'un neutrino est moins lourd que telle ou telle masse. Des expériences ont ainsi prouvé que le neutrino « ordinaire » est au moins 50 000 fois plus léger que le minuscule électron.

En 1985, c'est en tentant d'abaisser cette limite supérieure de la masse des neutrinos que John Simpson, un paisible physicien de l'Université Guelph, en Ontario, lance sa bombe. Alors qu'il scrute les neutrinos de faibles masses éjectés par des noyaux de tritium, il note une anomalie. En fait, ce ne sont pas les neutrinos comme tels qu'il observe, mais bien les électrons émis en même temps par le noyau. Au moment de la désintégration, l'électron et le neutrino se partagent l'énergie dégagée. Alors, forcément, lorsque l'électron est très énergétique, le neutrino le sera moins, et vice-versa. Sur la courbe de distribution des énergies cinétiques de l'électron, la bosse inquiétante apparaît du côté des basses énergies (voir le graphique). Signification : la désintégration du tritium produit un neutrino extrêmement lourd !

Dans le monde scientifique, la nouvelle est accueillie avec un mélange de prudence et d'incrédulité. À Princeton, Tokyo, Moscou, Bombay et Los Angeles, des équipes se mettent à la tâche pour tirer l'affaire au clair. Tous arrivent au même résultat : le neutrino lourd ? Impossible !

Mais Simpson n'abandonne pas la partie : après avoir décelé des erreurs dans les analyses de ses confrères japonais, il relance le projet avec le renfort d'un étudiant, Andrew Hime.

Dans un premier temps, ils étudient la désintégration des noyaux de soufre, cette fois, avec le même détecteur qui avait « vu » les neutrinos lourds. En parallèle, ils utilisent des noyaux

tre les parois d'aluminium servant à isoler le faisceau. Le choc de certains électrons contre la paroi les ralentirait dans leur course, modifiant leur énergie, ce que Hime et son ancien professeur Simpson avaient interprété comme la signature des neutrinos lourds. Oups !

Puis deux Américains, Bahran et Kalbfleish, vont jeter une douche froide sur ce qui reste

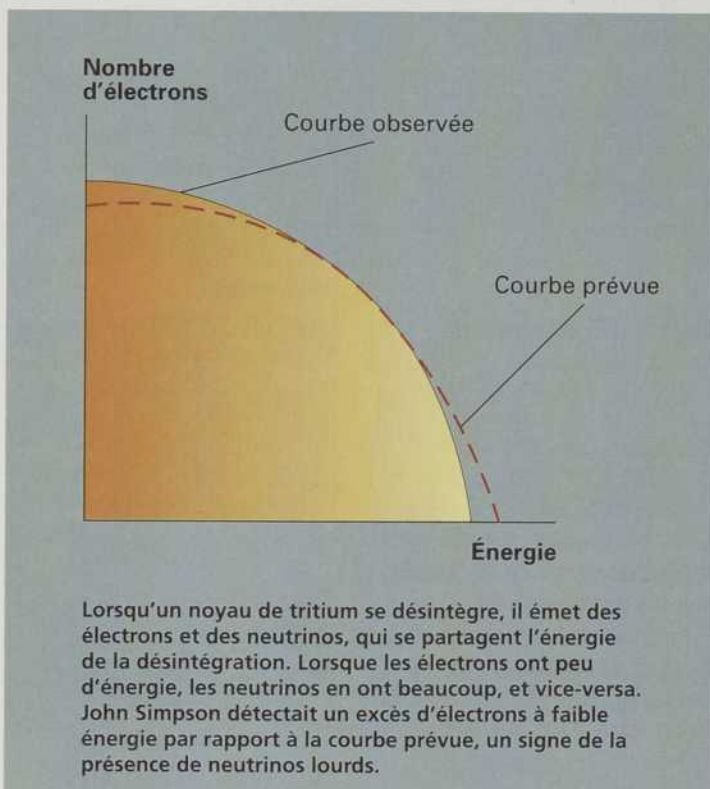
Fermi utilisée par Simpson et Hime. Résultat : la mystérieuse bosse y est toujours. Puis, ils refont l'analyse avec une fonction de Fermi « améliorée » : plus de trace des neutrinos lourds ! Les particules controversées n'étaient-elles qu'un « effet d'optique » généré par une mauvaise compréhension des interactions atome-électron ? Peut-être.

Les fantômes géants n'ont plus la cote. De son côté, John Simpson refait ses devoirs pour voir où il se serait trompé. Il avoue être très déçu : « C'est difficile d'abandonner une idée pour laquelle j'ai travaillé durant plusieurs années. » Dans son esprit, des doutes subsistent encore : « N'est-ce pas bizarre que des montages expérimentaux tout à fait différents produisent exactement le même effet ? »

La poussière est retombée sur les neutrinos lourds, mais des questions restent irrésolues. Pierre Depommier expose la situation avec philosophie :

« Lorsque nous, chercheurs, piétons dans le brouillard, il est tentant de donner un petit coup de pouce et d'arranger un peu les données pour obtenir une nouveauté. Nous pensons à notre carrière et au prix Nobel... Mais il faut toujours garder en tête qu'avec un petit coup de pouce de l'autre côté, nous retrouverons nos données informes. Le cas du neutrino lourd en est l'exemple parfait : l'expérience est tellement délicate et les effets si nombreux, qu'en « sollicitant » un peu les résultats, on peut soit faire disparaître ou apparaître la particule ! Et ce, d'autant plus que le scientifique est déjà psychologiquement orienté. »

Le neutrino lourd est-il vraiment mort ? Non, disent quelques chercheurs. Oui, répliquent plusieurs autres. Mais ce n'est pas parce que ces derniers sont plus nombreux qu'ils ont nécessairement raison. Tout dépend de légers ajustements à des équations fort complexes. ●



de tritium dans une seconde expérience, mais à travers un nouveau détecteur. Sidérant : le neutrino géant se manifeste encore... et dans les deux cas !

### Douche froide sur les espoirs

Avec l'aide d'un collègue, Hime, maintenant à l'Université Oxford, refait les mesures avec un appareillage plus sophistiqué. Même résultat : le neutrino lourd est toujours là. Un groupe yougoslave et une équipe américaine l'observent à leur tour. La particule théoriquement impossible a le vent dans les voiles.

Coup de théâtre en 1992 : Andrew Hime analyse de nouveaux résultats, en tenant compte de la diffusion des électrons con-

des espoirs des « partisans » des neutrinos lourds. Il faut comprendre que les neutrinos manifestent leur présence si subtilement qu'une multitude de facteurs expérimentaux peuvent la masquer. Les chercheurs doivent tenir compte de tout : par exemple, l'énergie de l'électron produit par la désintégration sera modifiée par les charges positives du noyau et négatives du nuage électronique. À l'aide d'une fonction mathématique, la fonction de Fermi, les chercheurs tenteront a posteriori d'évaluer puis de corriger cet effet.

Dans une première expérience, Bahran et Kalbfleish ont analysé la désintégration d'un noyau de nickel avec la fonction de

## Science asexuée

**P**aresse, quand tu nous tiens! Chez les rats de laboratoire, les mâles coûtent moins cher que les femelles. La tentation est donc grande pour un chercheur négligent d'utiliser plus souvent des mâles que des femelles, quitte à étendre ensuite ses résultats aux deux groupes. Par ailleurs, comme les hommes n'ont pas de cycle menstruel, les résultats des tests effectués sur eux sont souvent plus réguliers. Pourquoi se compliquer la vie et tester aussi des femmes? Il suffit en effet d'utiliser uniquement des hommes, oublier la différence, et prétendre que les résultats s'appliquent aussi aux femmes... Quel scientifique sérieux ferait d'aussi grossières erreurs? Quelques-uns parmi les meilleurs au monde!

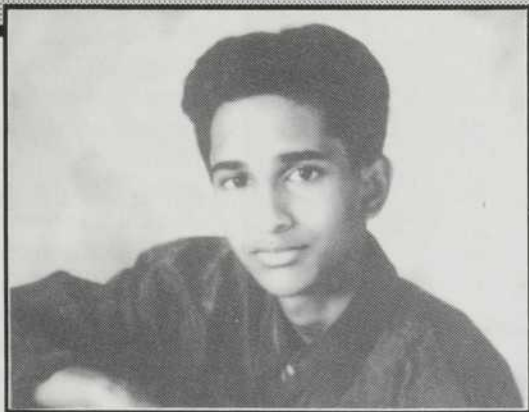
En effet, les cinq études sur le VIH publiées en 1991 dans l'auguste revue *Science* généralisaient aux deux sexes des résultats obtenus à partir d'un seul. Et seulement deux prenaient la peine de préciser le sexe des sujets sur qui avait porté l'étude. C'est ce qu'a mis en lumière la psychologue Vita Rabinowitz, de l'Université de New-York, lors du dernier congrès de l'Association américaine pour l'avancement des sciences. Oups! C'est justement cette association qui publie... *Science*.

D'autres revues savantes devront faire leur mea-culpa. Sur 180 études consacrées au sida et publiées en 1991 dans *The Journal of AIDS*, plus de la moitié étendaient aux deux sexes, de manière abusive et souvent erronée, le résultat de recherches pratiquées sur un seul. Pis encore, le quart de ces recherches ne précisaient même pas le sexe des sujets étudiés. Quand les chercheurs prenaient la peine de vérifier s'il y avait des différences entre les sexes, ils en trouvaient trois fois sur quatre.

Ces généralisations à outrance sont inquiétantes. La neurologue Nancy Futrell, de l'Université Creighton d'Omaha, signale qu'il existe



une différence parfois énorme entre la réaction des femmes et celle des hommes à certaines maladies et aux médicaments utilisés pour les traiter. En particulier, on sait que l'œstrogène augmente l'efficacité du système immunitaire, alors que la testostérone la diminue. Les femmes résistent donc mieux que les hommes au cancer, mais rejettent plus vigoureusement les greffes qu'on leur fait. ●



Médaillé d'or, Catégorie ingénierie senior,  
Expo-sciences pancanadienne 1992

Porte parole officiel des jeunes pour l'Expo-sciences pancanadienne 1993

**FEU VERT À LA SCIENCE!**  
**SCIENCE... GO FOR IT!**

Au coeur de l'Expo-sciences pancanadienne réside une promesse collective de la jeune génération - la promesse que les exposants d'aujourd'hui deviendront les innovateurs de demain, la promesse que leurs projets scientifiques deviendront des tremplins pour parvenir aux découvertes, aux percées et aux inventions du futur.

Rochan Sankar

Sous le parrainage de: Youth Science Foundation  
Fondation sciences jeunesse

Organisé par: Cégep de Rivière-du-Loup Ville de Rivière-du-Loup

Une collaboration de: JEAN GOUFFU  
On trouve de tout

COMMISSION SCOLAIRE DE RIVIÈRE-DU-LOUP CDLS

• PANCANADIENNE  
CANADA WIDE •  
EXPO-SCIENCES • RIVIÈRE-DU-LOUP • SCIENCE FAIR  
• 16 AU 23 MAI 1993 • MAY 16 to MAY 23, 1993 •

La caisse populaire Desjardins

**Bell**

Bureau fédéral de développement régional (Québec)

Federal Office of Regional Development (Québec)

Gouvernement du Québec

## Sida

# On atteint la vitesse de croisière

Malgré la peur, l'information et les condoms, l'épidémie du sida a atteint une vitesse de croisière. Mais le nombre de nouvelles personnes qui s'infectent a cessé d'augmenter. Selon certains chiffres, il aurait même diminué. Un problème cependant : suivre l'épidémie est ardu. Peut-on se fier aux estimations ?

par Suzanne Champoux

Un simple décompte des cas déclarés met en lumière un net déclin de l'épidémie du sida depuis 1989 : à peine 407 nouveaux cas de sida déclarés au Canada pour les dix premiers mois de 1992 ! Première mise en garde : il s'agit bien du

nombre de personnes dont le système immunitaire s'est effondré, et donc gravement malades (voir l'encadré en page 12). Ces 407 cas de sida n'incluent pas les gens qui sont simplement porteurs du virus, les séropositifs.

Mais de toute façon, nous nous berçons d'illusions avec ce chiffre, prévient Maura Ricketts, épidémiologiste à la division VIH/SIDA du Laboratoire de lutte contre la maladie à Ottawa. En ajoutant les cas de sida qui n'ont pas encore été déclarés aux autorités, le nombre de malades atteint... 1563. Non, l'épidémie du sida ne s'esouffle pas.

Même si c'est une maladie à déclaration obligatoire, les épidémiologistes ont peine à suivre son évolution dans la population. La moitié des formulaires de déclaration n'ont pas encore été reçus au bureau d'Ottawa trois ou quatre mois après que le médecin ait posé le diagnostic ; quelques formulaires y arrivent après plusieurs années. Certains médecins préfèrent en effet attendre le décès de leur patient avant de transmettre le document, d'autres regroupent les cas et n'avisent les services

responsables que trois ou quatre fois dans l'année, d'autres enfin tardent à cause d'un emploi du temps chargé...

## La pointe de l'iceberg

Environ 15 % des cas de sida ne seront jamais déclarés aux épidémiologistes, poursuit Maura Ricketts. Quelques médecins ignorent l'obligation de déclarer, ou y accordent peu d'importance. D'autres craignent qu'il y ait un bris dans la confidentialité. En fait, les déclarations sont anonymes, et seuls le sexe, la date de naissance et les initiales du patient sont transmis. Au Québec, même les initiales sont gardées secrètes. Autre cause d'une absence de déclaration : parfois, personne ne réalise que le mort était sidéen.

Ces estimations sont considérées assez fiables. Les épidémiologistes d'Ottawa évaluent le nombre de cas non déclarés à partir des certificats de décès (la cause du décès y est mentionnée) et des données issues d'études épidémiologiques effectuées dans diverses régions du Canada. L'estimation des déclarations retardataires vient de l'analyse des statistiques des années passées. Cette méthode, utilisée dans d'autres pays, a déjà fait ses preuves dans les domaines de l'assurance et des pièces de rechange, où la fiabilité des prévisions est essentielle.

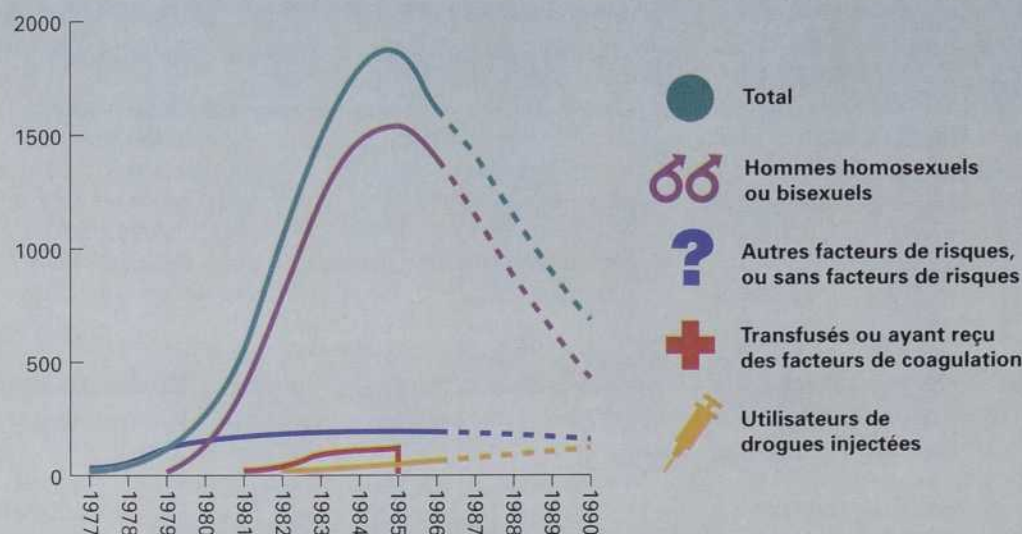
Fin 1990, 2250 Québécois étaient donc devenus sidéens depuis le début de l'épidémie, dont 1700 déjà décédés. Il s'agit de la pointe de l'iceberg.

Pour avoir le meilleur portrait de l'épidémie, c'est bien le nombre de séropositifs qu'il faut compter. Combien sont-ils ? L'estimation est beaucoup plus complexe. En effet, si le sida est une maladie à déclaration obligatoire, le fait d'être porteur du virus ne l'est pas. De plus, seule une personne infectée sur deux sait qu'elle est séropositive, les autres n'ayant pas passé de test de dépistage.

Pour estimer la prévalence du

## Nombre estimé de nouveaux séropositifs chaque année au Québec

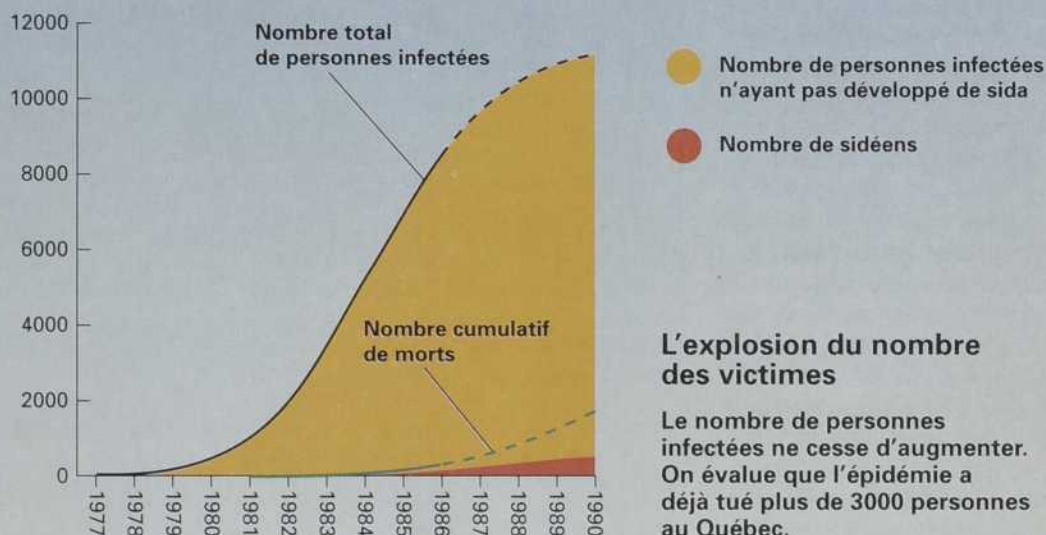
Les estimations laissent croire que le virus a ralenti sa vitesse de propagation. Mais puisque les calculs sont moins sûrs à partir de 1986, on ne peut pas être absolument certain que l'épidémie se répand moins vite.



VII (le nombre de personnes infectées par 10 000 habitants), les épidémiologistes peuvent recourir à la méthode dite du calcul antérieur. Sans entrer dans les détails, disons que les chercheurs doivent d'abord déterminer le pourcentage des séropositifs qui deviendront sidéens au cours de l'année. Puis, connaissant le nombre de nouveaux cas de sida par année, ils déduisent le nombre de séropositifs dans la population. Toutes les données servant au calcul étant des estimations, le résultat sera nécessairement une estimation !

C'est la méthode utilisée par le docteur Robert Remis, responsable de l'aspect épidémiologie du Centre québécois d'études sur le sida. Selon ses calculs, fin 1990 au Québec, 550 personnes présentaient des signes de sida. Le nombre de séropositifs : 11 200. Vingt fois plus !

## Étendue de l'épidémie



Association pour la recherche au collégial

## 5<sup>e</sup> COLLOQUE

**Les collèges, une force vive!**

Collège de Sherbrooke  
29 avril - 1er mai 1993

Une association

- créée par et pour les chercheurs des collèges;
- qui compte plus de 275 membres;
- dont les objectifs sont le développement de la recherche et son harmonisation aux autres activités des collèges;
- dont les activités comprennent la publication d'un bulletin de liaison, la construction d'une banque de données sur les chercheurs, l'organisation de séminaire en méthodes de recherche et la tenue d'un colloque annuel;
- qui reçoit l'appui du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, de la Fédération des cégeps, des centrales syndicales et de nombreuses entreprises privées.

Pour informations au sujet du colloque ou de l'association s'adresser au :

Secrétariat de l'ARC  
Collège de Sherbrooke  
475, rue Parc  
Sherbrooke, Québec J1H 5M7  
Tél. : (819) 564-6293

**Deux études, un même résultat**

Des études plus concrètes, fondées sur la recherche des anticorps dans le sang, peuvent aussi renseigner sur l'ampleur de l'épidémie, comme celles du docteur Michel Alary, du Groupe de recherche en épidémiologie de l'Université Laval. Des hôpitaux québécois lui fournissent des échantillons de sang des personnes qui se présentent dans leur établissement pour des soins d'un jour. « Les échantillons n'étaient identifiés que par l'âge du patient, son sexe et les trois premiers éléments de son code postal, précise le docteur Alary. Il s'agit donc d'une étude totalement anonyme. » Depuis deux ans, 61 451 prélèvements ont été analysés. De ce nombre, 95 se sont révélés positifs pour le VIH. Mais les gens qui fréquentent les hôpitaux ne sont pas représentatifs de la population en général. Dans l'échantillon, les femmes et les personnes âgées étaient surreprésentées. De plus, plusieurs échantillons positifs pouvaient venir en réalité d'un seul patient. Après corrections, le docteur Alary et ses collaborateurs estiment qu'environ un Québécois sur 580 est séropositif. En tenant compte de la marge d'erreur, il y aurait entre 9000 et 13 400 séropositifs au Québec, ou 11 182 ± 2 200 personnes.

La similarité avec le chiffre trouvé par le docteur Remis, 11 200 séropositifs, est frappante. « C'est sûrement le hasard qui fait que nos deux chiffres sont si près l'un de l'autre, dit Robert Remis. Nos méthodes d'estimation sont de bons outils, mais elles ne peuvent nous fournir une image aussi précise ! » Les deux méthodes utilisées étant très différentes, la similarité des résultats démontrent qu'elles sont fiables, et que leurs résultats estimés sont sûrement près de la réalité.

L'étude du docteur Alary permet aussi d'observer un certain

**Doit-on changer la définition du sida ?**

Les États-unis viennent de modifier leur définition du sida, car elle ne rendait plus vraiment compte de la réalité. « L'ancienne définition était fondée sur ce qui avait été observé chez les hommes homosexuels », explique Maura Ricketts, de la division VIH/SIDA du Laboratoire de lutte contre la maladie à Ottawa. Or aux États-unis, les homosexuels ne représentent plus que 65% des cas de sida. Les femmes et les utilisateurs de drogues intraveineuses, dont les manifestations du sida peuvent être différentes de celles des hommes homosexuels, sont donc sous-représentés par l'ancienne définition.

Lorsqu'une personne est infectée, elle produit des anticorps, et réagit donc positivement aux tests de dépistage. Sa santé peut demeurer très bonne pendant des années. Puis, le nombre de certaines cellules du système immunitaire, principalement les lymphocytes CD4, commence à diminuer. Le médecin porte un diagnostic de sida seulement lorsqu'il observe un certain nombre de maladies opportunistes, c'est-à-dire qui se développent uniquement parce que le système immunitaire est devenu trop faible. C'est cette liste de maladies qui a été modifiée aux États-Unis.

Les Américains ont ajouté à leur définition du sida des maladies comme le cancer du col de l'utérus, pour les femmes, et des pneumonies récurrentes, qui surviennent beaucoup plus souvent chez les utilisateurs de drogues intraveineuses. La nouvelle définition américaine inclut bien sûr les maladies qu'on trouvait sur l'ancienne liste, courantes chez les sidéens homosexuels. Il s'agit entre autres du sarcome de Kaposi (une tumeur de la peau), de la pneumonie à *Pneumocystis carinii*, de la candidose de la bouche (muguet) et d'une infection chronique au virus de l'herpès.

La nouvelle définition américaine du sida ne pose pas de problème aux responsables canadiens, sauf pour un point. Les Américains vont désormais considérer comme sidéennes les personnes dont le taux de CD4 est inférieur à 200/mm<sup>3</sup> (la normale est aux alentours de 1000), même si ces personnes ne présentent aucune des maladies associées normalement au sida. Si les Canadiens hésitent, c'est qu'en incluant les taux CD4 inférieurs à 200, on va chambouler toutes les statistiques, ce qui augmentera de beaucoup le nombre de cas de sida.

Pourquoi les Américains se lancent-ils dans cette direction ? Aux États-Unis, les patients sidéens peuvent parfois se faire rembourser certains frais médicaux, un problème qui ne se pose pas vraiment au Canada, explique Maura Ricketts. Aux États-Unis, les personnes infectées ont donc intérêt à ce que la définition change. Ici, l'enjeu est strictement statistique. « Nous devons donc être sûrs d'avoir les outils épidémiologiques nécessaires pour intégrer ces nouveaux chiffres tout en continuant à assurer une surveillance efficace de l'épidémie », dit la docteure Ricketts. La décision canadienne de changer ou non la définition devrait être connue d'ici l'été.

plafonnement du nombre de personnes qui deviennent séropositives chaque année au Québec. Le calcul antérieur indique même une baisse régulière du nombre de nouvelles infections depuis 1985 (voir graphique). Mais attention, aucun des scientifiques consultés n'en conclut que l'épidémie se répand moins vite. Il faut savoir que le calcul antérieur est très peu précis pour les périodes plus récentes. Prudents, les

épidémiologistes sont assez certains que l'explosion du début des années 80 est terminée.

**Des groupes plus touchés**

De plus, une étude plus détaillée des résultats de Michel Alary montre une augmentation importante de la séroprévalence chez les hommes dans la ville de Montréal. Dans ce groupe particulier, entre 1991 et 1992, la séroprévalence est pas-

sée de 71 à 150 par 10 000 personnes. Un biais d'échantillonnage ? Peut-être. « Nous cherchons actuellement à vérifier si cette augmentation reflète bien un taux d'infection à la hausse, par exemple chez les jeunes hommes homosexuels, où les rôles du *safe sex* n'auraient pas le même impact que chez leurs aînés. » On ne peut vraiment pas crier victoire.

Le groupe des utilisateurs de drogues intraveineuses inquiète aussi les épidémiologistes. « Nous observons une explosion de l'infection dans ce groupe depuis 1989 », fait observer le docteur Remis. Le nombre de cas de sida, au total 53, est encore relativement faible, puisque plusieurs années s'écoulent entre l'infection et l'apparition de la maladie. « Nous estimons qu'à la fin de 1990, près de 500 utilisateurs de drogues intraveineuses étaient séropositifs au Québec », dit l'épidémiologiste. Selon les estimations, entre un utilisateur de drogues intraveineuses sur 20 et un sur sept était alors infecté.

Il est encore trop tôt pour se prononcer sur l'évolution de l'épidémie chez les hétérosexuels qui ne s'injectent pas de drogue, dit Robert Remis. Il n'y a pas d'explosion évidente du virus chez les femmes, mais des poches de transmission existent, même chez celles qui ne sont pas considérées « à risque ». Des études, dont une à Terre-Neuve, ont rapporté des taux d'infection chez les femmes beaucoup plus élevés que prévu.

Au Canada, le principal groupe à risque demeure et de loin celui des homosexuels : environ les deux-tiers des personnes qui s'infectent aujourd'hui avec le virus sont des hommes homosexuels ou bisexuels. Mais la situation pourrait changer puisque le virus peut se répandre rapidement dans un groupe. « L'épidémie reste très dynamique et instable », insiste le docteur Remis. ●

## Maladies cardio-vasculaires

# L'ail, un médicament ?

Des nouvelles pilules d'ail aident à prévenir les maladies cardio-vasculaires, selon la firme pharmaceutique Lichtwer Pharma. L'ail peut-il être un médicament ? Une mini-enquête de Québec Science.

par Bruno Dubuc

L'ail serait hypoglycémiant, antiviral et pourrait aider à la prévention de certains cancers. Ses propriétés antiseptiques ont évité l'amputation à bien des soldats durant les deux Guerres Mondiales. Peu de plantes comestibles ont un passé folklorique aussi lourd, incluant, bien entendu, la capacité de tenir à distance les vampires...

Mais les propriétés de l'ail les plus étudiées à l'heure actuelle concernent la cause numéro un des décès en Amérique du Nord, les maladies cardio-vasculaires. L'ail diminuerait l'agrégation des plaquettes sanguines, la pression artérielle, ainsi que le taux de triglycérides et de LDL (le « mauvais » cholestérol). C'est du moins ce que Lichtwer Pharma, une firme pharmaceutique allemande, annonçait en mars dernier. Et la compagnie n'a pas lésiné sur les moyens pour convaincre les médias : le dossier de presse faisait 2 cm d'épaisseur en communiqués, rapports de recherche, documents divers et échantillons... Évidemment, Lichtwer Pharma profitait de l'occasion pour présenter ses nouveaux comprimés d'ail sans odeur et sans goût.

## Le scepticisme des médecins

Les composés actifs de l'ail ne sont pas tous connus. On considère cependant que le taux d'al-

licine, un composé sulfureux, est le meilleur indicateur de la qualité d'un bulbe d'ail. L'allicine, qui est responsable de l'odeur caractéristique de l'ail, n'est pas

présente dans la plante. Cette molécule se forme dès que la gousse est coupée ou broyée. L'enzyme allinase se retrouve alors en contact avec un acide aminé, l'alliine, qu'elle transforme en allicine. Puis, cette substance chimiquement instable se dégrade rapidement en divers sous-produits.

L'un d'eux, l'ajoene, inhibe la formation de caillots en bloquant l'agrégation des plaquettes sanguines. Mais contrairement à d'autres substances qui ont cette propriété, l'ajoene n'empêche pas les plaquettes d'adhérer aux parois vasculaires endommagées, ce qui permet d'arrêter les saignements. Que demander de plus à un médicament contre les thromboses ? Depuis le milieu des années 80, les études décrivant de tels ef-

fets bénéfiques de l'ail sont de plus en plus nombreuses.

Pourtant, aucun traitement à base d'ail n'est actuellement à l'étude à l'Institut de Cardiologie de Montréal. « Pas plus d'ailleurs que d'autres substances naturelles prometteuses, comme certaines huiles de poisson », précise Micheline De Belder, du département de diétothérapie. La raison : ces fameuses études, souvent financées par les compagnies qui vendent les pilules, sont encore trop fragmentaires pour être vraiment fiables.

« On ne dit pas que ces études ne valent rien », précise Manon Lambert, pharmacienne et rédactrice en chef de la revue Québec Pharmacie. Ce sont des recherches exploratoires, explique-t-elle, et certaines sont faites selon les règles de l'art. Mais les vendeurs de pilules d'ail ont une longue pente à monter : seules les études publiées dans les grandes revues scientifiques, où les critères de qualité sont très élevés, sont vraiment considérées par les chercheurs. « Je n'y ai rien vu de nouveau concernant l'ail depuis des années », dit le pharmacien Raymond Chevalier, qui dépouille systématiquement ces revues.

## Rien de prouvé

De fait, rien ne prouve qu'une substance contenue dans l'ail soit vraiment efficace. Pour l'instant, l'ail ne doit pas être vu comme un produit miracle. C'est du moins la conclusion à laquelle arrivent les chercheurs qui utilisent les normes canadiennes d'approbation des médicaments. En effet, l'ail a rarement été testé sur plus de quelques centaines de patients à la fois, alors qu'au Canada, pour évaluer un nouveau médicament, les médecins doivent généralement suivre de 3000 à 4000 personnes, explique Manon Lambert.

Doit-on utiliser ces normes, qui sont parmi les plus sévères au monde, pour juger de l'efficacité de l'ail ? « Notre système a



Avant d'être approuvé comme médicament, les petites pilules d'ail devront avoir été testées auprès de milliers de personnes. La photo représente la fleur de l'ail.

les qualités de ses défauts, plaide Pierre Ducharme, de l'Ordre des pharmaciens du Québec. Il est vrai que les études cliniques menant à l'approbation d'un médicament sont longues et exigeantes, mais le citoyen s'en trouve d'autant mieux protégé. » Comme Manon Lambert, il cite la tragédie de la thalidomide, un médicament pour femmes enceintes qui a rendu plusieurs nouveau-nés handicapés il y a une trentaine d'années.

Jusqu'à maintenant, on n'a pas trouvé d'effet secondaire à l'ail... sauf son odeur. Il faudrait en effet manger environ deux gousses d'ail par jour pour profiter de ses effets bénéfiques, lit-on dans les documents de la Lichtwer Pharma. Une telle quantité d'ail dégage inévitablement un arôme particulier, pas nécessairement apprécié dans certaines sociétés comme la nôtre... D'où l'avantage des pilules d'ail, qui ne donnent pas mauvaise haleine. Lichtwer Pharma dit aussi que ses comprimés offrent une quantité constante d'ingrédients actifs, alors que la qualité de l'ail varie selon sa provenance. C'est d'ailleurs pourquoi les études cliniques effectuées sur l'ail utilisent toutes ce type de comprimés.

Pour celui ou celle qui décide de faire confiance aux pilules d'ail, le principal risque se situe donc au niveau du portefeuille. Que recommandent les experts ? Raymond Chevalier ne vend pas de produits à base d'ail dans sa pharmacie. Cependant, plusieurs de ses confrères adoptent un point de vue différent, et en vendent avec un certain succès. Il semble que l'engouement du public pour les produits « naturels » n'y soit pas étranger. Pour sa part, Micheline De Belder dit que la meilleure façon de prévenir les maladies cardio-vasculaires reste encore un mode de vie équilibré, ce qui inclut des exercices réguliers et une bonne alimentation, mais aucun aliment en particulier. ●

## Lagopède farci

Les chiens de chasse ont le nez fin. Les renards aussi. En temps normal, ils flairent un lagopède jusqu'à 50 mètres. Mais la nature fait bien les choses : quand l'oiseau couve, ces prédateurs peuvent littéralement trébucher dessus avant de percevoir la moindre odeur. Pourtant, plusieurs lagopèdes sont chaque année dévorés sous les yeux incrédules de leurs poussins, qui servent ensuite de dessert. Pourquoi ? Deux biologistes écossais viennent de le découvrir.

Les lagopèdes qui sont victimes de prédateurs lors de la couvaison sont presque tous infestés de vers intestinaux. Ainsi affligés, les oiseaux souffrent de saignements internes, dont la puanteur trahit leur présence.

Cette situation n'est pas aussi injuste qu'il



n'y paraît. En éliminant les oiseaux parasités, les prédateurs préviennent les épidémies, ce qui aide la population de lagopèdes dans son ensemble. Détail intéressant : quand la chasse réduit le nombre de prédateurs, les lagopèdes sont plus sévèrement infestés. ●



## Mettez-vous à ma place

« Ce n'est pas à un vieux singe que l'on apprend à faire la grimace », dit-on. Vraiment ? Tout dépend du singe. Daniel Povinelli, de l'Université Yale, et deux de ses collègues de l'Université du Massachusetts, ont mis au point une expérience dans laquelle deux partenaires, un singe et un humain, font équipe pour atteindre un objectif commun. On cache une récompense (un biscuit) sous un pot qui fait écran. Un seul des partenaires voit où le biscuit est caché, mais seul l'autre peut le ramasser. L'un doit donc pointer, et l'autre récupérer. Un jeu facile qui se complique lorsqu'on inverse les rôles. Ainsi, l'humain qui récupérerait le biscuit selon les indications fournies par le singe se met à pointer. Et c'est le singe qui doit alors comprendre le message et ramasser le biscuit.

Les primates plus évolués, comme le chimpanzé, le gorille ou l'orang-outang, apprennent très rapidement à accomplir leur nouveau travail. Mais les macaques, moins évolués, échouent. Dans ce test, ils ne comprennent pas que divers individus peuvent avoir différentes aptitudes. Leur capacité d'apprentissage s'en trouve limitée. ●

## Breveter des gènes

# Monopoly génétique

Plusieurs compagnies privées, centres de recherche et bailleurs de fonds veulent breveter les gènes qu'ils découvrent. Des chercheurs canadiens et américains réclament ainsi un brevet pour le gène de la fibrose kystique. Plusieurs s'y opposent. D'autres craignent de devoir payer des redevances. De quoi donner à la carte génétique humaine l'allure d'un jeu de Monopoly.

par Jean-Marc Fleury

En 1989, lors d'une des plus belles réussites de la médecine génétique, des équipes du *Hospital for Sick Children* de Toronto et de l'Université du Michigan identifiaient le gène de la fibrose kystique. Une copie défectueuse du gène se retrouve chez environ une personne de race blanche sur 25. Résultat : un nouveau-né sur 2500 porte deux copies défectueuses. Il souffre alors de la plus meurtrière des maladies génétiques. Sans soins particuliers, il mourra avant l'âge de 4 ans. Aujourd'hui, avec des soins appropriés, dont le fameux « clapping », il peut espérer vivre un peu plus d'une trentaine d'années.

Au cours de l'été 1989, tout en travaillant fébrilement sur les communications qui annonceraient leur découverte au monde scientifique, les équipes canadienne et américaine se penchaient tout aussi nerveusement sur des textes où se mêlaient jargon scientifique et juridique. Pour ces chercheurs, leurs avocats et leurs administrations, il était même capital que le texte scientifico-légal soit publié le premier. En effet, ils avaient décidé de breveter leur découverte. Or, aux États-Unis et au Canada, il faut déposer la demande

de brevet avant que la découverte ne fasse partie du domaine public.

Réussite parfaite. La demande de brevet de l'Université du Michigan et du *Hospital for Sick Children* a été reçue avant la publication de leurs résultats scientifiques dans la revue *Science*. « Nous nous attendons à obtenir le brevet très bientôt », dit George Chaisson, directeur adjoint de la recherche de l'hôpital de Toronto. Son employeur aura alors un droit de propriété

intellectuelle sur une partie de la recette qui permet de fabriquer les êtres humains.

En fait, les découvreurs du gène de la fibrose kystique se comportent déjà comme s'ils possédaient le gène. « Nous avons expédié des lettres à une foule de compagnies, explique le docteur Chaisson. Nous leur disons : « Si vous voulez fabriquer des sondes de dépistage, des trousse de diagnostic ou utiliser l'information pour des traitements thérapeutiques, vous devrez nous payer des droits. » Jusqu'ici, une vingtaine ont montré de l'intérêt, toutes à l'extérieur du Canada. »

Mais en Grande-Bretagne, les lettres ont suscité tout un émoi. Certains croient que les redevances qui devraient être payées aux découvreurs du gène risquent de faire augmenter indûment les coûts de dépistage.

Un malentendu, dit le docteur Chaisson. Aucune redevance ne peut être réclamée à ceux qui utilisent l'information brevetée pour faire de la recherche scientifique. Mais ceux qui se serviront de l'information pour des fins commerciales, pour en tirer un profit, seront tenus de payer des redevances. Aux États-Unis, des compagnies mettent par

exemple sur le marché des trousse de diagnostic des maladies génétiques. Ces trousse coûtent jusqu'à 350 \$.

## Recherche versus commerce

Dans le cas d'hôpitaux qui fabriquent leurs propres trousse de dépistage, la distinction entre recherche et commerce ne sera pas facile à établir. Pour le moment, la docteure Rima Rozen, directrice de l'unité de génétique moléculaire à l'Hôpital de Montréal pour Enfants - l'unité de dépistage de la fibrose kystique au Québec -, n'a pas reçu de lettre du docteur Chaisson. Et elle ne s'attend pas à en recevoir. « Nous ne nous livrons à aucune commercialisation », dit-elle. L'hôpital se fait pourtant payer pour dépister la maladie.

Rima Rozen n'a pas encore constaté au Canada cette volonté de commercialisation du patrimoine génétique humain que l'on observe aux États-Unis. Elle espère bien que l'influence américaine ne se manifesterait pas de sitôt. « Je crois que les gènes humains et leurs mutations ne devraient pas faire l'objet de brevets », affirme-t-elle.

Ces brevets sont très loin de faire l'unanimité. Le docteur



Les personnes atteintes de fibrose kystique placent beaucoup d'espoir dans la thérapie génique.



## LES DÉBROUILLARDS

LE MAGAZINE DRÔLEMENT SCIENTIFIQUE  
DES 7 À 14 ANS

Vous propose, en mai:

### La passion du saut

Daniela Scherff et son cheval Adagio franchissent au galop des obstacles de plus d'un mètre lors de concours hippiques.

### Des signes mystérieux dans le plastique

Quelles sont ces marques mystérieuses gravées dans le plastique du pot de beurre d'arachides? Le chiffre « 2 » entourées de flèches en triangle, et les lettres HDPE. Iona fait enquête.

### Les phases de la Lune

A mesure que la Lune se déplace sur son orbite, nous voyons la partie éclairée de sa surface sous différents angles.

### Bienvenue sur la Lune!

En l'an 2043, les humains ont installé une base permanente sur la Lune. L'un des premiers colons lunaires nous accueille.

### Les villes géantes

En 1950, New York, avec 12 millions d'habitants, était la ville la plus peuplée au monde. En l'an 2000, Mexico sera en tête, avec près de 26 millions d'habitants.

### Pastiches de B.D.

Qu'ont en commun Tintin, Lucky Luke, Garfield, Astérix et Beppo la grenouille? La réponse dans Les Débrouillards!

### En plus:

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



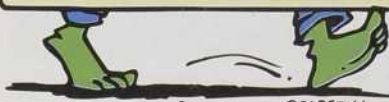
Les Débrouillards est en vente dans plusieurs kiosques au prix de 2,95 \$.

Pour s'abonner (1 an, 10 numéros, 26 \$)

s'adresser à:

Magazine Les Débrouillards  
25, boul. Taschereau, bureau 201  
Greenfield Park, Québec  
J4V 2G8

Commande téléphonique (carte de crédit indispensable): 875-4444.



GOLDSTYN

Marc de Braekeleer, de l'Unité de recherche clinique de l'Hôpital de Chicoutimi, dit comprendre l'attitude des découvreurs du gène de la fibrose kystique qui veulent toucher une partie des bénéfices que feront ces compagnies grâce à leur dur labeur. Mais il ne l'approuve pas. « Cela ouvre la porte à quelque chose d'abominable. On ne peut pas breveter ce qui appartient à l'humanité », s'indigne-t-il.

Personne ne s'enrichira avec les redevances. « Ces revenus seront tous réinvestis dans la recherche », explique le docteur Chaisson. Les fondations qui ont financé ces recherches pourront également toucher leur part du gâteau. Dans le cas de la fibrose kystique, il faudrait que les redevances reçues dépassent les 400 000 dollars, a expliqué le docteur Chaisson à *Québec Science*.

La Fondation canadienne de la fibrose kystique refuse de se prononcer sur ces brevets. « Nous préférons attendre et voir, dit Mme Cathleen Morrison, directrice exécutive de la Fondation, à Toronto. Notre premier souci est le soin des personnes atteintes. » Les redevances que la Fondation pourrait toucher proviendront uniquement de l'utilisation de l'information par des compagnies privées à des fins commerciales, tient-elle à préciser.

Peu importe si certains chercheurs s'y opposent, les demandes de brevets se multiplieront. Des centaines d'équipes à travers le monde travaillent à séquencer l'un ou l'autre de nos 100 000 gènes. Ceux dont les mutations provoquent l'une des 6000 maladies génétiques offrent des cibles de premier plan, surtout à cause des espoirs de cures et de remèdes. Plusieurs gènes ont déjà été identifiés et le nombre de découvertes devrait s'accélérer.

À Montréal, le docteur Francis Glorieux, de l'Hôpital Shriners pour enfants handicapés, demandera peut-être une série de brevets. Il travaille sur le rachitisme vitamino-dépendant, une maladie héréditaire relativement

fréquente dans Charlevoix et au Saguenay. Il se donne une autre année pour découvrir le gène. Entre-temps, son travail l'a mis sur des pistes très intéressantes. « Nous avons isolé neuf à dix gènes qui s'expriment dans les cellules qui fabriquent l'os. Il y a peut-être parmi eux des gènes extrêmement importants pour le contrôle de la synthèse du matériel osseux. » Le docteur Glorieux pense au traitement de l'ostéoporose, une déminéralisation du squelette qui menace les femmes ménopausées et les vieillards. « Si ces gènes montrent un potentiel thérapeutique », le docteur Glorieux serait, bien sûr, d'accord pour les breveter.

« Je ne suis pas pour le brevet en tant que tel, précise-t-il. Mais je ne vois pas pourquoi le groupe qui a identifié un gène ne pourrait pas en retirer des profits. » Selon lui, la Fondation des Shriners, qui a financé ses recherches, ne doit pas être privée de retombées venant de l'utilisation d'un gène dans une entreprise commerciale. Dernier argument pour déposer une demande de brevet : « Il ne faudrait pas attendre que des compagnies privées le fassent. »

Rien dans la loi n'interdit de breveter le patrimoine le plus intime de l'humanité. Un brevet a aussi été accordé à des Australiens pour le gène H2 de la relaxine humaine. Celui qui voudra s'opposer à un tel brevet devra le contester devant les tribunaux, ce qui lui coûtera très cher. Le docteur de Braekeleer espèrent donc qu'une nouvelle loi viendra interdire ce genre de propriété. En attendant, rien n'empêchera l'Université du Michigan et le *Hospital for Sick Children* de Toronto de détenir des droits exclusifs de 20 ans sur le gène de la fibrose kystique.

C'est ainsi qu'à côté des chiffres et des lettres qui identifient nos gènes, on pourra voir le nom de leur propriétaire. De quoi donner à la carte génétique humaine l'allure d'une sorte de Monopoly. ●

## Un sida qui n'en est pas un

En juillet dernier, à la conférence d'Amsterdam sur le sida, une nouvelle avait fait l'effet d'une bombe. On rapportait les cas de plusieurs sidéens chez qui les tests de dépistages restaient négatifs. On craignait d'avoir affaire à un nouveau virus, ou à une mutation non détectée. Cela aurait été un cauchemar. Si des réserves de sang avaient été contaminées, des milliers de transfusés seraient infectés... sans que les tests de dépistages puissent le montrer.

Bonne nouvelle : l'hypothèse d'un nouveau virus est maintenant laissée de côté. Depuis 1983, le *Center for Disease Control* d'Atlanta a relevé 47 cas de cet étrange syndrome. Plus des deux tiers des victimes n'avaient été exposées à aucun des facteurs de risque habituellement associés au VIH (transfusion, relations sexuelles anales, injection intraveineuse de drogues). De plus, les patients souffrant de ce syndrome rarissime venaient de milieux fort divers. Aucun de leurs partenaires sexuels n'a jamais contracté la maladie. Et comme les effets sur le système immunitaire sont très variés, les chercheurs sont peu enclins à croire qu'il s'agit d'un syndrome unique. Les nouveaux suspects : des causes génétiques ou environnementales. ●

## Dinosaurium

# La nostalgie des dinosaures

Montréal aura sans doute un accès de dinomanie l'été prochain. Dans une mise en scène digne de Walt Disney, le Dinausaurium fera découvrir le milieu de vie de ces géants disparus.

par Pedro Rodrigue

Imaginez une partie du Biodôme qui aurait trébuché dans la courbure du temps. Vers le 15 août prochain, si tout se passe comme prévu, un jardin zoologique pas comme les autres s'ouvrira dans l'ancien pavillon du Québec de Terre des Hommes. Le Dinausaurium de Montréal présentera en effet une exposition permanente de 28 espèces de dinosaures, dont 17 qui habitaient jadis le territoire canadien. Contrairement aux squelettes qu'abritent généralement les musées de paléontologie, les dinosaures montréalais se montreront au public « vêtus » de toute leur substance, authentiques jusqu'au bout des griffes. Ils seront même animés de mouvements qui les feront paraître aussi gaillards qu'il y a cent millions d'années. Ces animaux — vous l'avez deviné — seront des robots. Semblables à ceux qui, voilà quelques années, sont venus étonner les visiteurs du Jardin zoologique de Granby.

« Mais beaucoup, beaucoup plus perfectionnés », dit avec passion Michel Lafond, vice-président de cet étrange musée. « Si vous avez vu les dinosaures de Granby ou ceux qu'a montrés l'émission Découverte au début du mois de mars, vous ne reviendrez pas de la supériorité des pensionnaires du Dinausaurium, poursuit-il. Ceux que nous avons déjà vus ne sont que des robots de première génération. Les dinos du Dina seront les Mercedes

de la faune jurassico-crétacée, des robots de troisième génération dont la peau souple montrera les moindres tressaillements de leurs muscles, des bêtes que l'on verra, dans le décor fidèlement reconstitué de leur ère démesurée, se nourrir de fougères arborescentes, chasser des moustiques gros comme des dindons, respirer et même rugir.

Rugir ? « Nous avons dû, évidemment, ajouter de notre pro-



Le Dinausaurium installera ses pénates dans l'ancien pavillon du Québec d'Expo 67.

pre cru certains détails d'ambiance sur lesquels aucun paléontologue n'aura jamais la moindre idée », dit le biologiste Pierre Béland, directeur scientifique de l'Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent, qui agit à titre de conseiller scientifique pour l'implantation du Dinausaurium. « Comment, explique-t-il, pourrions-nous connaître la teinte exacte de la peau d'un brontosaurus, puisque personne n'a jamais retrouvé le



Les dinosaures ont la cote, surtout auprès des enfants. Le Dinausaurium compte leur en mettre plein la vue.

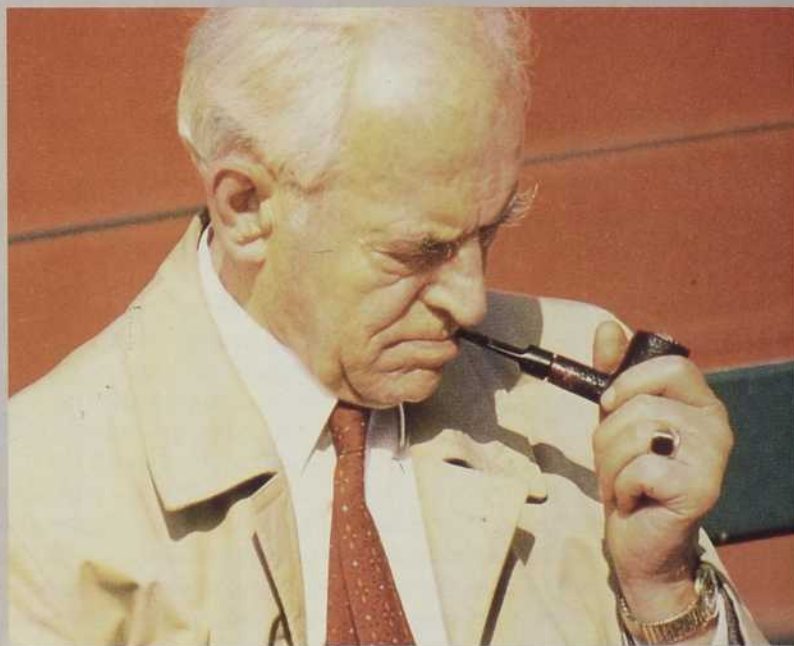
moindre fragment de peau de brontosaurus ? Les paléontologues ne s'entendent même pas encore pour savoir si la peau des dinosaures était lisse, comme celle des éléphants, ou couverte d'écailles, comme le sont les crocodiles. Même chose pour le parfum des fleurs. Tout ce qu'on a retrouvé de la flore du Secondaire, ce sont des forêts pétrifiées,

plaidoyer en faveur de son musée. L'aspect spectaculaire d'un troupeau de dinosaures gesticulant à côté du Casino de Montréal n'est pas nécessairement anti-scientifique. « C'est bien joli, des os, mais ça n'attire pas grand monde dans les musées, vous savez ! », dit Pierre Béland. D'ailleurs, les mouvements de foule que l'on a observés à Granby lors de la venue de l'exposition itinérante montrent bien à quel point les gens — et surtout les enfants — sont curieux d'admirer ces bestioles d'une autre ère.

D'ailleurs, à l'ombre de ces impressionnantes reproductions mécaniques, le Dinausaurium exposera aussi des collections de véritables spécimens, ni plus ni moins intéressants que ceux que l'on peut examiner au Smithsonian de Washington ou au Musée canadien de la nature, à Ottawa. Il y en aura donc pour tous les goûts et chacun y trouvera son compte, des amateurs de sensations fortes aux collectionneurs de fossiles. De toute manière, s'il servait uniquement à démontrer que Fred Caillou n'a jamais savouré de « bronto-burgers » pour la simple raison que les dinosaures se sont éteints plus de 60 millions d'années avant l'apparition de l'Homme, le Dinausaurium aurait rempli sa mission scientifique ! ●

## Mettez ça dans votre pipe !

**L**es fabricants de cigarettes haïssent Richard Doll. Cet épidémiologiste britannique a été le premier à établir un lien de cause à effet entre le tabagisme et le cancer du poumon. Il suit depuis 40 ans l'état de santé de 34 000 médecins. Âgé de 80 ans, Richard Doll vient de rendre public ses derniers résultats, qui confirment — avait-on besoin de preuves supplémentaires ? — que la cigarette tue. La moitié des gros fumeurs qui avaient 35 ans au début de l'étude sont morts avant d'atteindre 70 ans, contre le tiers des fumeurs moyens, et seulement un cinquième des non-fumeurs. Sur 200 gros fumeurs, à peine trois fêteront leur 90<sup>e</sup> anniversaire. Les chances des non-fumeurs d'atteindre 90 ans sont dix fois plus grandes. Autre argument pour écraser sa dernière cigarette : depuis deux décennies, les progrès de la médecine allongent sans cesse la vie des gens... qui ne fument pas. ●



## Faxez-moi tout ça!

**N**on, le télécopieur n'a pas été inventé pour les yuppies. Croyez-le ou non, le télécopieur a été breveté il y a 150 ans, le 27 mai 1843. Il a été inventé par Alexander Bain, un ingénieur écossais à qui l'on doit également la première horloge électrique. Évidemment, vous auriez difficilement pu brancher l'appareil original dans votre cellulaire. Il comportait, entre autres raffinements technologiques, une mâchoire de ruminant comme charnière, des tiges de bruyère comme ressorts et des plaques métalliques enfouies dans le sol comme batterie. Mais c'était bien un télécopieur !

L'appareil émetteur utilisait des caractères d'imprimerie en plomb que balayait un pendule. Chaque fois que l'extrémité du pendule touchait au métal, cela fermait un circuit électrique qui empruntait les fils du télégraphe — le téléphone ne sera inventé que 30 ans plus tard — pour alimenter un pendule semblable qui, dans l'appareil récepteur, se balançait sur du papier trempé dans le ferrocyanure de potassium. Lorsque le courant passait, il se produisait une réaction chimique qui noircissait le papier.

Les deux pendules devaient évidemment être parfaitement synchronisés, de même que les mécanismes d'horlogerie qui faisaient avancer ligne par ligne le texte original et le papier destiné à en recevoir la copie. La transmission était lente. Au point, d'ailleurs, que Bain n'exploita jamais son invention. Il perfectionna plutôt, en 1846, le télégraphe de Samuel Morse qui, une fois automatisé, arriva à transmettre jusqu'à 253 mots à la minute.

Le télécopieur est réapparu 20 ans plus tard, grâce à un religieux, l'abbé Caselli. Son service commercial de télécopie reliait Paris et Lyon. L'abbé, qui était également ingénieur, avait perfectionné l'invention de Bain. Son « pantélégraphe » n'utilisait plus les caractères d'imprimerie, mais fonctionnait plutôt

au moyen d'une plaque métallique sur laquelle l'expéditeur devait écrire son message à l'encre isolante. Le pantélégraphe avait l'avantage considérable de pouvoir transmettre des gravures et des dessins. Mais l'intérêt pour cette invention diminua rapidement et le service cessa dès 1870.

Le principal problème, à cette époque, résidait dans le fait qu'un document, pour être télécopié, devait être conçu en fonction de l'appareil. En 1906, le physicien allemand Arthur Korn mit au point le premier télécopieur capable de lire l'encre d'un document. Il remplaça également le très toxique papier au cyanure du récepteur par du simple papier photographique. Des moteurs électriques synchrones remplaçaient aussi les pendules, ce qui diminuait de beaucoup l'encombrement de l'appareil. Vers 1920, après de nombreux perfectionnements, l'appareil finit par s'imposer. Le bélinographe — c'est ainsi qu'on le nomma — permit aux principaux journaux du monde de s'échanger dessins et photographies. Au début des années 50, on commença à transmettre des cartes météorologiques.

Vers la même époque, la société allemande Magnavox mit sur le marché un télécopieur de bureau qui était assez perfectionné pour utiliser une ligne téléphonique ordinaire. De nombreux concurrents l'imitèrent, dont Xerox, mais aucun de ces appareils n'était compatible avec les autres. Devant cette tour de « Faxbel », le Comité consultatif international des téléphones et télégraphes, le fameux CCITT, commença au cours des années 60 à normaliser les paramètres de transmission. En 1968, les Européens pouvaient ainsi faxer en Amérique, mais les Américains ne pouvaient pas leur répondre. Une nouvelle norme, proposée en 1976, permettait à tous les appareils d'être compatibles, mais elle était si compliquée que personne ne l'adopta. Puis en 1980, tout le monde s'entendit pour adopter le protocole appelé « Groupe III », celui des télécopieurs numériques que l'on utilise aujourd'hui. ●

# Haro sur les déchets!



Attention, déchets ! Les municipalités de l'île de Montréal veulent rapatrier leurs déchets et construire un nouvel incinérateur équipé de la meilleure technologie anti-pollution. Quant aux propriétaires de dépotoirs, ils devront se mettre à la gestion écologique si le nouveau règlement sur les déchets solides est adopté à Québec.

Ces changements coûteront cher, et cela pourrait signifier des hausses de taxes municipales. Mais les écologistes soutiennent qu'il est grand temps d'augmenter le prix de l'élimination des déchets au Québec, l'un des plus bas en Amérique du Nord, pour qu'enfin la réduction à la source, le recyclage et le réemploi (les trois R) deviennent des alternatives intéressantes.

Tout le monde veut récupérer mais on ne s'entend pas sur la façon d'y arriver. Incinérer les déchets, c'est brûler des ressources récupérables, réutilisables ou recyclables. Mais une partie des déchets sera toujours impossible à valoriser. Il faudra l'enfouir ou l'incinérer. Le débat autour du projet d'incinérateur de la Régie intermunicipale de gestion des déchets sur l'île de Montréal (RIGDIM) se déroule dans ce contexte. La RIGDIM voudrait gérer ses déchets sur son territoire. L'incinération est donc pour elle un choix logique, car elle permet de réduire le volume des déchets, un facteur important sur l'île de Montréal où il n'y a qu'un site d'enfouissement : l'ancienne carrière Miron.

Les 27 municipalités de la RIGDIM y enfouissaient leurs déchets jusqu'au jour où Montréal a acquis le site. Le prix de la tonne de déchets a alors triplé (pour que le site soit géré de façon plus respectueuse de l'environnement) et la RIGDIM l'a déserté pour l'extérieur de l'île de Montréal, où l'enfouissement est moins coûteux. Il en sera ainsi jusqu'à l'ouverture de l'incinérateur à Montréal-Est, prévue pour 1995.

## Un nouveau règlement

La RIGDIM n'est pas la seule à agir ainsi. Toutes les municipalités du Québec veulent payer le moins cher possible pour enfouir leurs déchets, souvent au détriment de la protection de l'environnement.

S'il est adopté, le nouveau règlement sur les déchets solides du ministère québécois de l'Environnement imposera des normes identiques pour tous les exploitants de dépotoirs et d'incinérateurs. Les dépotoirs devront être équipés de systèmes de captage du lixiviat et du biogaz, et imperméabilisés à l'aide d'argile ou de géomembranes. Les cendres volantes des incinérateurs, plus toxiques, devront être séparées du mâchefer inoffensif et éliminées de façon sûre.

Malgré ces améliorations, des zones d'ombre subsistent. Qui financera la gestion des dépotoirs après leur fermeture ? Comment implanter de façon efficace la récupération et le recyclage des déchets domestiques, dont les débouchés sont maigres et qui constitue la façon la plus coûteuse de se débarrasser des déchets ?



# Le parc qui sortira d'un dépotoir

À Montréal, on veut transformer un dépotoir en parc. Un espace vert sous lequel 35 millions de tonnes de déchets seront sous surveillance pendant un siècle.

par Stéphane Gagné

**D**epuis l'acquisition de la carrière Miron par la ville de Montréal en 1988, ce dépotoir tristement célèbre a bien changé. Équipé des meilleures technologies de gestion environnementale, il est devenu beaucoup plus sécuritaire et moins polluant. La gestion « éco-responsable » du site, aujourd'hui renommé Centre de tri et d'élimination de Montréal (CTED), fait déjà l'envie de plusieurs pays dans le monde.

« J'accueille régulièrement des délégations d'Asie et d'Europe qui viennent à Montréal pour visiter nos installations, affirme Pierre D'Amour, chargé des communications au CTED. De plus, 3000 personnes les ont aussi visitées par intérêt pédagogique ou par curiosité ! »

Toute une réhabilitation pour un dépotoir qui a eu pendant longtemps si mauvaise presse. Plus de 70 millions de dollars d'investissements ont permis cette métamorphose. On brûle aujourd'hui la majeure partie du biogaz émis par le dépotoir, et les eaux contaminées sont récupérées et traitées. Enfin, on vérifie continuellement la qualité de l'eau ainsi que le déplacement du biogaz vers les habitations voisines.

Pour compléter la conversion de la carrière, on s'est mis au recyclage. Un centre de tri, géré par la firme Rebutis solides canadiens, récupère 75 000 tonnes de papier, verre, métal et carton par année. Dans l'aire de compostage, 2200 tonnes de feuilles et de plantes ramassées dans les parcs de la ville sont décomposées chaque année.

On construira dans quelques années une usine de traitement des eaux contaminées, une station d'élimination du biogaz, de même qu'une centrale qui produira de l'électricité à partir du biogaz.

Malgré toutes ces améliorations, tout n'est pas parfait. « Il y a parfois des problèmes d'odeurs désagréables pour les voisins du CTED », dit Pierre D'Amour, qui s'occupe



Chaque jour, les déchets sont recouverts de terre dans le dépotoir de l'ancienne Carrière Miron. Les camions vident leur benne dans un périmètre bien précis.

aussi des relations avec les résidants. « Cependant, les améliorations prévues au réseau de captage du biogaz devraient résoudre ce problème. »

## La métamorphose

C'est en 1989 que la Ville de Montréal confiait à plusieurs firmes d'ingénierie le mandat de transformer le site de l'ancienne carrière en espace vert. Une immense tâche attendait les ingénieurs, car la gestion devait être d'autant plus respectueuse de l'environnement que le site se trouve en pleine ville. Il a d'abord fallu remplacer le système de captage du biogaz, devenu inefficace. En effet, si on le laisse s'accumuler, le biogaz dégage des odeurs désagréables et peut même causer des explosions. Le biogaz est aussi un gaz à

effet de serre, vingt fois plus dommageable que le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>).

« Après avoir examiné différentes technologies de captage, nous avons opté pour un mariage entre les technologies américaine et suisse », affirme Jacques Dubois, ingénieur chez TecSult, une des firmes choisies. Pour l'ingénieur, cet hybride entre les deux technologies les plus performantes en fait l'un des systèmes les plus sûrs au monde.

Mais d'où provient ce mystérieux biogaz ? Tout comme les humains et les animaux produisent des gaz en digérant, la « digestion » de la matière organique par les micro-organismes du dépotoir produit du gaz. Les trois quarts des déchets sont de la matière organique : papiers et cartons, ordures ménagères, bois, bran de scie et surtout déchets de cuis-

ne. La chaleur, produite naturellement par la décomposition des déchets, et qui atteint parfois 35 °C, accélère le processus.

Un an après l'enfouissement des déchets, la production de biogaz commence. En effet, le méthane, principal constituant du biogaz, ne peut être produit qu'en l'absence d'oxygène (en phase anaérobie). Or les déchets récemment enfouis contiennent 20 % d'air. Ils dégagent du gaz carbonique, de l'azote et de l'hydrogène. Lorsque la phase anaérobie est atteinte, des bactéries « méthanogènes » commencent à se développer et libèrent du méthane et du gaz carbonique en digérant la matière organique. C'est ce qu'on appelle le biogaz.

Le dépotoir produira du biogaz pendant près d'un siècle, mais la majeure partie sera émise pendant les 15 années qui suivront l'enfouissement des déchets. Après 25 ans d'exploitation, l'ancienne carrière Miron est en pleine production de biogaz et les 243 puits de captage ne chôment pas !

### Éviter les explosions

Le captage du biogaz peut se faire de deux façons. On peut installer des tubulures au-des-

sus de chaque couche de déchets, à l'horizontale, ou forer des puits verticaux à travers la masse de déchets. L'ancien réseau de captage était fait de tubulures horizontales mais on l'a remplacé par des puits verticaux. « Ils captent le biogaz dans un rayon de 30 mètres, évitent que les tuyaux ne soient colmatés par l'eau, et résistent mieux aux effets du tassement des déchets », affirme Jacques Dubois.

Jacques Gagnon, le surintendant du CTED, est très fier de la performance du réseau. « Les tuyaux de captage sont en plastique souple et flexible, qui résiste au fléchissement, dit-il. Mais ils peuvent tout de même se briser si la pression est trop forte. Grâce à la configuration du réseau, nous pouvons isoler une zone où il y aurait eu un bris, tout en poursuivant le captage ailleurs. »

Un puits de captage, c'est un tuyau perforé de 15 centimètres de diamètre, enfoncé aux deux tiers de la profondeur du dépotoir. Autour du tuyau, du gravier facilite le captage du biogaz, qui est ensuite aspiré, puis brûlé. On réserve 5 % du biogaz pour chauffer les bâtiments du CTED.

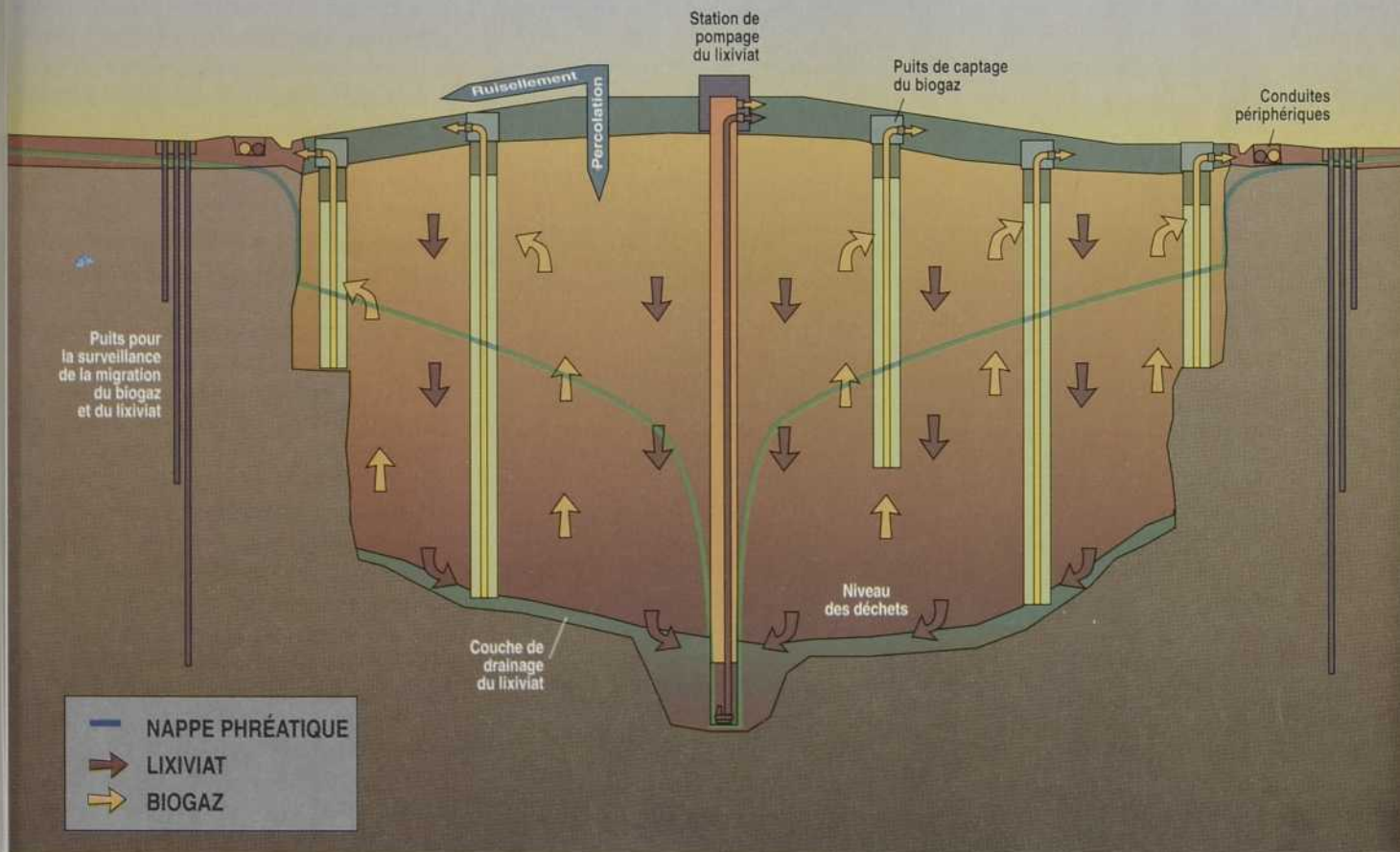
« Vers 1994, on installera des torchères à flamme invisible, dont l'efficacité de combus-

tion atteint 99,9 % », affirme Jacques Dubois. Le biogaz y brûle à 1000 °C, ce qui détruit une grande partie des composés organiques volatils (COV) qui, même s'ils sont très peu abondants, sont responsables des mauvaises odeurs. Certaines de ces substances sont soupçonnées d'être cancérigènes. Actuellement, l'efficacité de combustion atteint 95 %. Une étude commandée par la Communauté urbaine de Montréal (CUM) révèle que l'air du site contient six fois moins de dioxines ni de furannes que la norme actuellement en vigueur en Ontario.

En bordure du dépotoir, on capte le biogaz qui pourrait se diriger vers les habitations adjacentes au site. Les puits y sont plus rapprochés qu'à l'intérieur, de façon à capter le maximum de biogaz. On a pourtant déjà détecté du biogaz hors du site. « Mais jamais la quantité de biogaz dans l'air ambiant des sous-sols n'a dépassé les normes », soutient André Campeau, chef de division du Laboratoire du service des Travaux publics de la Ville de Montréal.

Aussi, le rythme d'échantillonnage du biogaz autour du site a grandement diminué. En 1992, le Laboratoire a inspecté 1800 maisons

## Les installations de captage et de surveillance de l'ancienne carrière Miron



et édifices commerciaux dans un rayon de 500 mètres autour du site. « La plus haute teneur mesurée était très en deçà de la limite inférieure d'explosibilité », dit André Campeau. Malgré cela, les problèmes d'odeurs persistent.

Depuis l'installation, en avril 1992, de deux compresseurs — d'immenses aspirateurs à gaz — la migration du biogaz hors du site a beaucoup diminué. On en recueille actuellement 70 %, six fois plus qu'en 1988, lorsque la ville a pris possession des installations. Lorsque les puits seront tous installés et le recouvrement final complété, on en captera plus de 90 %.

Le biogaz est-il dangereux pour la santé ? C'est ce qu'une étude menée par le Département de santé communautaire (DSC) de l'hôpital Sacré-Coeur essaie de déterminer. « Ce n'est pas simple, affirme Louis Drouin, directeur par intérim du DSC Sacré-Coeur, car cela n'a jamais été fait au Canada. Cependant, nous collaborons avec des Américains qui réalisent une étude semblable. » D'après des résultats préliminaires, les émissions du CTED ne serait pas plus nocives que celles de l'autoroute Métropolitaine, à proximité, qui ne suscite pas trop d'inquiétudes.

### Le bouillon des déchets

En plus du biogaz, le dépotoir produit aussi du lixiviat, c'est-à-dire de l'eau contaminée par son passage dans les déchets. Au CTED, elle est pompée à partir du point le plus bas de la carrière, puis on la traite au peroxyde d'hydrogène, de façon à réduire son contenu en sulfure et en phénol. On la rejette ensuite à l'égout en s'assurant au préalable qu'elle respecte les normes de la CUM. Un deuxième traitement, à l'usine d'épuration de la CUM,



On vérifie régulièrement les puits de captage du biogaz.

en retire les métaux lourds.

Le lixiviat est pompé à une profondeur de 70 mètres, soit une dizaine de mètres sous le plancher des déchets. « L'eau tombe au fond du site plutôt que de se diffuser vers l'extérieur, dit Jacques Dubois. Cela évite de contaminer la nappe phréatique, qui couvre tout le territoire de l'île de Montréal. » Du lixiviat pourrait s'échapper de la « cuve » que forme le dépotoir, mais les détecteurs installés à une dizaine de mètres autour du site n'en ont jamais détecté.

### Santé et sécurité

Toutes ces opérations sont supervisées par le Laboratoire du service des Travaux publics de la Ville de Montréal, qui prend chaque jour des échantillons d'air, de biogaz, d'eau souterraine et de lixiviat. Une vingtaine de stations d'échantillonnage mesurent les taux de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), d'oxygène, de méthane, de monoxyde de carbone (CO) et de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) dans l'air du site. « Si les taux sont trop élevés, on recommande la fermeture de la carrière », dit André Campeau. Ces conditions propices aux explosions se produisent rarement : moins de dix fois par année, surtout lors de conditions météorologiques particulières.

Sept puits de surveillance mesurent actuellement les déplacements du biogaz et du lixiviat, ainsi que la qualité de l'eau souterraine. On prévoit en ajouter 20 l'été prochain.

Le projet le plus spectaculaire du CTED est sans doute l'usine de production d'électricité dont les turbines seront actionnées par la vapeur produite en chauffant de l'eau par combustion du biogaz. L'usine fournira 25 mégawatts d'électricité, de quoi alimenter 8200 maisons. On prévoit qu'elle alimentera en électricité les quartiers Saint-Michel et Ahuntsic de Montréal, ou l'équivalent des trois-quarts de la Ville d'Anjou. « L'usine utilisera plus de la moitié de la production de biogaz, dit Jacques Gagnon. Le reste continuera à être brûlé par les torchères. Sa durée de vie sera de vingt ans. Après cette période, le biogaz ne sera plus produit en quantité suffisante. Il sera donc uniquement brûlé. »

Autre projet majeur : la construction d'une usine permanente de traitement du lixiviat, que le dépotoir exsuderait pendant encore au moins un siècle !

## La métamorphose de la Carrière Miron

De 1925 à 1987, la carrière Miron a été exploitée comme source de calcaire. En 1968, la compagnie Miron, qui fabriquait du ciment, obtenait un permis du ministère des Affaires municipales pour y enfouir des déchets municipaux à des fins lucratives. Durant dix ans, de 1968 à 1978, la carrière a été un dépotoir où tout était accepté. L'adoption du règlement sur les déchets solides en 1978, a éliminé l'enfouissement des produits considérés comme déchets dangereux. Cinq ans plus tard, Miron commençait à récupérer le biogaz dans les plus vieilles zones d'enfouissement, pour chauffer ses installations. En 1988, la Ville de Montréal acquiert la carrière Miron et démolit une partie des installations, dont la cimenterie. À l'époque, on ne récupérait que 10 % du biogaz. La situation est bien différente aujourd'hui.

« Aucune loi ou règlement n'obligeait Montréal à faire ce qu'elle a fait à l'ancienne carrière Miron, dit Pierre D'Amour. Mais la présence du dépotoir en pleine ville et les risques potentiels qu'il occasionne pour la santé des citoyens vivant à proximité nécessitaient une intervention majeure. » Un seul autre site au Québec possède de telles installations de captage : la carrière Meloche à Kirkland, en banlieue ouest de Montréal. Quant à la collecte des eaux de lixiviation, elle n'est pratiquée que dans cinq des 75 autres sites d'enfouissement au Québec. Cette situation pourrait cependant changer avec l'adoption prochaine d'amendements au règlement sur les déchets solides du ministère de l'Environnement du Québec. Le nouveau règlement obligerait les exploitants à capter le biogaz et les eaux de lixiviation de leurs sites d'enfouissement.

### Et le parc ?

Quand les Montréalais pourront-ils prendre possession du site, sous forme d'espace vert ? « Tout dépend du scénario de fermeture, pour lequel SNC-Lavalin étudie différentes possibilités », dit Jacques Gagnon. Il faut décider à quelle hauteur on cessera d'enfouir les déchets et quel type de recouvrement final utiliser, couche d'argile ou géomembrane (voir l'article en page 27). Ce recouvrement imperméabilisera le site, empêchant l'eau d'y percoler et de produire du lixiviat, et emprisonnera le biogaz, qui ne pourra plus s'échapper dans l'atmosphère.

« On n'exclut pas la possibilité d'aménager une partie du site en parc alors que l'autre serait encore utilisée pour l'enfouissement », ajoute Jacques Gagnon. Les habitants du quartier « profiteraient » ainsi plus rapidement leur dépotoir-parc. Ah... la nature ! ●

## Incinération

# Déchets chauffés à blanc

L'île de Montréal pourrait héberger le plus gros incinérateur en Amérique du Nord. De la haute technologie anti-pollution. Mais est-ce une façon de balayer les déchets sous le tapis ?

par Stéphane Gagné

L'incinération des déchets est controversée. Ses partisans affirment qu'elle réduit la quantité de déchets, qu'elle augmente la durée de vie des dépotaires et qu'elle pollue moins que l'enfouissement. Ses adversaires disent qu'elle pollue et surtout qu'elle empêche la gestion écologique des déchets (les fameux trois R : réduction à la source, réemploi et recyclage).

Si l'incinération n'est pas un mode d'élimination idéal, force est de constater qu'elle n'est plus qu'elle était. L'incinérateur proposé par la Régie intermunicipale de gestion des déchets de l'île de Montréal (RIGDIM) utilise la technologie américaine de la firme Foster Wheeler, munie de nombreux systèmes anti-pollution qui réduisent les rejets atmosphériques de substances polluantes à moins de 0,05 % du total des émissions.

Pour le projet RIGDIM, les ingénieurs ont choisi les normes les plus sévères entre celles du Conseil canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) et celles du *South Coast Air Quality Management District* de Californie (SCAQMD). « Nous avons même modifié le projet initial de Foster Wheeler pour qu'il soit conforme à certaines normes encore plus sévères que celles du CCME et du SCAQMD », affirme Serge Lavergne, ingénieur et l'un des auteurs de l'étude d'impact sur le projet de la RIGDIM, réalisé par la firme Tecult.

Tous les déchets ne seront pas brûlés car en plus de l'incinérateur, on prévoit un centre de tri des matières recyclables et un centre de compostage. Mais la plus grande partie de l'investissement ira à la construction de l'incinérateur à Montréal-Est (268 millions \$) et non aux trois R, protestent les écologistes. D'autant plus que les coûts d'opération seront de 18 milliards \$ par année, quelle que soit la quantité de déchets incinérés. Pas vraiment un encouragement à investir des sommes supplémentaires pour la



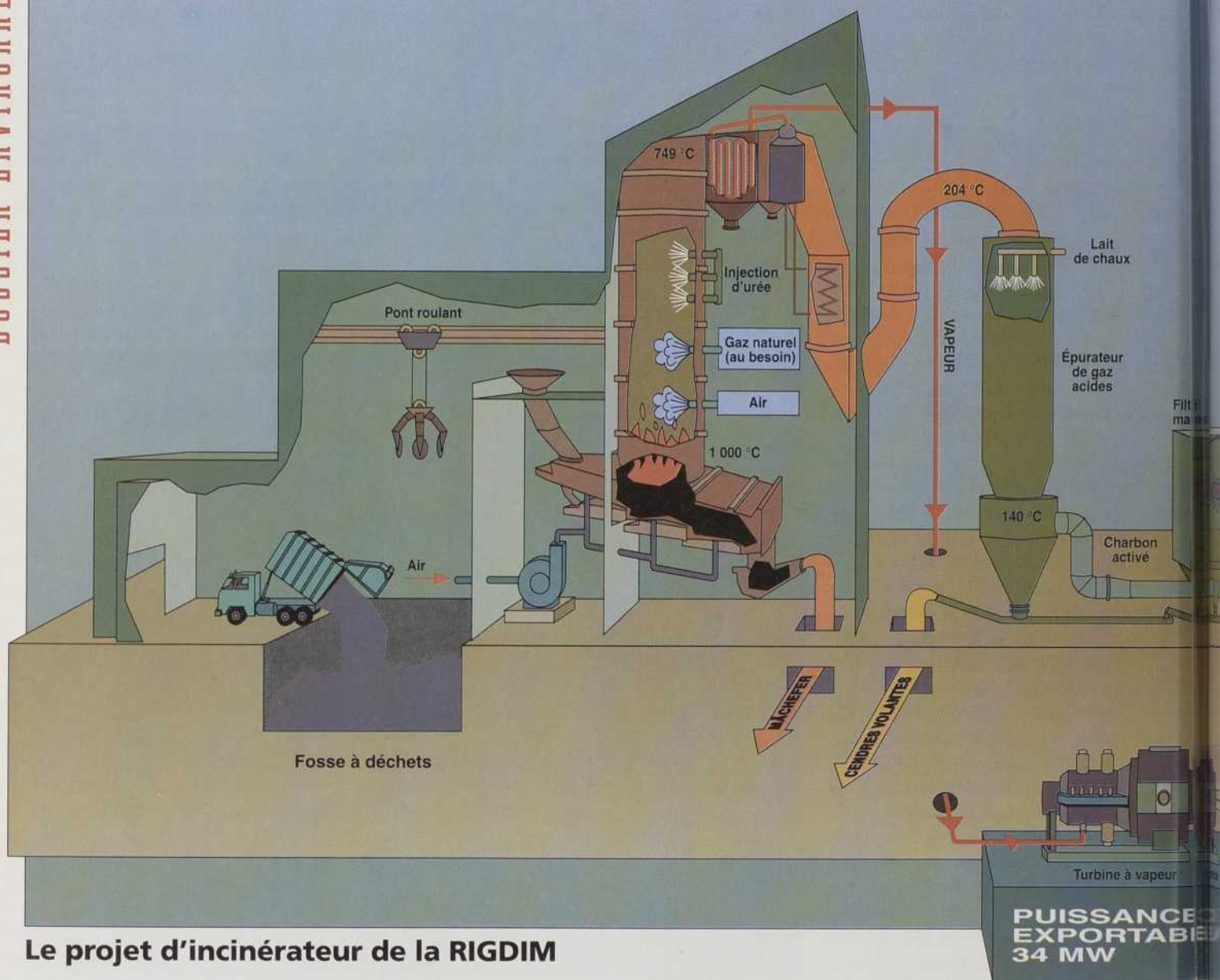
Les polluants qui s'échappent des cheminées des incinérateurs s'ajoutent à la pollution ambiante.

recupération ! Il faut dire que l'incinérateur est un équipement de haute technologie coûteux à construire, ce qui n'est pas le cas d'un centre de tri. Les toutes dernières trouvailles technologiques sont bien représentées dans cet incinérateur conçu pour brûler annuellement jusqu'à 413 000 tonnes de déchets domestiques provenant des 750 000 habitants des 27 municipalités de l'île de Montréal (excluant Montréal).

Insulaires, voici donc comment votre sac vert sera réduit en cendres. La majeure partie des déchets se rendra à l'incinérateur... en train. C'est à Saint-Laurent qu'on videra les camions d'ordures des secteurs ouest et centre de l'île (où vit 70 % de la population) pour charger leur contenu dans des wagons

de train. « On veut réduire les effets nuisibles du camionnage sur la circulation routière, mais aussi sur le bruit et la pollution de l'air », affirme Serge Lavergne. Les ordures de l'est de l'île se rendront au site en camion.

Les déchets seront déchargés dans une fosse à déchets qui contient l'équivalent de la production de déchets de 2,5 jours. Un gigantesque grappin monté sur un pont roulant se chargera de les prendre pour les mettre dans l'un des deux fours. Là, ils seront brûlés sur une grille qui les brassera sans cesse, de façon à ce que les trois étapes de la combustion soient complétées : séchage, combustion à plus de 1000 °C pendant une heure, puis réduction en cendres. Un ventila-



## Le projet d'incinérateur de la RIGDIM

teur assure un apport d'air constant sur toute la grille pour que les déchets brûlent bien.

« L'oxygène ( $O_2$ ) injecté à la matière organique (C) présente dans les déchets forme ainsi le gaz carbonique ( $CO_2$ ), ce gaz à la base de tous les processus de photosynthèse », dit Serge Lavergne, dont la thèse de maîtrise portait sur l'incinération et le développement durable, une association pour le moins inusitée... Photosynthèse peut-être, mais le  $CO_2$  est quand même un gaz à effet de serre !

L'incinération laisse deux types de cendres : les cendres de grille ou mâchefer, et les cendres volantes. Le mâchefer, qui n'est pas toxique, en forme la plus grande partie (90 %). On l'entreposera dans un bâtiment avant de l'enfouir dans la carrière Demix, attenante au site, qui reçoit déjà les cendres ré-

sultant de l'incinération des boues d'épuration de la Communauté urbaine de Montréal.

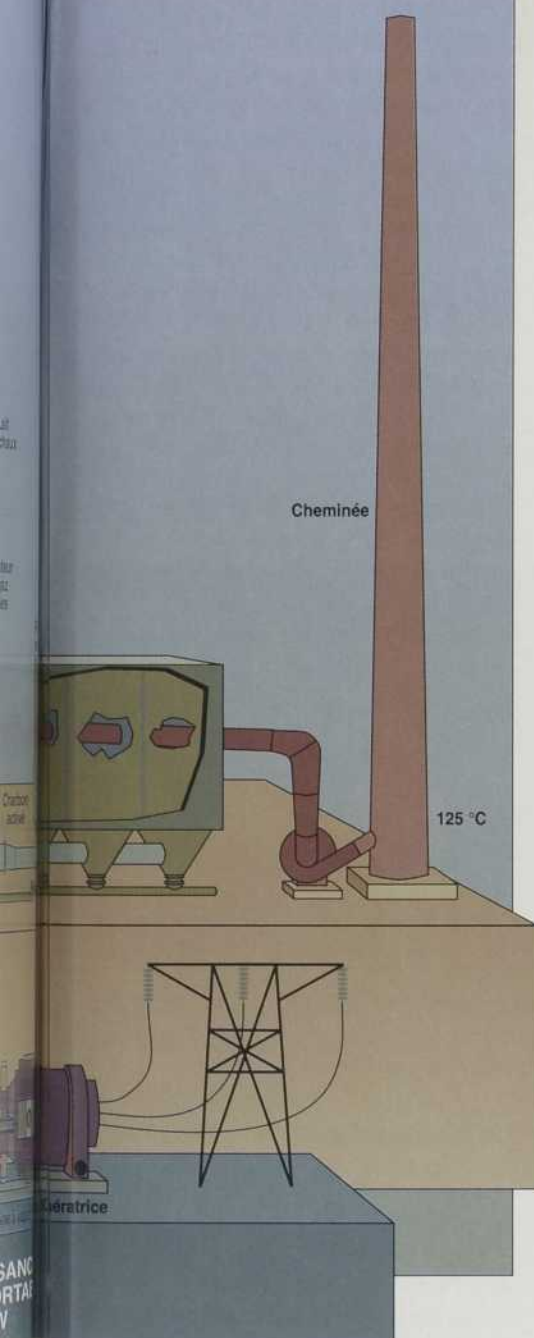
Les cendres volantes sont hautement toxiques. Elles contiennent des métaux lourds volatils : surtout du plomb, du zinc, du cadmium et du nickel. L'ingestion de ces métaux peut être néfaste à la santé humaine, contrairement à d'autres métaux comme le fer ou le manganèse, essentiels à l'organisme.

Les cendres volantes seront séparées du mâchefer à l'incinérateur de la RIGDIM. On analysera leur contenu et, le cas échéant, on les traitera comme des déchets toxiques. À l'incinérateur Des Carrières, qui brûle actuellement les déchets de la Ville de Montréal, on ne sépare pas les deux types de cendres. Tout est enfoui ensemble à Rivière-des-Prairies.

## Des systèmes anti-pollution

La combustion des déchets dégage des gaz et des particules en suspension. Les gaz sont surtout composés d'eau, d'oxygène et de gaz carbonique. Le reste comprend des métaux lourds, du mercure sous forme de vapeur, des gaz acides (anhydride sulfureux et acide chlorhydrique) et des sous-produits de combustion (monoxyde de carbone et oxydes d'azote). Des dioxines et des furannes sont aussi relâchés. Le défi des ingénieurs consiste à retenir tous ces polluants pour éviter leur dispersion dans l'atmosphère.

Toutes ces particules et ces gaz seront propulsés vers le haut, dans une chambre de combustion. Dans cette chambre, on injecte à nouveau de l'air pour aider à la combus-



pecter la norme du SCAQMD, affirme Serge Lavergne. L'injection d'urée augmentera cependant les émissions de monoxyde de carbone (CO) de moitié. Toutefois, nous nous situerons encore au-delà des normes de rejets européennes pour ce gaz. »

Les gaz passent ensuite par un autre système anti-pollution, qui utilise le lait de chaux pour neutraliser les gaz acides : anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>), acide chlorhydrique (HCl) et acide fluorhydrique (HF). « La réaction du lait de chaux et des gaz formera des sels inoffensifs, notamment du chlorure de calcium, utilisé pour le déglacage des rues », dit Serge Lavergne.

C'est à cette étape que l'on commence à recueillir les cendres volantes. À 1000 °C, dans la chambre de combustion, les métaux lourds étaient présents sous forme de vapeur. Après le passage dans l'épurateur de gaz acides, la température plus froide les fait « précipiter », c'est-à-dire qu'ils prennent la forme de particules, et sont donc plus faciles à récupérer.

Mais avant de les recueillir, on leur fait subir un traitement d'une importance cruciale. On injecte des particules de charbon activé dans les gaz. Les composés organiques volatils (COV), les dioxines, les furannes et les métaux lourds, comme le mercu-

re, se collent aux particules de charbon activé, ce qui les empêche de s'échapper dans l'atmosphère.

Les gaz passent ensuite au travers de filtres à manches. Ceux-ci, semblables à des sacs d'aspirateurs, se chargent de retenir les cendres volantes qui n'ont pas été adsorbées sur le charbon. Plus de 5 000 sacs d'une hauteur de plus de quatre mètres recueillent les cendres volantes sur leurs parois. De l'air soufflé dans les sacs fait tomber les cendres sur un convoyeur.

Enfin, les gaz seront évacués par la cheminée de 90 mètres de haut. À mi-hauteur, on effectuera en continu la mesure des gaz et des particules. Si les systèmes anti-pollution fonctionnent bien, la fumée devrait être composée de gaz carbonique, de vapeur d'eau, d'oxygène et d'azote à 99,95 %. Le monoxyde de carbone, l'oxyde de soufre, les oxydes d'azote, les particules et gaz acides ne devraient pas dépasser 0,05 %. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines et furannes, les métaux lourds ainsi que les autres organo-chlorés ne devraient être présents qu'à 0,002 %.

C'est une grande amélioration par rapport aux rejets de l'incinérateur Des Carrières. « Avec nos filtres, nous enlevons 90 % des particules, mais nous sommes faibles sur

tion des substances qui n'ont pas brûlé (elles représentent jusqu'à 5 % des cendres). On injecte aussi du gaz naturel pour maintenir la température à 1000 °C pendant une seconde. À cette température, les déchets plus humides, comme le gazon et certains polluants (phénols, soufre, etc.), sont brûlés. À l'incinérateur Des Carrières, cette étape est absente.

C'est plus haut dans la chambre de combustion que le premier système anti-pollution fait son apparition. Son rôle : réduire les concentrations d'oxydes d'azote (NOx), qui composent le smog urbain et qui sont en partie responsables des pluies acides. L'injection d'urée les transformera en azote et en eau. « Cette opération réduira les émissions de NOx de 50 à 60 %, de façon à res-

**P**ar ses solutions innovatrices et efficaces, ADS Environnement contribue à la sauvegarde de notre milieu et de l'héritage naturel à léguer aux générations futures.

**N**otre expertise environnementale englobe principalement les domaines suivants:

- Génie de l'environnement
- Études techniques et biophysiques
- Sciences de la terre
- Restauration
- Évaluation environnementale
- Recherche et développement

# ADS

GRUPE-CONSEIL INC.  
ENVIRONNEMENT

2155, rue Guy, bureau 1200  
Montréal (Québec) H3H 2R9  
Téléphone: (514) 932-4454  
Télécopieur: (514) 932-1518

1220 boulevard Lebourgneuf  
Québec (Québec) G2K 2G4  
Téléphone: (418) 626-1688  
Télécopieur: (418) 626-5464

plusieurs autres aspects, avoue Henri Bonneil, surintendant de l'incinérateur Des Carrières. Par exemple, nous rejetons neuf fois plus de dioxines et de furannes que ce qui est prévu pour l'incinérateur de la RIGDIM, et dix fois plus d'acide chlorhydrique (HCl). »

Les risques pour la santé liés au seul incinérateur sont minimes, selon Gaétan Carrier, toxicologue au Département de santé communautaire (DSC) Hochelaga-Maisonneuve, et auteur d'une étude sur la toxicité des rejets de l'incinérateur Des Carrières. « Tous les polluants recensés dans les fumées sont déjà présents dans notre environnement, soutient-il. Il est impossible aujourd'hui d'éviter d'ingérer une partie de ces contaminants. »

Le problème, c'est la multiplication des sources de rejets polluants. Chaque nouvelle source de pollution ajoute au bruit ambiant, même si individuellement ses émissions sont inférieures aux normes. La présence de deux incinérateurs sur l'île de Montréal aurait donc pu constituer un problème pour la santé publique. En fait, lors de l'ouverture prévue de l'incinérateur de Montréal-Est, en 1995, l'incinérateur Des Carrières sera fermé. « Les risques de cancer, pour l'individu le plus exposé aux émissions de l'incinérateur de la RIGDIM, sont inférieurs à un par million pour une période de 70 ans », affirme le toxicologue Jacques Normandeau du DSC Saint-Jérôme, et auteur de l'évaluation des risques sur la santé de l'incinérateur de la RIGDIM. Il soutient même que le risque réel est inférieur à celui qui a été calculé, pour des raisons de sécurité.



L'incinération se fera-t-elle au détriment de la récupération et du recyclage ?

### Et les trois R ?

La pollution n'est cependant qu'une partie du problème. D'autres aspects de l'incinération agacent. Entre autres, ce mode d'élimination est un frein aux trois R. Un incinérateur a besoin de matières combustibles pour brûler la part importante de matières organiques humides présentes dans les déchets, disent-ils. Or, ces matières combustibles sont principalement composées de biens recyclables (papier, cartons et plastiques).

« Il n'y a pas de contradiction entre l'inci-

nération et le recyclage, dit Guy Racine, directeur général de la RIGDIM. Les deux peuvent très bien aller de pair. » Il cite le cas du Minnesota. « Dans chacune des villes de cet État où il y a des incinérateurs, le taux de récupération est le plus élevé », dit-il.

« De plus, l'incinérateur ne peut pas arriver à brûler tous les déchets produits sur le territoire de la RIGDIM, ajoute-t-il. Les déchets non incinérés seront donc récupérés. Nous n'aurons pas le choix. » La tarification favorisera aussi la récupération. Il coûtera plus cher de brûler une tonne de déchets que de la récupérer. Une des façons de s'y prendre consistera à taxer les déchets au poids. « Un projet-pilote à Westmount, prévu pour la fin 1993, permettra d'en faire l'expérience, dit Guy Racine. Lors du ramassage des déchets destinés à l'incinération, on les pèsera et les résidants recevront la facture tous les mois. » Mais pourra-t-on appliquer cette tarification à l'ensemble du territoire ?

Autre problème : la toxicité des cendres volantes augmentera. « Cela est vrai et bien ainsi, affirme Serge Lavergne. Il vaut mieux avoir des cendres plus toxiques qu'on peut gérer que des cendres dispersées dans l'atmosphère. Plus leur concentration en métaux lourds sera importante, plus il sera intéressant de les valoriser. » À ce propos, une équipe de l'INRS-Eau vient de commencer à étudier comment les métaux lourds pourraient être récupérés des cendres volantes. En attendant, les cendres seront traitées comme des déchets dangereux.

Enfin, un incinérateur est un équipement très coûteux à implanter : 268 millions de dollars pour une durée de vie de 25 ans. Les coûts d'opération sont aussi très élevés : 10 millions de dollars par année pour l'incinérateur de la RIGDIM. L'argent investi dans l'incinération ne sert pas à mettre en œuvre des programmes de récupération, disent les écologistes. Si on investissait plus dans les trois R, l'objectif de récupération de la Régie, fixé à 50 % pour l'an 2000, pourrait être beaucoup plus élevé.

On se préoccupe quand même beaucoup de récupération sur le site même. La chaleur des gaz servira à produire de la vapeur d'eau, laquelle actionnera une turbine, produisant 41 mégawatts (MW) d'électricité. Sept MW serviront à l'alimentation de l'incinérateur et du centre de tri. Les 34 MW supplémentaires pourront alimenter 12 000 foyers et seront vendus à Hydro-Québec.

Le projet de RIGDIM est aussi économe en eau : il en consomme six fois moins que l'incinérateur Des Carrières. Une partie des 550 mètres cubes d'eau que l'incinérateur utilisera chaque jour proviendra de la récupération de l'eau de ruissellement sur le site. ●



L'incinérateur de la RIGDIM sera assorti d'un centre de tri.

# Des déchets sous enveloppe

Aujourd'hui, même les dépotoirs sont emballés ! De plus en plus souvent, on les tapisse de membranes synthétiques, de façon à empêcher les eaux contaminées de s'en échapper.

par Stéphane Gagné



**E**n plus d'emballer nos trop nombreux emballages dans des sacs verts, c'est maintenant le dépotoir entier qu'on met sous enveloppe. Des membranes géosynthétiques imperméables tapissent de plus en plus souvent le fond des dépotoirs nord-américains. Elles sont souvent accompagnées de systèmes de récupération du lixiviat, ce liquide de couleur café au lait et à l'arôme... indéfinissable qui s'écoule lentement à travers les déchets. En 1991, plus de 50 millions de mètres carrés de géomembranes ont été déroulés sur notre continent, la moitié sur les pentes des dépotoirs. La superficie couverte augmente de 20 % par année depuis le milieu des années 80. Un marché en plein expansion, et une nouvelle façon de concevoir les sites d'enfouissement sanitaire.

Au Québec, les géomembranes sont sur-

tout utilisées dans des sites industriels. Mais un projet de règlement sur les déchets solides du ministère de l'Environnement du Québec pourrait bientôt obliger des propriétaires de dépotoirs à les utiliser. Certains ont pris les devants. Ainsi, la firme Laidlaw s'appête à investir une dizaine de millions de dollars dans la conception d'un méga-site d'enfouissement, près de Magog, en Estrie, équipé d'une géomembrane et d'un système de récupération du lixiviat. La firme *Waste Management International* prévoit faire de même pour son site de Saint-Étienne-des-Grès, près de Trois-Rivières, et il existerait un autre projet à Lachute, dans les Laurentides.

## Les dépotoirs des années 90

Comment sont conçus ces nouveaux sites d'enfouissement ? L'imperméabilité du sol est le principal critère considéré dans le

On utilise aujourd'hui des géomembranes pour confiner au dépotoir les émanations des déchets.

choix du site. Les fonds argileux sont donc les plus recherchés. « Mais il ne faut pas se leurrer, l'imperméabilité absolue n'existe pas », dit André Rollin, professeur à l'École Polytechnique de Montréal dont l'expertise sur les géomembranes est reconnue mondialement.

Une argile épaisse et suffisamment imperméable réduit les risques de contamination du sol et de la nappe phréatique. « Dans ce cas, on peut enfouir sans installer de géomembrane », croit Serge Lavergne, ingénieur chez Tecslut, une firme d'ingénierie spécialisée dans les déchets. Un simple système de récupération et de traitement du lixiviat est alors suffisant.

« Hélas, les bons sites argileux et bien drainés ne sont souvent pas disponibles », dit André Rollin. Dans ces cas, l'installation d'une géomembrane s'impose, comme à Magog, Lachute et Saint-Étienne-des-Grès.

Les géomembranes servent à optimiser l'étanchéité d'un site. « C'est le principe du conteneur, dit André Rollin. Avec un double fond imperméable et un recouvrement sur le dessus, également imperméable, on confine les déchets et leurs polluants en un seul lieu. On évite ainsi leur dispersion dans la nature. »

En Amérique du Nord, les géomembranes et les géocomposites sont les plus utilisées. Les géocomposites sont des membranes qui utilisent la bentonite, une argile traitée, comme imperméabilisant, alors que la partie textile laisse passer les liquides.

« Il y a mieux pour les sites d'enfouissement », assure André Rollin. Il sort alors un gros catalogue. Des centaines de géomembranes différentes y sont répertoriées : en chlorure de polyvinyle (pvc), en polyéthylène haute, moyenne et basse densité, en élastomère, en bitume et en mélange bitume/élastomère. « Pour les sites d'enfouissement, les meilleures sont sans contredit les membranes de polyéthylène haute densité (P.E.H.D.), affirme-t-il. Ce plastique résiste



Après la pose de la géomembrane, on vérifie les joints centimètre par centimètre.

à toutes les agressions chimiques. »

Une fois la membrane bien installée, on entreprend une opération fastidieuse où il faut entre autres vérifier centimètre par centimètre tous les joints entre les différentes sections. Ensuite, on installe un drain de captage du lixiviat par-dessus. Dans certains sites d'enfouissement aux sols très perméables, on ajoute une seconde membrane et un deuxième réseau de captage du lixiviat.

Après des années d'enfouissement, on procédera au recouvrement final du site. Pour ce faire, on utilisera aussi une géomembrane ou une géocomposite et on complétera le réseau de captage du biogaz.

### Une méthode controversée

L'efficacité et le bien fondé de cette technologie ne font cependant pas l'unanimité. Michel Ledoux, un ingénieur en génie chimique de l'Université de Sherbrooke, n'est pas convaincu de ses vertus. « Bien qu'elle soit chimiquement très résistante, la géomembrane P.E.H.D. est fragile en présence de certains solvants, alcools, huiles ou acides », dit-il. Ainsi, le tétrachlorure de carbone, un solvant utilisé dans le nettoyage à sec, attaquerait la membrane. « En laboratoire, 80 % de cette substance traverse la membrane en un an », dit Michel Ledoux, qui affirme aussi qu'une longue exposition à l'acide acétique du vinaigre, à la teinture d'iode, à certains alcools et huiles, à la térébenthine pourrait percer la membrane.

D'après lui, on devrait trier les déchets à

la source de façon à retirer les déchets domestiques dangereux (DDD), nocifs pour la membrane P.E.H.D.

Pour André Rollin, ce sont les bouts de métal et autres objets pointus qui sont le principal danger pour la membrane. « Les produits toxiques contenus dans les DDD sont dilués dans la masse des déchets, dit-il. De plus, les géomembranes P.E.H.D. sont utilisés avec efficacité dans le confinement des déchets industriels, dont le lixiviat est beaucoup plus toxique que celui des dépotoirs de déchets domestiques. » Mais les dépotoirs produisent du lixiviat pendant près d'un siècle. Comment prévoir le comportement des géomembranes à la fin de cette période ?

Pour Michel Ledoux, les méga-sites équipées de géomembranes nuisent aux efforts de récupération et de recyclage. « Les grosses compagnies qui investissent des millions de dollars dans la création de méga-sites veulent bien sûr rentabiliser leur projet. Elles acceptent donc le plus de déchets possible. »

Il s'en prend, entre autres, au projet de Laidlaw, près de Magog. « En investissant une dizaine de millions de dollars pour la conception d'un méga-site, Laidlaw nuira à la rentabilité du projet de centre de tri de Sherbrooke, dit-il. La compétition est déloyale puisque le recyclage coûte plus cher que l'enfouissement. Le site de Laidlaw exercera donc un attrait pour toutes les municipalités de la région et découragera tout effort de recyclage. » ●



Technitrol • Eco Inc.  
MONTREAL • TORONTO • VANCOUVER

- Vérifications environnementales
- Études d'impacts
- Caractérisation de sites
- Enlèvement de réservoirs souterrains
- Gestion des déchets
- Étude de la qualité de l'air
- Échantillonnage de cheminées
- Écotoxicologie
- Laboratoires accrédités

121, boul. Hymus, Pointe-Claire (Québec) H9R 1E6  
Tél. : (514) 697-3273 Fax : (514) 697-2090

# Les écologistes font RRR

La formule des trois R (récupération, réemploi, recyclage) demande de la vigilance, du temps et de la main-d'œuvre, mais c'est la façon de gérer les déchets la plus compatible avec la notion de développement durable.

par Stéphane Gagné

## La collecte sélective

Depuis quatre ans, la collecte sélective connaît un essor fulgurant au Québec. En 1989, elle n'était accessible qu'à 5 % de la population. Cette année, la moitié des Québécois pourront trier leurs déchets... s'ils le veulent !

Partout où elle est adoptée, la collecte sélective suscite l'adhésion de plus de 60 % des citoyens. Pourtant, les récoltes sont maigres. Ainsi, en 1992, dans le territoire de la Régie intermunicipale de gestion des déchets de l'île de Montréal (RIGDIM), qui regroupe 26 municipalités sur l'île de Montréal, on ne recueillait chaque mois que 12 kilogrammes de déchets par foyer en moyenne. En 1991, seulement 1,5 % de tous les déchets produits au Québec ont été récupérés, surtout le papier, le carton, le verre, le métal et le plastique.

La collecte sélective coûte cher, surtout quand les récoltes sont maigres. À la RIGDIM, les contrats de collecte, de tri et de récupération sont payés selon le nombre de foyers desservis, quel que soit le tonnage. Moins on en ramasse, plus c'est payant pour l'entrepreneur ! Autre problème : plusieurs matières recyclables n'ont que peu de débouchés et les prix offerts sont souvent décourageants.

## Le compostage

Les déchets de table et autres matières organiques sont exclus de la collecte sélective. La Ville de Montréal a distribué à ses citoyens près de 6400 composteurs, qui l'an dernier ont transformé 1135 tonnes de déchets de table en engrais, estime-t-on. De plus, sur le site de l'ancienne Carrière Miron, on composte les feuilles mortes des parcs de la Ville. Quant aux municipalités membres de la RIGDIM, elles ont à ce jour distribué 9000 composteurs, le dixième de leur objectif pour l'an 2000.

Montréal et la RIGDIM songent à s'associer pour le compostage de la matière organique.



Au centre de tri de Montréal, les plastiques sont triés mécaniquement selon leur grosseur. Un tri manuel les sépare ensuite en sept familles.

On économiserait ainsi sur le coût du terrain (qui devrait mesurer environ 50 hectares). De plus, certains coûts de gestion pourraient augmenter si le projet de règlement sur les déchets solides du ministère de l'Environnement du Québec était adopté. « On pourrait exiger la récupération et le traitement du lixiviat produit par le compostage », dit Richard Brunelle, directeur des Travaux Publics à la Ville de Montréal.

## La collecte des déchets dangereux

Les peintures, solvants, piles et autres déchets domestiques dangereux ne représentent que 1 % de tous les déchets domestiques. Ils doivent cependant être traités à part, car leur contenu en métaux lourds et autres substances dangereuses contamine les eaux souterraines des dépotoirs et augmente la toxicité

des cendres volantes produites lors de l'incinération (voir l'article en page 23). Lorsque c'est possible, on les recycle. Sinon, il subissent des traitements spécialisés (voir le tableau à la page 30).

## Les encombrants

Montréal et la RIGDIM pourraient aussi s'associer à l'entreprise privée pour récupérer et recycler les déchets encombrants (meubles et appareils électroménagers surtout) et des déchets de construction. L'entreprise se chargerait de gérer le centre, de récupérer et de revendre le métal des appareils. Montréal et la RIGDIM garantiraient l'approvisionnement.

Même chose pour les déchets de construction. Les briques seraient broyées, le bois mis en copeaux et le métal trié et récupéré, ce qui permettrait de récupérer plus des trois quarts des déchets de construction.

## Déchets domestiques dangereux récupérés par la RIGDIM en 1992

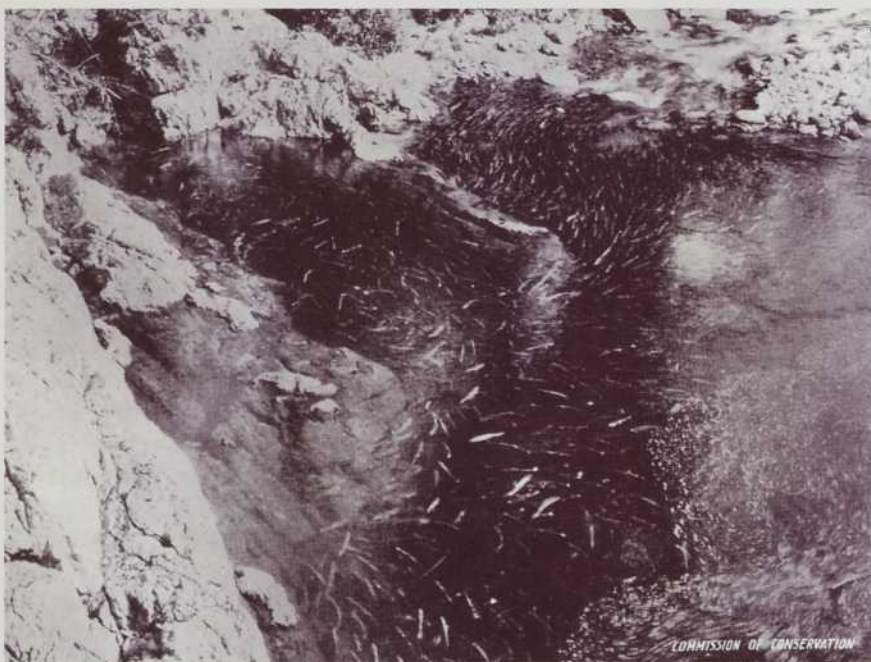
| Catégorie           | Coût par tonne (\$) | Tonnes récupérées | Traitement   |
|---------------------|---------------------|-------------------|--|
| Peintures           | 2400                | 103,5             | Recyclage  |
| Huiles              | 75                  | 14,1              | Réemploi comme combustible d'appoint dans des cimenteries                                |
| Batteries d'auto    | 150                 | 37,8              | Recyclage de l'acide et du plomb   |
| Solvants            | 720                 | 23,8              | Recyclage  |
| Pesticides          | 9500                | 4,2               | Incineration dans un incinérateur spécialisé pour les déchets dangereux (aux États-Unis) |
| Bases               | 3500                | 2,7               | Réemploi pour neutraliser des eaux industrielles usées                                   |
| Acides              | 3500                | 2,5               | Réemploi pour neutraliser des eaux industrielles usées                                   |
| Piles               | 1300                | 2,4               | Recyclage (aux États-Unis)   |
| Médicaments         | 2500                | 0,5               | Incineration dans un incinérateur spécialisé pour les déchets dangereux (aux États-Unis) |
| Oxydants            | 3500                | 0,2               | Neutralisation par oxydo-réduction (aux États-Unis)                                      |
| Cyanure             | 2500                | 0,004             | Incineration dans un incinérateur spécialisé pour les déchets dangereux (aux États-Unis) |
| Matières organiques | 3150                | 56,1              | Entre autres, valorisation énergétique   |



Écocivisme

**Vivre l'écocivisme,  
c'est s'engager à agir en faveur  
de l'environnement!**

Environnement  
CanadaEnvironment  
Canada



La Commission de la conservation du Canada s'intéressait au cas des saumons du ruisseau Spuzzum, en Colombie-Britannique. Ils ne réussissaient pas à frayer à cause d'un éboulement provoqué par des travaux du Canadien National.

# La vieille garde

Au Canada, le mouvement écologiste a commencé au début du siècle... et au cœur du gouvernement fédéral. Il a même donné naissance au Conseil national de la recherche !

par Raymond Lemieux

**L**e mouvement écologiste n'est pas né de la dernière pluie acide. Ni même de la vague contre-culturelle des années 60. Au début du siècle, dans les officines du gouvernement fédéral, on travaillait déjà sur l'énergie solaire et éolienne, sur les conséquences de l'utilisation d'engrais chimiques, tout autant que sur les effets environnementaux du déboisement et sur la baisse des stocks de morue dans l'Atlantique...

C'est en dépoussiérant les archives nationales que l'historien Michel Girard a redécouvert l'existence d'une Commission de la conservation du Canada mise sur pied en 1909 par le gouvernement de Wilfrid Laurier, qui était aussi un fervent ornithologue. La création de cette commission a coïncidé avec la révolution industrielle que connaissait alors le Canada. La Commission a employé près de 65 personnes, et plusieurs dizaines de gens d'affaires, d'universitaires et de ministres y ont contribué. Au total, cette

institution du début du siècle a produit près de 200 rapports de recherches sur l'état de l'environnement. « Le Canada traversait une période de croissance économique. La structure industrielle du pays était en train de se développer mais, en même temps, beaucoup de monde s'interrogeait sur l'impact que cela aurait sur le milieu », explique Michel Girard qui vient de soutenir, à l'Université d'Ottawa, une thèse de doctorat sur l'essor et le déclin de la Commission.

C'est la signature, en 1909, d'une Convention nord-américaine sur la conservation entre le Canada, les États-Unis et le Mexique qui a précédé la formation de la Commission. On croyait qu'au rythme où allait la croissance, les États-Unis manqueraient de ressources naturelles d'ici la fin du siècle. L'entente suggérait donc qu'on crée des commissions nationales pour réfléchir à ce problème. Seul le Canada donna suite à cette recommandation.

### La première mort de l'écologisme canadien

Les fonctionnaires pionniers de l'environnement ont donc planché sur les questions de forêt, de mines, de sol, d'eau, de santé publique, de préservation des espèces animales... « On parlait, entre autres choses, de *sustainable yields* (rendement durable), une notion qui peut s'apparenter aujourd'hui à celle de développement durable », note Michel Girard, qui a déjà milité aux Amis de la Terre du Canada et qui travaille aujourd'hui comme analyste au Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales d'Environnement Canada.

La Commission proposera la création d'une sorte de conseil national de la recherche. Mais la première guerre mondiale survient entre temps. Au sein de la Commission, la controverse s'installe : la priorité doit-elle aller à la défense de l'em-



C'est le gouvernement du premier ministre canadien Wilfrid Laurier, un fervent ornithologue, qui mit sur pied la Commission de conservation.

pire britannique ou la défense de la nature ? « Le Canada choisit de participer à l'« effort de guerre ». Il fallait produire,

rappelle Michel Girard. Le concept de conservation n'était ainsi politiquement plus rentable ». C'est le début du chant du cy-

gne de l'avant-gardiste commission.

Au lendemain du conflit militaire, le pays sombre dans la récession. La Commission poursuit modestement ses activités et trouve le moyen de ramener sur le tapis sa proposition de centre de recherche. Mais le discours pro-environnement ne fait plus recette et, en 1921, la Commission est abolie sous prétexte de restrictions budgétaires. Du même coup, le premier ministre d'alors, Arthur Millen, annonce la création du Conseil national de recherches dont le programme sera à toutes fins utiles calqué sur celui avancé par la Commission pour son centre.

Comment l'historien interprète-t-il donc la renaissance de l'écologisme pendant les années 70 ? « Ce n'est pas nécessairement dû à l'essor des sciences mais plutôt à l'avènement du pluralisme dans nos démocraties, affirme-t-il. La société est plus tolérante. On voit donc apparaître des mouvements de dissidence comme le féminisme. L'écologisme est une forme de dissidence à l'égard de notre mode de production. Mais la leçon que l'on peut retenir du premier épisode de l'histoire écologiste canadienne est simple : la guerre, un gaspillage éhonté des ressources, ça tue l'écologisme. » ●



# UNE MER DE CONNAISSANCES



Nos eaux sont riches en ressources... et en connaissances à développer. Depuis Mont-Joli, notre équipe de plus de 250 personnes poursuit des recherches de pointe sur l'état et la mise en valeur des eaux de l'estuaire, du golfe du Saint-Laurent et celles bordant le Québec nordique. Nous jouons ainsi un rôle primordial dans la gestion et la protection de nos ressources marines.

**INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE**  
CENTRE DE RECHERCHE EN SCIENCES DE LA MER

850, route de la Mer  
C.P. 1000, Mont-Joli  
(Québec) G5H 3Z4

Téléphone:  
(418) 775-0500

Télécopieur:  
(418) 775-0542

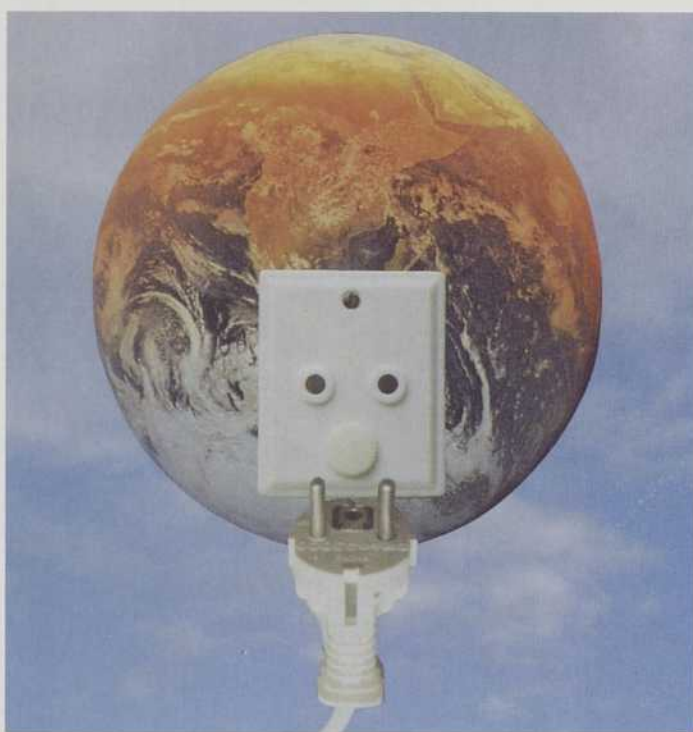
Canada

 Pêches et Océans Fisheries and Oceans

# Les branchés planétaires

Le village global existe depuis 1986.  
C'est un réseau informatique planétaire. Son nom : Internet.  
Notre journaliste l'a exploré.

par Benoît Chapdelaine



**D**epuis janvier 1993, je fais partie des millions d'utilisateurs d'Internet, ce réseau qui regroupe plus de 8000 réseaux informatiques, qui me permet de communiquer avec les ordinateurs du monde entier. Internet amène le monde chez moi. En branchant par modem mon propre micro-ordinateur, un archaïque compatible IBM qui date de 1987, à un poste de travail Unix de l'Université McGill, j'ai pu par exemple lire et interroger la banque de données de la NASA à Huntsville, en Alabama, celle du Centre de recherche sur le cancer du Japon à Tokyo, et la bibliothèque de l'Université de Jérusalem ! Je suis aussi allé en Australie et en Norvège, à Sherbrooke et à Vancouver, entre autres. Si j'avais eu des amis de par le monde, j'aurais pu leur envoyer un message dans leur boîte électronique personnelle et recevoir leur courrier plus rapidement que par télécopieur. Même l'Antarctique est branché. Et cela, sans frais d'interurbain !

Internet, c'est l'autoroute électronique la plus gigantesque au monde, une autoroute un peu anarchique sur laquelle on croise entre autres des exposés scientifiques très pointus, des cartes météorologiques et les communiqués de presse officiels de la Maison Blanche ! On peut aussi s'insérer dans un groupe international de discussion sur la culture, la plongée sous-marine ou, pourquoi pas, la biologie moléculaire...

Le génie d'Internet, c'est son protocole de communication. Il permet à des ordinateurs

qui utilisent différents systèmes d'exploitation (Macintosh, DOS, Unix, etc.) de se comprendre et d'échanger des données par lignes téléphoniques. Quelque 8000 réseaux informatiques sont ainsi reliés entre eux. Il s'agit principalement de réseaux d'universités et de centres de recherche publics ou privés, mais aussi de réseaux d'entreprises et de simples individus.

La croissance d'Internet frise la démesure. Le nombre d'ordinateurs qui y sont branchés en permanence a presque doublé en un an (voir le tableau en page 34). Aujourd'hui, il y en a plus d'un million. En plus de s'échanger continuellement des données, ces ordinateurs servent aussi de porte d'entrée à des millions de micro-ordinateurs satellites... comme le mien.

J'ai aussi « dialogué » par écrit avec un chercheur de l'Université McGill. Pour cela,

j'utilisais une fonction du système Unix qui divise l'écran en deux. J'écrivais mon message dans la partie supérieure et je voyais apparaître la réponse dans la partie inférieure, au fur et à mesure que mon correspondant l'écrivait sur son clavier. J'aurais pu faire la même chose avec un correspondant à Hong Kong ou en Australie.

## L'explosion démographique

Comment un tel réseau a-t-il été mis en place ? Les débuts — il y a à peine huit ans ! — étaient modestes. En 1986, la *National Science Foundation*, une agence du gouvernement américain, avait créé le réseau *NSFNet* pour relier les universités américaines à ses cinq nouveaux superordinateurs. C'était la première fois que des ordinateurs aussi puissants devenaient accessibles à des fins civiles. (Le protocole de communications d'Internet avait d'ailleurs été créé par l'*Advanced Research Projects Agency Network* (ARPANET), un réseau fondé en 1969 par le Département américain de la Défense pour permettre aux entreprises et centres de recherches à qui il donnait des contrats d'avoir accès à ses banques de données.) Tous les superordinateurs ont par la suite été reliés entre eux, en passant par des universités. Internet est en fait l'interconnexion de plusieurs réseaux (*internetworks*), rendue possible par IBM et MCI, le numéro 2 de l'interurbain aux États-Unis. Peu à peu, de nouvelles universités se sont greffées au réseau, et les entreprises emboî-

tent le pas. Le réseau couvre maintenant la planète.

« De plus en plus d'entreprises vont se brancher à Internet », prédit Peter Deutsch, un des créateurs d'Archie, un logiciel qui permet aux utilisateurs d'Internet de repérer où sont situés certains fichiers. « Ceux qui ont utilisé Internet à l'université veulent conserver ce lien, poursuit-il. Ils demandent souvent à l'entreprise qui les embauche de se brancher au réseau, qui s'agrandit de cette façon. »

Peter Deutsch a créé en 1992 sa compagnie, Bunyup, pour promouvoir l'utilisation d'Archie et indirectement d'Internet. D'autres outils, aux noms curieux comme *Gopher* et *World Wide Web*, vous aident à ne pas vous embourber dans ce qui peut devenir, ne le cachons pas, un monstre de bits et d'informations. *Gopher* par exemple vous offre un choix de menus et de sous-menus qui vous dirigent vers ce que vous cherchez. La banque de données *Who is* permet de repérer l'adresse électronique d'une organisation ou d'un individu branché sur Internet.

### Anarchie-net

« On appelle parfois Internet Anarchie-Net ! » signale en riant Marcel Simoneau, le bibliothécaire du Centre canadien de recherche en informatisation du travail (CCRIT) à Laval, qui utilise beaucoup Internet. En effet, le réseau n'a pas de tête dirigeante (voir l'encadré en page 36). C'est donc le royaume de la liberté d'expression, sans lois, ni police, ni frontières.

Même sans lois, certains comportements sont mal vus par les utilisateurs d'Internet. Ainsi, il existe un consensus défavorable à toute publicité. L'entreprise qui essaierait de vendre des aspirateurs ou des services non-éducatifs par le biais du réseau serait vite inondée de lettres de réprimande.

Autre consensus : tout le monde a le droit de s'exprimer. À côté des dossiers de la NASA sur la navette spatiale, on trouve donc des banques d'images pornographiques et d'autres fichiers électroniques aux titres ravageurs comme *erotica.blondes* ! « J'y ai déjà lu comment fabriquer des explosifs », se souvient Peter Deutsch.

En fait, personne ne peut empêcher un utilisateur d'envoyer des images pornogra-

phiques ou des lettres haineuses personnalisées à travers Internet. Les utilisateurs apprennent plutôt à ne pas accorder trop d'attention aux éléments perturbateurs, bien que dans certains cas, ils auraient peut-être dû s'en occuper. Valery Fabrikant, le chercheur de l'Université Concordia accusé de quatre meurtres, avait en effet envoyé plusieurs messages à travers Internet pour ex-

les fichiers à connotation sexuelle, la plupart étant regroupés sous le vocable *alt.sex*.

Certains ont crié à la censure, mais cette censure est bien relative. Une personne peu scrupuleuse peut contourner l'ordinateur de l'université et s'infiltrer dans un autre, non censuré. De plus, rien n'empêche quelqu'un de créer un fichier pornographique et de lui donner un titre sans connotation sexuelle,

déjouant ainsi l'ordinateur programmé pour éliminer les fichiers qui portent le titre sex. L'auteur de tels messages peut en outre se camoufler derrière le nom ou l'appareil d'un autre utilisateur, masquant ainsi sa piste.

« Le plus difficile c'est de concilier la liberté d'expression, la protection des renseignements personnels et le droit du public à l'information », dit Marcel Simoneau. On peut imaginer que plusieurs cas d'atteintes à la vie privée ou à la réputation, comme des lettres haineuses, se produiront avant qu'Internet ne soit réglementé. En fait, il n'y a pratiquement pas moyen de contrôler l'information qui circule dans Internet, car le réseau regroupe trop de gens dans trop de pays.

Il faut dire que la grande majorité des informations transmises par Internet sont sérieuses : parmi les quelque 3600 forums de discussion disponibles en mars, une cinquantaine avaient une connotation sexuelle, alors que 800 traitaient d'informatique ! D'autres traitaient d'animaux domestiques de backgammon, de biologie, de relations entre le Québec et le Canada, etc.

« Le cas de Winnipeg est le seul dont j'ai entendu parler au Canada en sept ans. C'est une anecdote, un fait divers », dit Mario Vachon, le coordonnateur du RISQ, le Réseau interordinateurs scientifique québécois, qui assure la coordination d'Internet au Québec (voir l'encadré en page 36).

Internet, c'est aussi une communauté internationale qui se serre les coudes pour protéger son précieux réseau. Ainsi, un « réseau d'alarme »

se mobilise rapidement lorsque quelqu'un détecte la présence d'un pirate. Les membres de ce réseau d'alarme essaient de caractériser le style du pirate, peu à peu ils localisent l'endroit d'où il envoie ses messages et coupent éventuellement son accès au réseau.

## 100 millions d'utilisateurs avant l'an 2000

Personne ne peut dire exactement combien de gens utilisent Internet, à cause du nombre d'utilisateurs satellites. Les estimations oscillent ainsi entre quelques millions et 25 millions d'utilisateurs dans le monde. Le nombre de 10 millions est souvent mentionné.

L'Internet Society, un groupe qui cherche à développer Internet au meilleur de ses capacités, prédit qu'il y aura 100 millions d'utilisateurs avant l'an 2000. Signe des temps, l'Organisation mondiale de la Santé s'est branchée récemment sur Internet.

L'arrivée au pouvoir de Bill Clinton à Washington devrait augmenter encore le déploiement d'Internet. Le tandem Clinton-Gore souhaite en effet qu'une autoroute électronique relie tous les foyers et les centres de savoir américains, pour favoriser l'éducation et la recherche. Ce réseau à but non lucratif remplacerait le NSFNet actuellement en place. Au Canada, une version améliorée du CA\*Net verrait aussi le jour, sous le nom de projet Canari. Il s'agit dans les deux cas d'augmenter considérablement la capacité de transmission des lignes téléphoniques pour permettre à un nombre grandissant d'utilisateurs de transmettre encore plus d'informations plus rapidement.

Les communiqués de presse ainsi que les questions et réponses des journalistes en conférence de presse à la Maison-Blanche sont maintenant acheminées sur Internet, ce que ne faisait pas l'administration Bush. Depuis janvier, tous les branchés d'Internet peuvent même adresser leurs requêtes et leurs critiques à l'adresse électronique publique des Clinton ! Le numéro : 75300.3115@compuserve.com.

## Internet dans le monde

Nombre d'ordinateurs branchés directement sur Internet en janvier 1993 et augmentation depuis janvier 1992.

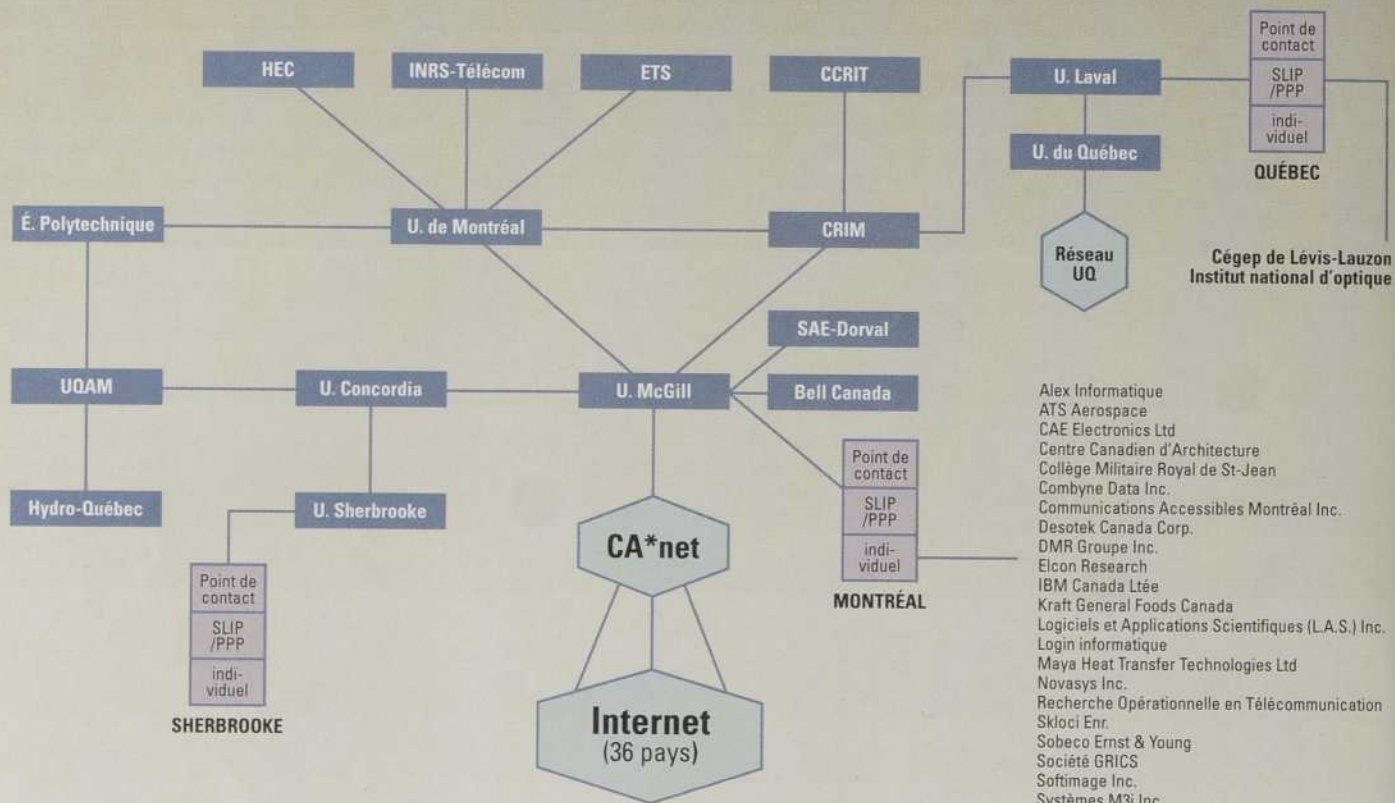
| MONDE              | 1 300 000 | 80%       |
|--------------------|-----------|-----------|
| 1. États-Unis      | 942 000   | env. 80 % |
| 2. Allemagne       | 67 000    | 116 %     |
| 3. Australie       | 61 000    | 94 %      |
| 4. Grande-Bretagne | 58 000    | 208 %     |
| 5. Canada          | 52 000    | 95 %      |
| 6. France          | 26 000    | 100 %     |
| 7. Suède           | 6 000     | 40 %      |
| 8. Pays-Bas        | 25 000    | 101 %     |
| 9. Japon           | 23 000    | 171 %     |
| 10. Suisse         | 23 000    | 86 %      |

Source: University of California, Santa Cruz

poser ses frustrations professionnelles...

L'an dernier un quotidien de Winnipeg a provoqué d'énormes remous à l'Université du Manitoba en révélant que les chercheurs et les étudiants pouvaient recevoir des images pornographiques par Internet. L'université a alors programmé son ordinateur central pour qu'il supprime automatiquement





## La mécanique d'Internet

**M**algré son style anarchique, Internet est tout de même bâti pour fonctionner efficacement. À chaque « nœud » du réseau, une organisation veille à ce que les ordinateurs communiquent bien, un peu comme Bell Canada garantit que votre ligne téléphonique fonctionne, sans pour autant s'ingérer dans votre conversation (heureusement !).

Au Québec, c'est principalement le Réseau interordinateurs scientifique québécois (RISQ), logé et financé en partie par le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM), qui loue les lignes téléphoniques et y relie les appareils des institutions qui veulent

se joindre à Internet.

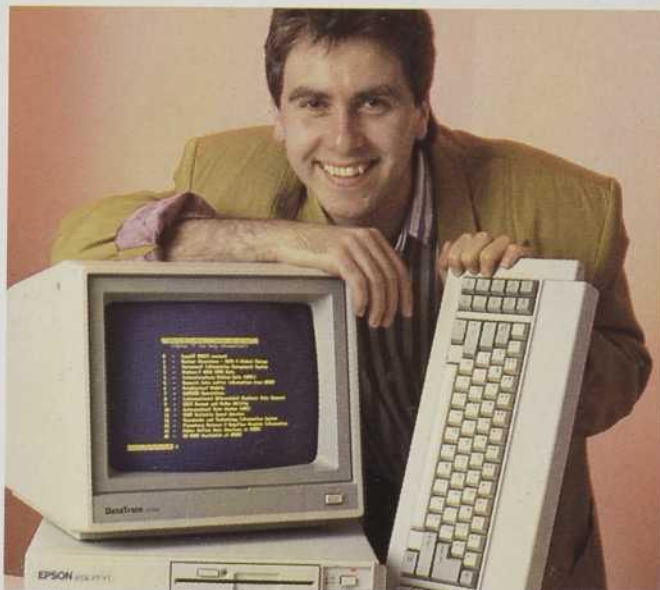
Le centre informatique de l'Université McGill est le nœud qui relie les membres du RISQ au reste du monde. L'Université McGill est reliée au CA\*Net, le réseau canadien, lui-même branché au NSFNet américain et aux autres pays membres.

Toute l'information échangée entre les membres du RISQ et le reste du monde passe donc par l'Université McGill. Au Québec même, par contre, les communications peuvent suivre plusieurs chemins (voir le tableau). Cela évite d'encombrer inutilement les lignes téléphoniques réservées au transport de données.

## La bibliothèque universelle

Aujourd'hui, presque toutes les grandes universités du monde sont branchées sur Internet. Au Québec, il y a plusieurs milliers d'utilisateurs dans chacune des grandes universités. Francis Ouellette, un chercheur de l'Université McGill à Montréal, se sert régulièrement du réseau pour échanger des données avec une cinquantaine de collègues au Canada, aux États-Unis et en Europe.

« Je fais partie d'un groupe de biologistes qui essaie de déterminer la séquence complète du génome de la levure, explique-t-il. Nous nous envoyons les données par ordinateur au fur et à mesure que nous progressons. » C'est beaucoup plus rapide que d'envoyer une disquette par la poste.



Avec son vieux compatible IBM et son modem, notre journaliste Benoît Chapdelaine a exploré les arcanes d'Internet.

Internet a une place particulière dans la vie de Francis Ouellette. L'hiver dernier, il a rendu visite à son père au Costa Rica. Il mentionne alors par courrier électronique à une trentaine d'amis à travers le monde que son père est gravement malade. À son retour, il trouve dans son courrier électronique une centaine de messages. Les amis s'étaient consultés entre eux, toujours par courrier électronique, pour lui transmettre leur sympathie. « Ça m'a fait chaud au cœur, dit-il

Tout le monde devrait avoir accès à Internet ! »

Mais tout n'est pas accessible gratuitement dans Internet. J'ai pu communiquer gratuitement avec le quotidien américain USA Today via

## Internet : accès gratuit... ou 2500 \$ par mois !

Les universités québécoises paient environ 15 000 \$ par an au RISQ, le Réseau interordinateurs scientifique québécois, pour brancher leur réseau d'ordinateurs sur Internet. Les entreprises comme Spar Aérospatiale ou Hydro-Québec paient jusqu'à 30 000 \$. « Des entreprises peuvent aussi brancher un seul de leurs appareils par modem, dit Mario Vachon, le coordonnateur du RISQ. Il leur en coûte alors un minimum de 250 \$ par mois. » Lorsque l'abonnement est payé, il n'y a pas de frais supplémentaires, quel que soit le temps passé en communications interurbaines.

Mais on peut aussi avoir accès à Internet de façon plus marginale, si on a la collaboration d'un membre du réseau. C'est ainsi que pour les fins de cet article, David Holmes, du Centre d'informatique de l'Université McGill m'a donné accès par modem à un poste de travail à l'université. Mon ordinateur, transformé en satellite d'Internet, m'amène désormais partout dans le réseau.

Sinon, INFOPUQ, le service télématique de l'Université du Québec, offre l'accès public à Internet pour 5 \$ par mois plus 10 \$ par heure d'utilisation, en plus des 35 \$ que coûte l'abonnement à INFOPUQ, qui donne aussi accès à des banques de données commerciales et au réseau français Minitel. Pour accéder à l'ensemble des services d'Internet par INFOPUQ, on doit l'utiliser dans un but d'éducation ou de recherche. En dehors de Montréal, c'est la façon la plus économique d'accéder à Internet.

Dans la région de Montréal, vous pouvez obtenir l'accès pratiquement illimité à Internet pour environ 30 \$ par mois, sans tarification horaire. Depuis l'an dernier, deux membres du RISQ, Communications accessibles Montréal (CAM) et Login informatique, offrent en effet aux individus les services de courrier et de consultation des banques de données, ainsi que l'accès aux groupes de discussion.

l'Université du Minnesota et me voir offrir un sommaire des nouvelles du jour. Mais pour lire le sommaire, il fallait payer ! En passant par une autre institution, j'ai pourtant pu lire les nouvelles gratuitement ! Ce qui montre qu'en faisant un peu d'exploration, on découvre sans cesse de nouveaux

avantages au réseau.

Marcel Simoneau, le bibliothécaire du CCRIT, utilise énormément les services d'Internet. Quand un document n'est pas disponible au Canada, le bibliothécaire communique avec des universités américaines pour vérifier si elles l'ont en leur possession. Pour

quelques dollars, on lui envoie ensuite le livre par la poste, ou on lui télécopie le document dont il a besoin. Malheureusement, il n'existe pas de banque de donnée unique qui répertorie les contenus de toutes les grandes bibliothèques du monde.

Internet est aussi en train de transformer la façon dont on fait la science. De plus en plus d'informations scientifiques ne sont jamais imprimées et circulent uniquement à travers les réseaux informatiques. Les chercheurs dans tous les domaines ont besoin de communiquer rapidement leurs résultats à leurs collègues. Bien sûr, les chercheurs devront continuer à publier leurs résultats dans des revues savantes pour qu'elles soient acceptées par la communauté scientifique. Mais un réseau comme Internet permet certainement d'accélérer la pratique quotidienne de la recherche, surtout lorsqu'il s'agit de collaborations entre des équipes situées aux quatre coins du monde. ●

*Un outil vivement recommandé pour ceux qui veulent mieux connaître les ressources et le fonctionnement d'Internet: Ed Krol, The Whole Internet Catalog, O'Reilly and Associates, Sebastopol, California, 1992, 384 p.*

## Québec Science facile à consulter



**La reliure Québec Science a belle apparence. De plus, elle est solide, pratique, facile d'entretien.**

Un grand nombre (84,7 %) des abonnés de Québec Science disent qu'ils conservent leur magazine\*. La reliure est l'outil idéal pour garder intacts vos Québec Science et retrouver rapidement les dossiers, articles ou chroniques qui vous intéressent.

Chaque reliure peut contenir 12 numéros de Québec Science.

\*Enquête QS-CREST, mai 1991

### Tarifs

reliure : 9,82 \$

reliures : 23,69 \$

reliures : 34,67 \$

FPS, TVQ et frais d'expédition inclus pour le Canada)  
veuillez prévoir environ quatre semaines pour la livraison.  
cette offre expire le 31 mai 1993.

Je désire recevoir \_\_\_\_\_ reliure(s) au prix de \_\_\_\_\_

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_ app. \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_ Province \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Pays \_\_\_\_\_

Chèque  Mandat-poste  Visa  MasterCard

Chèque ou mandat-poste à l'ordre de Québec Science

N° de carte \_\_\_\_\_ Date d'expiration \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_

Détachez et expédiez à Québec Science. C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1

# Les morts vivants

On ne meurt plus comme avant.

Les découvertes médicales des dernières décennies ont reculé les frontières de la mort. Aujourd'hui, c'est la mort du cerveau qui est l'ultime limite. Mais demain ?

par Sarah Perreault et Michel Groulx

« **J**e suis revenu de la mort ! » Assis dans sa chambre d'hôpital, Richard, 54 ans, a de bonnes raisons de se réjouir. Quelques heures plus tôt, les battements de son cœur et sa respiration avaient complètement cessé. « Infarctus du myocarde », a diagnostiqué le médecin, qui heureusement a réanimé Richard avec succès. Et ce médecin est formel : « Richard n'a jamais quitté notre monde ! » Non, on ne revient pas de la mort...

Simone, 29 ans, repose aux soins intensifs, quelques portes plus loin. La jeune femme est inconsciente et branchée à une forêt de tubes et de fils. Son cœur bat régulièrement et ses poumons se gonflent en cadence. Elle semble bien en vie. Pourtant, un médecin vient de signer son acte de décès !

Richard, un vivant qui « ressuscite ». Simone, une morte qui respire et dont le cœur bat... Des situations devenues courantes dans les salles d'urgence et de soins intensifs des hôpitaux modernes. Si courantes, qu'elles ont complètement bouleversé l'idée que l'on se fait de la mort humaine et les critères qui la définissent.

Jusqu'à récemment, différencier un vivant d'un mort était le diagnostic médical le plus simple qui soit. Il suffisait de tâter le pouls du patient, ou encore, d'approcher un miroir de sa bouche : l'absence de buée sur le miroir indiquait que l'individu avait rendu son dernier souffle ! Sur le chemin menant vers la mort, l'arrêt cardio-respiratoire était alors le point de non-retour.

Ce n'est plus le cas aujourd'hui. Dans les unités de soins intensifs des hôpitaux, c'est la mort du cerveau qui constitue désormais la limite ultime de la vie humaine. Une batterie d'examen, bien plus complexes que le toucher du pouls ou le test du miroir, sont souvent nécessaires pour établir le diagnostic de cette mort cérébrale (voir l'encadré en page 41).

## Nouvelles situations, nouvelles définitions

« Ce sont les progrès médicaux des dernières décennies qui ont déplacé – on pourrait dire repoussé – la frontière entre la vie et la mort », explique le docteur Lesage-Jarjoura, qui enseigne aux facultés de droit et de médecine de l'Université de Sherbrooke. En effet, grâce aux techniques de réanimation cardio-respiratoire (comme la défibrillation ou le massage cardiaque), des milliers de victimes d'arrêt cardiaque, « reviennent de la mort » et mènent une vie normale.

Avec d'autres technologies, comme le respirateur artificiel et la dialyse rénale, on maintient dans un état de vie suspendue, le coma, des patients dont les fonctions vitales sont vacillantes, voire interrompues. Et ces mêmes technologies aident à garder vivants, temporairement, les organes d'individus cliniquement morts, le temps de les transplanter à des receveurs. Devant ces situations nouvelles, une définition nouvelle de la mort s'imposait aussi.

La mort cérébrale fut décrite en 1959 par deux neurologues français, Mollaret et Goulon, chez des patients en coma profond branchés à des respirateurs. Ils la définirent comme « la cessation irréversible de toutes les fonctions du cerveau ». Ces médecins constatèrent que chez les patients dont le cerveau avait cessé de fonctionner, il n'y avait jamais de récupération. De plus, leurs autres organes mouraient les uns après les autres. Depuis lors, aucun retour à la vie chez de tels patients n'a été rapporté, confirmant que la mort cérébrale est bien l'ultime point de non-retour.

L'histoire de Simone, fictive mais plausible, illustre bien les étapes du processus menant vers ce point de non retour. Alors qu'elle revenait d'une fin de semaine de ski, sa voiture a dérapé et heurté un arbre de plein fouet. Sa

tête a heurté le volant à la même vitesse – elle n'était pas attachée.

Le cerveau est capable de prouesses extraordinaires, mais l'évolution l'a bien mal paré contre les accidents de voiture ! Au cours d'une brusque décélération, le cerveau heurte violemment la boîte crânienne. Il peut alors subir des lésions et des hémorragies, lesquelles provoquent à leur tour un œdème c'est-à-dire un gonflement des tissus cérébraux. « Déjà à l'étroit dans la boîte crânienne, le cerveau a tendance à se comprimer sous l'effet de la pression, explique le docteur Jean-Gilles Guimont, directeur des soins intensifs de l'Hôpital Notre-Dame. Cette compression empêche le sang oxygéné d'affluer au cerveau. Résultat : l'organe commence à manquer d'oxygène. »

Chez Simone, le manque d'oxygène s'est fait sentir très rapidement. En effet, les cellules du cerveau, ou neurones, sont très gourmandes en oxygène. Après quelques secondes de pénurie, elles sont déjà moins actives. Un peu comme une calculatrice dont la pile est en train de s'épuiser, le cerveau se met alors à mal fonctionner.

Si les neurones sont privés d'oxygène pendant plus longtemps encore, soit quelques minutes, ils finissent par mourir (voir l'encadré en page 40). Or contrairement à la plupart des autres cellules du corps, les neurones sont incapables de se diviser. Les neurones détruits ne sont donc pas remplacés. La mort d'un grand nombre de neurones dans des sites stratégiques du cerveau en perturbe donc profondément le fonctionnement.

## La mort de la conscience

En général, ces désordres commencent par affecter les deux hémisphères, sièges des fonctions dites supérieures, notamment de la conscience, de la sensibilité et des mouvements. Mais ils gagnent éventuellement une



partie plus profonde du cerveau, enfouie en dessous des hémisphères. On l'appelle tronc cérébral.

Bien qu'il soit petit par rapport au cerveau, le tronc cérébral est la clé de voûte de tout l'édifice. « C'est en quelque sorte l'arbre de transmission du moteur cérébral », dit Jean-Gilles Guimont. La majorité des fibres nerveuses qui assurent la sensibilité et les mouvements du corps passent par là. De plus, le tronc cérébral contrôle directement deux fonctions vitales : la respiration et la pression sanguine.

Enfin, cette partie du cerveau abrite un

petit groupe de neurones appelé formation réticulée. Son rôle est essentiel, c'est la porte d'accès vers la conscience. Véritable édifice conceptuel qui constitue la base de la pensée humaine, la conscience est stockée dans les hémisphères cérébraux. Mais c'est la formation réticulée, reliée aux hémisphères, qui donne à la conscience la possibilité de se manifester. Par exemple, c'est elle qui « éveille » l'individu endormi.

Si le tronc cérébral et sa formation réticulée sont endommagés ou s'ils fonctionnent au ralenti, l'individu tombe dans le coma : il devient inconscient et peut cesser de respi-

rer. Selon sa cause, le coma peut être ou non réversible. Par exemple, le coma diabétique, provoqué par l'accumulation de glucose dans le cerveau, prend fin dès que la concentration de ce sucre redevient normale. Par contre, la destruction des neurones de la formation réticulée entraîne un coma permanent. C'est précisément ce qui est arrivé à Simone.

Il y a une trentaine d'années, Simone serait décédée rapidement. En effet, l'arrêt de la respiration aurait généralisé la pénurie d'oxygène à l'ensemble du corps. À son tour, le cœur se serait arrêté, entraînant irrévocablement l'organisme entier vers la mort.

## La mort d'un neurone

Le manque d'oxygène (ou anoxie) dans le cerveau, à la suite d'un traumatisme crânien par exemple, déclenche une cascade d'événements qui conduisent en quelques minutes à la mort de neurones. Ces cellules sont très sensibles à l'anoxie car leur métabolisme est élevé et leurs réserves en oxygène presque nulles.

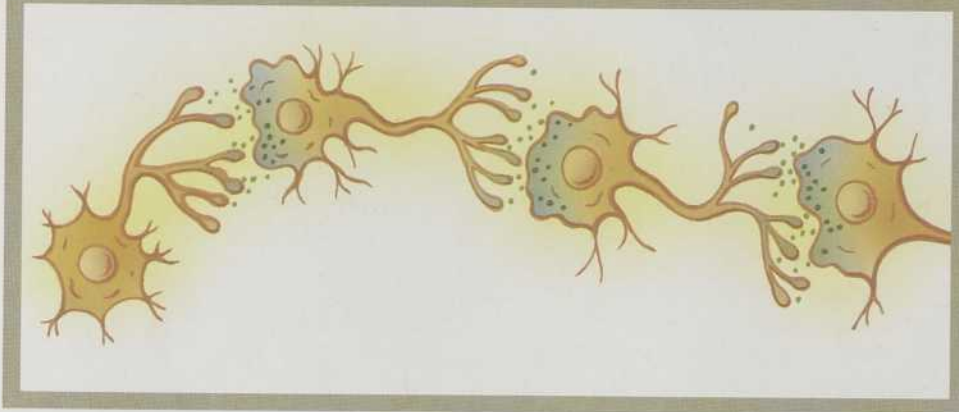
Le manque subit d'oxygène entraîne rapidement un arrêt de la production d'ATP (adénosine triphosphate) par la cellule. Cette molécule, produite par dégradation du glucose en présence d'oxygène, constitue la source d'énergie du neurone. La pénurie d'ATP déclenche différents processus qui compromettent la survie du neurone.

L'ATP permet le passage d'ions à travers la membrane cellulaire. Ce flux d'ions sodium, potassium et calcium est responsable de la propagation de l'influx nerveux. Une modification importante des concentrations en ions perturbe l'ensemble des activités du neurone et provoque l'entrée d'eau dans la cellule. Celle-ci se gonfle et comprime les vaisseaux sanguins, ce qui étend l'anoxie au voisinage.

L'énergie fournie par l'ATP permet aussi la synthèse de macromolécules, telles les protéines. Celles-ci sont notamment indispensables au maintien de l'intégrité de la membrane cellulaire et du noyau. Une anoxie prolongée provoque donc une destruction de ces structures.

Il semble que le manque d'oxygène ait aussi l'effet d'un véritable « suicide collectif » au sein des neurones situés à proximité du site de la lésion. En effet, ces cellules partiellement « asphyxiées » libèrent des quantités anormalement élevées de glutamate, un acide aminé qui est aussi un acide important neurotransmetteur du cerveau.

Un excès de glutamate surstimule les neurones et en modifie leur concentration interne en ions. Ce processus, pense-t-on, active des enzymes qui détruisent la membrane cellulaire, et libère des radicaux libres, des molécules toxiques qui endommagent notamment l'ADN des cellules.



Mais le scénario s'est déroulé autrement. Simone a été transportée d'urgence aux soins intensifs d'un hôpital, où on l'a branchée à un respirateur capable de maintenir artificiellement sa ventilation, c'est-à-dire la va-et-vient de l'air dans ses poumons. Le corps de Simone obtenait ainsi l'oxygène dont il avait besoin, et son cœur pouvait continuer à battre. En effet, cet organe possède son propre stimulateur électrique qui lui permet de déclencher ses pulsations, indépendamment du cerveau.

Introduit dans les années 60, le respirateur a bouleversé la médecine. « Grâce au respirateur, on peut maintenir en vie des patients qui autrement n'auraient jamais survécu », indique le docteur Jean-Marc Saint-Hilaire, pionnier de la neurologie à l'hôpital Notre-Dame de Montréal. On assiste aussi parfois à des récupérations spectaculaires. « Je me rappelle du cas d'un patient qui s'était pendu, raconte-t-il. Il nous est arrivé décérébré. » Cet état, où le cerveau a subi d'importantes lésions aux hémisphères et au tronc cérébral, était alors associé à un très

mauvais pronostic. « J'ai quand même décidé de le brancher à un respirateur, poursuit le médecin. Le patient est d'abord resté dans un coma profond, mais il s'est réveillé au bout de trois semaines. Un an plus tard, il n'avait que quelques séquelles. Trois ans plus tard, les séquelles avaient disparu, il était marié et père d'un enfant ! »

On comprend encore mal de telles récupérations. « On a cependant constaté que, dans certains cas, le cerveau parvient à compenser la perte de fonctions grâce à une réorganisation des connexions entre les neurones », explique Jude Poirier, chercheur à l'Hôpital Douglas de Verdun. Par exemple, des victimes de lésions au centre du langage, situé généralement dans l'hémisphère gauche du cerveau, peuvent réapprendre à parler, car l'hémisphère droit prend la relève. De la même façon, certains centres nerveux assument les fonctions de leurs voisins chez des patients comateux. Les neurones sont peut-être aussi capables d'une certaine régénération, même si ce phénomène n'a encore jamais été observé.

Mais la récupération – si récupération il a – n'est pas toujours aussi spectaculaire que dans le cas relaté par le docteur Saint-Hilaire. Le pronostic d'un comateux dépend de l'étendue et de la localisation de ses lésions au cerveau. Par expérience, on sait également que plus le coma se prolonge, moins le patient a de chances de se réveiller. Ces chances sont de 7 % après un mois de coma. Au bout de trois mois, elles sont nulles.

Pour évaluer l'état des hémisphères et du tronc cérébral d'un patient comateux, les médecins ont recours à une série de signes cliniques qu'ils vérifient quotidiennement. Après trois ou quatre jours d'observation, il sont généralement en mesure de se prononcer sur les chances de survie du patient, et le cas échéant, sur l'état dans lequel il sortira de son coma.

### La mort cérébrale

Simone ne s'en est pas sortie. Dans les jours qui ont suivi son hospitalisation, son état s'est détérioré. En effet, le cerveau distend sous l'effet de l'œdème et des hémorragies opposait une pression trop forte pour que le sang venu du cœur puisse l'irriguer. Un matin, les médecins constatèrent que le cerveau de Simone ne répondait plus à aucune stimulation. Simone était passée du coma profond à la mort cérébrale.

« La mort cérébrale ne veut pas dire que tous les neurones du cerveau soient morts, explique le docteur Saint-Hilaire. Mais les dommages sont si étendus que le cerveau a perdu la totalité de ses fonctions, et ce, de façon irréversible. » Chez des patients en mort cérébrale branchés à des respirateurs, le cœur continue cependant à battre, mais seulement pour un certain temps. En effet, même si le cœur possède son propre stimulateur électrique, le cerveau lui achemine aussi toutes sortes de stimulations. Privé de ces stimulations, le cœur cesse définitivement de battre au bout de quelques jours. À plus ou moins long terme, toutes les cellules du corps mourront aussi.

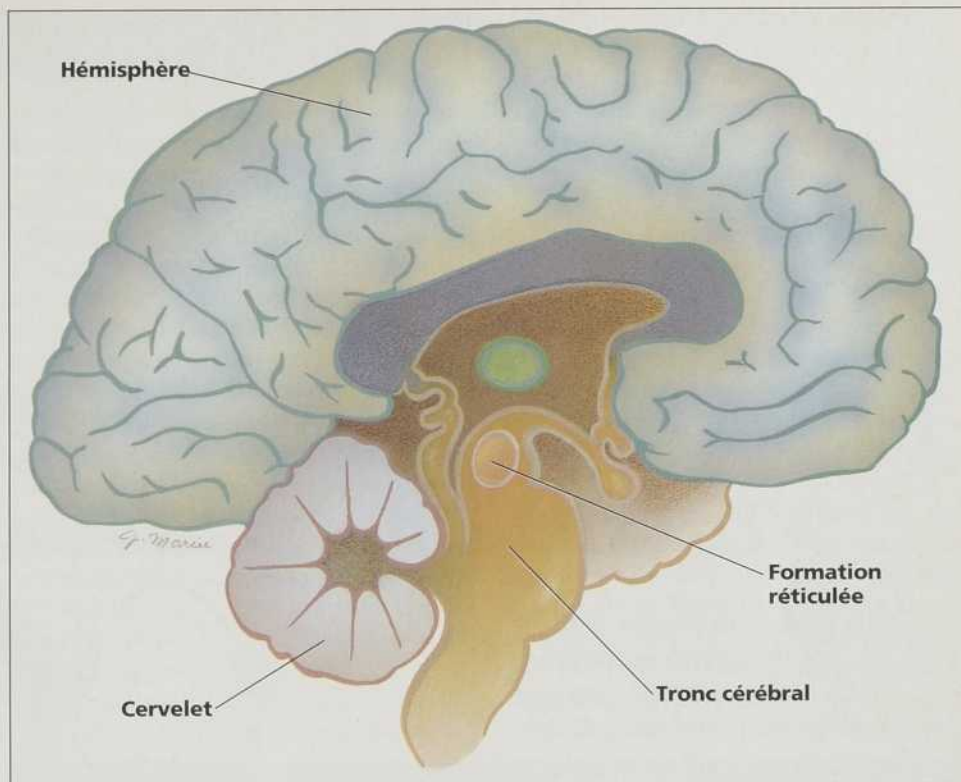
C'est en 1968 que la mort cérébrale fut adoptée par la communauté médicale comme critère de décès. Pour le docteur Saint-Hilaire, qui compte près de trente ans d'expérience, il est clair que la pratique de plus en plus répandue des transplantations d'organes (la première greffe cardiaque eut lieu en 1967) a généralisé cette nouvelle définition. « L'avènement des greffes a amené la médecine à établir des critères pour diagnostiquer rapidement et sûrement la mort cérébrale », ajoute-t-il. Le prélèvement d'organes doit en effet se faire le plus tôt possible après la mort de l'individu.

L'adoption de cette nouvelle définition de la mort a eu un impact considérable : elle a permis la légalisation des prélèvements d'organes. Afin d'éviter tout risque de conflit d'intérêt, des règles très strictes ont été établies. Colette Birks, directrice de Québec Transplant, insiste : « Il ne peut y avoir prélèvement d'organes sans qu'on ait établi un diagnostic de mort cérébrale chez un individu maintenu sous respirateur. Et ce diagnostic, précise-t-elle, doit avoir été posé par deux médecins qui ne feront pas partie de l'équipe chargée du prélèvement ou de la transplantation. »

Curieusement, aucune loi au Québec ne reconnaît clairement la mort cérébrale comme critère de décès. D'un point de vue légal, la mort est celle « constatée par le médecin ». Selon le docteur Lesage-Jarjoura, présidente du Comité d'éthique de l'Association médicale québécoise, cette situation ne pose pas de problème éthique. « La mort cérébrale est reconnue dans la majorité des pays, même si on ne s'entend pas toujours sur la façon d'en établir le diagnostic. Là où les choses se compliquent, ajoute-t-elle, c'est lorsqu'il s'agit de définir non pas la mort du corps humain, mais celle de la personne humaine ! »

Par exemple, certaines personnes, après une noyade, ont un tronc cérébral intact, mais des hémisphères cérébraux non fonctionnels. Le corps de ces patients n'est pas mort puisque la totalité de leur cerveau n'est pas détruit et qu'ils peuvent respirer sans aide extérieure.

Ces « morts-vivants », comme certains les appellent, ont toutefois perdu à tout jamais ce qui fait l'essence même de la personne humaine : la conscience. Doit-on alors conti-



Le siège de la conscience se trouve dans les hémisphères cérébraux. Mais c'est la formation réticulée, une petite partie du tronc cérébral, qui permet à la conscience de se manifester.

nuer à les alimenter et ainsi les maintenir « en vie » ? Ne faudrait-il pas plutôt les considérer comme morts ?

En 1992, la cour de Floride a statué sur le cas d'un bébé anencéphalique (né avec un tronc cérébral intact mais sans hémisphères cérébraux). Estimant leur enfant « mort », les parents souhaitaient que ses organes soient prélevés. Le verdict ne leur a pas donné raison : selon la cour, l'enfant était vivant ! Un jugement contesté. S'il y a consensus sur là où commence la mort corporelle,

il n'y en a pas encore sur là où « finit » la vie de la personne humaine.

Dans les heures qui ont suivi la mort de Simone, des médecins ont procédé au prélèvement de certains de ses organes. Puis, on a débranché son corps du respirateur. Simone a rendu son dernier souffle... plusieurs heures après son décès. Ainsi, en repoussant la mort, les progrès médicaux ont permis de nouvelles vies. Aujourd'hui, le cœur de Simone bat toujours, mais dans une poitrine qui n'est pas la sienne. ●

## Le diagnostic de la mort

Un patient est plongé dans un coma profond aux soins intensifs. Son cœur bat, mais il ne respire que grâce à des moyens artificiels. Il est inconscient. Est-il mort ou vif ?

Pour répondre à cette question, les médecins ont recours à une batterie d'examen, dont la plupart vérifient certains réflexes directement associés au cerveau, et plus particulièrement, au tronc cérébral.

Un premier test consiste à chatouiller la cornée du patient. Celui-ci clignera des yeux s'il est en vie. Dans un second test, on dirige un rayon de lumière vers sa pupille, qui devra alors se contracter. Un troisième évalue le réflexe dit « des yeux de poupée » : en déplaçant latéralement la tête d'une personne en vie, ses yeux bougeront spontanément dans le sens inverse, comme ceux de certaines poupées... Les yeux d'un mort, eux, resteront fixes.

Il y a aussi le test (désagréable) du réflexe oculovestibulaire : on injecte 20 à 50 centimètres cubes d'eau glacée dans une oreille. En vie, le malade braquera spontanément ses yeux vers l'oreille inondée...

Le test d'apnée consiste à vérifier si le tronc cérébral a complètement perdu sa capacité de déclencher la respiration. On fait d'abord respirer au patient de l'oxygène pur afin de s'assurer qu'il n'en manquera pas. Puis, on le débranche du respirateur. Produit par la respiration des cellules du corps, le gaz carbonique s'accumule alors dans le

sang. Lorsque sa concentration atteint un seuil critique, un mécanisme alerte le tronc cérébral, qui est alors sensé déclencher le réflexe respiratoire.

On peut aussi recourir à l'électroencéphalogramme (EEG), qui mesure l'activité électrique des hémisphères cérébraux, mais pas celle du tronc cérébral. Ce test doit cependant être utilisé avec précaution : Dans certaines situations, comme en état d'hypothermie ou d'intoxication par des barbituriques, le patient peut présenter un EEG plat... mais être en vie. Au Canada, cet outil n'est donc utilisé que pour compléter ou vérifier un diagnostic de mort cérébrale.

En 1987, l'Association médicale canadienne a fixé des lignes directrices pour établir un tel diagnostic. Il faut :

- que la réponse à tous les tests effectués soit négative;
- que le diagnostic soit effectué au moins à deux reprises, à un intervalle de 2 à 24 heures;
- que le médecin connaisse les causes de la maladie et soit persuadé de son irréversibilité.

Le diagnostic de mort cérébrale n'est effectué que chez des malades en coma profond. En pratique, les médecins utilisent toujours, dans les autres cas, le vieux critère de l'arrêt cardio-respiratoire. Mais cet arrêt doit être prolongé et considéré irréversible.

# Grande bouffe, nouvelle vague

Vous avez maintenant le droit de manger à votre faim.

La mode vient de changer en nutrition et le nouveau Guide alimentaire canadien jette bien des idées aux poubelles.

Il conserve pourtant celle d'un guide unique pour tous. Est-ce justifié ?

par Raymond Lemieux



Santé et Bien-être social  
Canada

Health and Welfare  
Canada

POUR MIEUX SE SERVIR

## du guide alimentaire



Canada

Comprend un supplément détachable du Guide alimentaire canadien pour manger sainement.

**I**ls sont tout souriants. Le papa, la maman et le petit enfant, dessinés en page couverture du dernier Guide alimentaire canadien, ont indiscutablement l'air en santé. Leur secret ? La modération et la variété en alimentation, suggère le Guide. En tant que Canadiens moyens exemplaires, ils ont bien sûr diminué leur consommation de gras. Mais le « Canadien moyen » existe-t-il encore ? Les régimes alimentaires sont de plus en plus personnalisés, ils doivent maintenant s'adapter aux besoins des personnes allergiques, diabétiques, obèses, âgées, etc. Le Guide alimentaire serait-il donc déjà dépassé ?

Chose certaine, le nouveau Guide propose un régime qui n'a plus rien de commun avec

celui de l'ancien, publié en 1982. Un exemple : le sucre. Avant, on devait si possible l'éviter. Aujourd'hui, rien dans le Guide n'en décourage la consommation. Dans ses Recommandations sur la nutrition, Ottawa rappelle qu'on n'a pas réussi à prouver que la consommation actuelle des sucres — des glucides dits simples — est un danger pour la santé du public, sauf pour les caries dentaires. Ce rappel est d'ailleurs un petit pied de nez aux autorités sanitaires québécoises : le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec s'est fixé entre autres objectifs de couper de moitié la consommation de sucre des gens d'ici l'an 2000. Les raisons invoquées ? Combattre la carie, mais surtout

l'obésité, un facteur important de problèmes de santé.

Autre changement de mentalités, le nouveau Guide alimentaire ne propose plus un régime de famine. L'ancien nous faisait croire qu'on pouvait vivre avec à peine 1000 à 1400 kilocalories ! (Une kilocalorie est l'unité de mesure d'énergie qu'on appelle couramment une « calorie »). En répartissant ces portions de disette entre quatre groupes d'aliments (produits laitiers ; viandes, poissons et volailles ; pains et céréales ; fruits et légumes), le « Canadien moyen » obtenait les éléments nutritifs dont il avait besoin. Mais à 1000 calories par jour, on peut parler de portions de survie !

La nouvelle édition du Guide alimentaire fixe la barre inférieure à 1800 kilocalories par jour, ce qui correspond au régime moyen d'un habitant du Burundi, en Afrique... On a plus que doublé le maximum : 3200 kilocalories. Le fameux « Canadien moyen » pourra donc manger à sa faim. Que s'est-il passé dans les chaudrons des diététistes ?

« Avant, on proposait une alimentation de base pour répondre aux besoins nutritionnels », explique Lydia Dumais, du département de nutrition du ministère de la Santé et du Bien-être social. Aujourd'hui, le Guide ne suggère plus un minimum, mais bien un nombre total de portions pour chaque catégorie d'aliments. (Un détail qui n'est peut-être pas étranger à ces changements : avant sa publication, le Guide a été lu par les représentants de l'industrie alimentaire.)

### Les kilos de la santé

Selon le Guide, les lipides ne devraient pas fournir plus de 30 % des calories, notamment à cause des risques de cancer. Bref, on nous dit que les lipides, les graisses, ont une trop grande place dans l'assiette. Les Canadiens en seront facilement convaincus. Dans l'esprit de bien des gens, l'abus d'aliments gras s'accompagne de quelques kilos en plus. Or deux personnes sur trois sont insatisfaites de leur poids. Leur réaction normale : couper dans le gras, mais surtout dans le gras qui est visible, a remarqué Jean-Marie Bourre, de l'Institut national de santé et de recherche médicale, en France. Cet auteur d'un livre intitulé *Les bonnes graisses* donne l'exemple des jeunes femmes adeptes de régimes plus ou moins draconiens. « Elles prépareront souvent une salade avec une émulsion qui ne contient pas d'huile végétale. Une erreur phénoménale ! » dit-il. En effet, les huiles végétales contiennent des acides gras comme l'acide linoléique et l'acide alpha-linoléique, essentiels à la vie des cellules. Bien qu'une alimentation trop riche en gras semble augmenter les risques de

certaines cancers, un régime sans huile végétale risque de mener droit à une carence en acides gras essentiels. « Il faut être prudent quand on demande aux consommateurs de diminuer les graisses », conclut-il. Dans le Guide, aucune mention d'acides gras essentiels.

On peut aussi remettre en question l'idée qu'on se fait d'une minceur normale pour la santé. En 1988, le ministère de la Santé et du Bien-être concevait un indice de masse corporelle qui définit le poids normal selon les critères de santé. Cet indice s'obtient en divisant le poids (en kilogrammes) par le carré de la taille (en mètres). Dès que le résultat dépasse 25, les risques pour la santé augmentent, constatent les experts. On parle surtout de problèmes d'hypertension et de cardiopathie. Que dit cet indice ? Que c'est souvent à tort que les gens se croient trop gras. Selon un sondage du Ministère, ce sont à peine un homme sur trois et une femme sur cinq qui présentent un surplus de kilos. Les autres ont bel et bien un poids normal.

De toute façon, les habitudes alimentaires ne sont probablement pas seules à expliquer les excès de poids. Une bonne partie des études qui lient uniquement l'alimentation aux excès de poids comportent des problèmes méthodologiques, signale un document de travail du Ministère. Entre autres, la consommation de tabac et le mode de vie ne seraient pas toujours pris en compte.

### Être ce qu'on mange

Personne n'a une idée précise de ce que mangent les Canadiens, rappelle une équipe de scientifiques réunis par le ministère de la Santé et du Bien-être social. C'est leur rapport, *Recommandations sur la nutrition*, qui a largement inspiré le nouveau Guide alimentaire. Il fait une synthèse des connaissances sur les habitudes alimentaires canadiennes. Il puise ses informations d'un questionnaire de Statistique Canada rempli par quelques milliers de familles, ainsi que des statistiques d'Agriculture Canada.

Pas fameux. « Une vraie enquête nationale

## Plaidoyer d'un neurologue pour la bonne bouffe

« La bonne santé du corps et du cerveau passe par l'alimentation et le plaisir nutritionnel. » C'est un spécialiste de la biologie du cerveau qui l'affirme. Et en publiant *La diététique du cerveau*, Jean-Marie Bourre, directeur à l'Institut national de santé et de recherche médicale (INSERM), en France, fait l'éloge du goût, voire de son utilité sur le plan alimentaire. Un trait de culture bien français.

« Le drame du fast-food, c'est qu'il ne flatte que les perceptions de la langue — le sucré et le salé — qui sont des perceptions innées, inscrites dans nos chromosomes, explique-t-il. En revanche, toutes les autres perceptions, celles des odeurs, des arômes, c'est culturel. Ça doit être appris. En France, on voit se développer des écoles du goût qui apprennent justement aux enfants à goûter les aliments. De cette pédagogie, qui fait défaut aux nord-américains, dépend une bonne alimentation, une bonne santé. »

Ce médecin et ingénieur chimiste part d'un constat tout simple mais lourd de sens : on connaît peu le rôle joué par notre cerveau dans le processus de l'alimentation. « On dit aux gens de manger en pensant à leur cœur, leurs artères, leurs reins, leur foie. Pourtant, ils devraient aussi penser à leur cerveau, qui commande tous ces organes. De plus, c'est le cerveau qui est à la source du plaisir alimentaire, ce qui est peut-être plus déterminant qu'on ne le croit en diététique. »

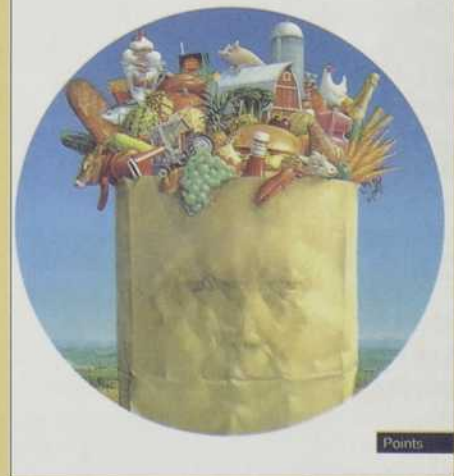
« Un repas qui n'a pas de goût est plus difficile à digérer, poursuit-il. On l'a remarqué lors d'observations chez les astronautes et chez les personnes âgées. Conséquemment, on devine que cela peut conduire à des carences alimentaires. » Pour Jean-Marie Bourre, les épices, comme bien d'autres aliments, ont un rôle mal élucidé dans la diététique. « Dire qu'elles ont une valeur nutritionnelle nulle, c'est s'en tenir à leur valeur calorifique. C'est une vision étroite des choses. On sait qu'un grand nombre d'entre elles protègent les nutriments avant leur assimilation par l'organisme, parce que ce sont des anti-oxydants. De plus, elles relèvent le goût des plats. »

Ce qui n'est pas peu dire, car selon le médecin chercheur, « la jouissance du cerveau gourmand fonde son efficacité ». Bon appétit !

Jean-Marie Bourre

### La diététique du cerveau

de l'intelligence et du plaisir



Points



## Ce que bouffe le québécois chaque année

nous apprendrait beaucoup plus sur les carences alimentaires, soutient la diététiste Louise Desaulniers. Et une vraie enquête, ça se réalise en procédant à des analyses de sang ! » Or, la dernière étude de la sorte, l'*Enquête nutrition Canada*, remonte à 1972. Pourtant les habitudes alimentaires des Canadiens ont énormément changé depuis 20 ans. Au début des années 70, le pain de blé entier, le brocoli, le tofu et le yogourt n'avaient pas encore fait leur entrée massive sur nos rayons d'épicerie.

Nous obtiendrons bientôt les résultats d'une enquête nationale plus probante. L'organisme gouvernemental Santé Québec a en effet effectué des analyses sanguine en 1990 auprès d'environ 2200 personnes. « Il est clair qu'il faut effectuer de façon régulière des enquêtes semblables auprès de la population pour avoir une idée juste de ses habitudes alimentaires et pour ajuster nos politiques de santé en conséquence », souligne Lise Bertrand, coordonnatrice de l'enquête. Au moment de mettre sous presse, les résultats n'étaient toujours pas disponibles.

Une chose est assez sûre. Le pêcheur de Terre-Neuve n'a pas la même alimentation que l'agriculteur de la Saskatchewan, et les approximations touchant les habitudes alimentaires actuelles du citoyen moyen, contenues dans les *Recommandations sur la nutrition*, ne tiennent aucunement compte de cette différence. Le régime alimentaire d'une personne obèse ne peut pas être le même que celui d'un athlète ou d'une fem-

me enceinte, explique Nicole Saint-Jean Demers, présidente de la Corporation professionnelle des diététistes du Québec.

« Idéalement, l'apport des nutriments doit être calibré en fonction des besoins de l'individu, de sa capacité d'assimilation de certains nutriments, de son activité physique et de son état de santé », dit-elle. Quelqu'un a-t-il déjà vu un « Canadien moyen » ?

C'est pourquoi plusieurs spécialistes en diététique offrent à leur clientèle des bilans

nutritionnels personnalisés. Pour Nicole Saint-Jean Demers, les recherches ont montré la nécessité de régimes adaptés aux besoins individuels. Le diététiste doit par exemple tenir compte des allergies et de l'histoire familiale de son client, sans oublier ses choix nutritionnels, le végétarisme par exemple.

Il y a même des différences notables entre le Guide et le rapport qui l'a inspiré, les *Recommandations sur la nutrition*. Pour l'ancien, le Guide prône la retenue : « Si vous prenez plus de quatre consommations rapprochées ou plus de 14 consommations par semaine, il y a risque pour votre santé et votre sécurité. » On pense à des problèmes de cirrhose du foie, des accidents cérébro-vasculaires. Certaines études, mais pas toutes, ont trouvé un lien entre l'alcool et le cancer du sein. C'est pendant la grossesse que la toxicité de l'alcool aurait le plus d'impacts c'est la principale cause reconnue d'arriération mentale des jeunes enfants dans les pays industrialisés. Le Guide alimentaire recommande donc un verre par jour. Mais dans les *Recommandations sur la nutrition*, les scientifiques se montrent plus permissifs. La dose « autorisée » est deux fois plus grande, soit deux consommations par jour.

### Suivez le Guide

Le discours simplifié du Guide alimentaire cache de nombreuses incertitudes de la diététique.

Les multiples interactions des nutriments

### Thé, café : toujours suspect, jamais accusés

« Thé, café ? » Le rituel répété d'une table à l'autre par la serveuse prépare le client à recevoir l'addition de son repas. Une tasse, et une autre, puis il vient des jours où on les compte plus. Un usage modéré ? Pas plus de quatre tasses par jour, dit le Guide alimentaire. Il n'empêche que la réponse de l'organisme à la caféine varie d'une personne à l'autre, selon l'âge, le sexe, le poids, remarquent les scientifiques.

Mais la caféine ne cause pas le cancer, selon de récentes études épidémiologiques menées aux États-Unis. Reste qu'en ingurgitant cinq et six tasses par jour, les buveurs s'exposent davantage à des maladies cardiaques. Ou est-ce au contraire les gens stressés, dont le cœur est déjà maltraité, qui boivent aussi plus de café ? À partir de cinquante tasses par jour (faut le faire !), le caféinomane peut être en proie à une tachycardie, des convulsions, voire un coma.



## Ce que boit le québécois chaque année

### Maladies cardiaques : l'énigme du fer

**A**u printemps 1992, la presse américaine a largement fait état d'une étude finlandaise qui démontre que le fer est une des plus importantes causes de maladies cardio-vasculaires. Les chercheurs scandinaves avaient en effet constaté que le risque d'infarctus quadruple chez les individus qui présentent un taux de ferritine (une protéine qui assure le stockage du fer dans certains organes) élevé dans le sang. Alors faut-il cesser la consommation de mélasse, de boudin, de steak et d'épinards ?

Malgré les apparences, le lien de cause à effet n'est absolument pas établi, estime Marielle Ledoux, professeure au département de Nutrition à l'Université de Montréal. Dans un article publié en septembre 1992, dans la revue scientifique *Circulation*, elle souligne notamment que le taux de ferritine considéré « normal » pour les Finlandais (autour de 200 microgrammes par litre) est passablement plus élevé que celui habituellement enregistré chez les malades cardiaques en Amérique (100 microgrammes par litre). « Même les gros consommateurs de viande ne montrent pas de telles valeurs », dit-elle. La professeure s'interroge sur les causes de ce taux important de ferritine chez les Finlandais. Elle soupçonne certains médicaments.

restent encore à élucider. Par exemple, les réactions biologiques aux glucides complexes (pains, pâtes alimentaires et patates) peuvent varier considérablement, peut-être à cause de la façon dont l'intestin traite les divers aliments contenant les amidons, note le rapport *Recommandations sur la nutrition*.

Autre exemple tiré du même document : les graisses saturées et le cholestérol alimentaire peuvent tous deux augmenter le cholestérol sanguin, qui augmente notamment le risque de maladies cardio-vasculaires. Cependant, l'effet du cholestérol alimentaire varie beaucoup d'une personne à l'autre, en fonction notamment de facteurs génétiques. Le corps humain dispose aussi de mécanismes qui empêchent l'accumulation du cholestérol, mais l'efficacité de ces mécanismes

varie aussi d'une personne à l'autre.

Il y a même ce que des chercheurs américains ont appelé le « paradoxe français ». Dans le sud-ouest de la France, les gens se

tartinent allègrement du pâté de foies gras d'oie — spécialité régionale — sur du pain baguette. Malgré cette consommation importante de graisses animales, le taux de cholestérol sanguin de ces Français gourmands semble tout à fait normal. Ce qui n'est pas le cas des Japonais, qui ont pourtant un régime beaucoup plus faible en gras. Le « Canadien moyen » de la côte Ouest a de bonnes chances d'avoir des ancêtres asiatiques; celui du Québec, des ancêtres français.

Le Guide alimentaire n'est donc pas une Bible. Ce n'est qu'un... guide, rappelle Nicole Saint-Jean Demers. « Il fournit des balises tout en étant un outil de sensibilisation pour la population. En allant chercher des produits dans chacun des quatre groupes alimentaires, les gens sont certains d'obtenir les vitamines, les protéines, les calories, bref, les nutriments dont ils ont besoin. » Mais de là à suivre le Guide aveuglément... ●

L'ÉQUILIBRE

Les diététistes du Québec peuvent vous aider à obtenir et à maintenir cet équilibre, vous guidant ainsi vers une meilleure santé globale.

  
 Corporation professionnelle des diététistes du Québec  
 514 • 393 • 3733

par Raynald Pepin

# En voiture !

On y mange, on y écoute de la musique, on y fait l'amour, on y dort, on y meurt parfois. Le Nord-Américain moyen la traîne avec lui, comme un escargot sa coquille. Pour le meilleur et (souvent) pour le pire, l'automobile est omniprésente dans nos vies.

**N**e comptez pas sur moi pour vous parler d'alternateur ou de maître-cylindre, c'est à peine si je sais ouvrir un capot. Heureusement, la conduite d'une auto met en cause de nombreux détails scientifiques intéressants. En voiture !

## Le plein d'essence froide, SVP

Le réservoir est presque vide, commençons donc par un petit tour à la station-service. Comment la quantité d'essence fournie est-elle mesurée ? « L'essence entraîne une petite turbine, explique Michel Leduc, gérant montréalais de la Division des poids et mesures (Consommation et affaires commerciales Canada), responsable de la vérification des pompes. Le nombre de tours de la turbine détermine le volume d'essence vendu. » Pour vérifier le calibrage, les inspecteurs utilisent des contenants de 20 litres munis d'un col calibré, qu'ils remplissent jusqu'à ce que la pompe affiche 20 litres. Le col est long et mince, et donc très précis. La tolérance est de 100 millilitres sur 20 litres, soit 0,5 %.

Récemment, des compagnies comme Ultramar, Shell et Esso ont commencé à installer des compensateurs de température sur leurs pompes. Dans toute l'industrie pétrolière, en effet, les volumes vendus sont évalués comme si le carburant se trouvait à une température de 15 °C. Or la densité de l'essence varie selon la température : plus il fait froid, plus l'essence est dense. Par exemple, si l'essence entreposée dans le sol se trouve à



Que ferait le Nord-Américain moyen sans sa voiture ?

0 °C, elle est 2 % plus dense que la norme. À volume égal, le consommateur obtient ainsi 2 % plus de carburant... ce qui n'est pas avantageux pour le détaillant.

La température moyenne (sur une année) de l'essence vendue au Québec est d'environ 9 °C. Les détaillants ont donc avantage à installer des systèmes de compensation. Dans les nouvelles pompes, une sonde mesure la température et un microprocesseur ajuste le volume indiqué pour compenser toute différence de densité avec une essence à 15 °C. « La compensation est avantageuse pour les pétrolières en hiver, mais c'est le consommateur qui y gagne en été », dit Michel Leduc.

## Frottez fort

C'est le moteur qui fait avancer votre auto, pensez-vous ? Pas exactement. Si l'auto ne touche pas à terre, vous aurez beau écraser le champignon, l'auto ne bougera pas d'un poil. C'est plutôt le frottement exercé par le

sol qui fait avancer l'auto. La meilleure preuve, c'est qu'il est difficile de démarrer sur une chaussée verglacée.

Ne démontez pas votre moteur tout de suite, il sert quand même à autre chose qu'à enrichir les mécaniciens. Lorsque les roues tournent, la partie du pneu qui touche au sol tend à glisser vers l'arrière. Mais le frottement du pneu sur le sol l'en empêche. La force de frottement qui s'oppose au glissement du pneu vers l'arrière est nécessairement dirigée vers l'avant. C'est elle qui propulse l'auto ! Et le rôle du moteur ? Faire tourner les roues, ce qui est quand même essentiel pour produire la force de frottement.

Tout le comportement de l'automobile dépend du frottement. Voyons quelques exemples. Plus l'auto est lourde, plus les pneus seront écrasés sur le pavé et meilleur sera le frottement. C'est pourquoi certaines personnes alourdissent leur auto l'hiver, en laissant dans le coffre sacs de sable ou vieux journaux.

Cette méthode est surtout utile pour les véhicules à propulsion arrière ; avec une traction avant le moteur se trouve au-dessus des roues motrices, ce qui est amplement suffisant pour améliorer l'adhérence.

Quand on grimpe une côte, les roues arrière supportent davantage de poids. C'est le contraire pour les roues avant, dont l'adhérence diminue, ce qui peut constituer un problème avec une traction avant. Une de mes amies a vécu l'expérience avec sa traction : elle n'arrivait pas à monter une petite côte raide, sur un chemin de terre dans un camping. Elle s'en est sorti en montant à reculons ! De cette façon, le poids reposait sur les roues motrices. Ingénieux !

Quand on freine, la voiture pique du nez. Les roues arrière supportent alors moins de poids qu'à l'habitude, ce qui réduit le frottement. Cette diminution est d'autant plus grande que la décélération est brutale. Si on freine dans un virage, les roues arrière dérapent plus facile-

ment. Cet effet se remarque encore plus à vélo, car la perte de poids sur la roue arrière augmente quand le centre de gravité est haut, et la distance entre les roues, faible. Il vaut donc mieux éviter de freiner dans un virage.

Mieux encore, quand la situation s'y prête, on peut accélérer dans les virages, ce que font les pilotes de course. Cette manœuvre déporte le poids vers l'arrière et rend les roues arrière moins susceptibles de déraper, ce qui permet de négocier le virage à une vitesse plus élevée. En passant, le frottement n'augmente pas avec la largeur du pneu. Les autos de course sont équipées de pneus larges parce que de tels pneus, avec leur surface plus grande, absorbent davantage de chaleur avant de fondre.

### Déraper sans avancer

Si vous êtes probablement déjà arrivé : vous démarrez sur une chaussée glacée, les roues arrière patinent, l'auto n'avance pas. Au contraire, elle glisse vers le côté et se ramasse dans le banc de neige... ou le fossé. Que s'est-il passé ?

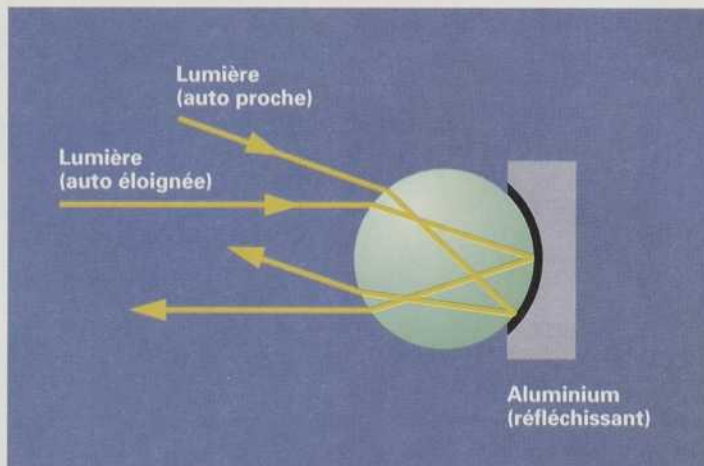
La chaussée est bombée pour faciliter l'écoulement de l'eau. Il y a donc une petite pente vers l'extérieur. Tant que les roues sont immobiles, le frottement les retient et empêche le glissement latéral. Par contre, quand une roue patine, le frotte-

ment s'oppose au mouvement global du pneu. Il s'approche donc de l'axe avant-arrière. Ce frottement n'est pas suffisant pour propulser l'auto vers l'avant. Pire, sa composante latérale devient très faible... assez faible pour ne plus retenir le glissement vers le côté. La roue, et donc l'auto, commencent à se déplacer lentement, mais pas dans la direction que vous voudriez !

### Clair de phare

Même avec de bons phares, bien voir la nuit n'est pas facile. Quand l'intensité lumineuse est faible, les pupilles des yeux se dilatent. Comme pour un appareil photo dont on ouvre davantage le diaphragme, la profondeur de champ diminue et l'image devient plus floue. Dans l'obscurité, tout le monde est un peu myope !

S'il pleut, la situation empire. Quand la chaussée est mouillée, les lignes semblent disparaître. C'est que le film d'eau présent sur la chaussée réfléchit la lumière des phares vers l'avant, comme le ferait un miroir. Peu de lumière est retournée vers l'arrière, soit vers le conducteur. (Sans eau, la lumière est réfléchie dans toutes les directions, et donc entre autres vers les yeux du conducteur). Quand on connaît ce genre de détails, il me semble qu'on est moins porté à foncer à 100 km/h par une nuit pluvieuse...



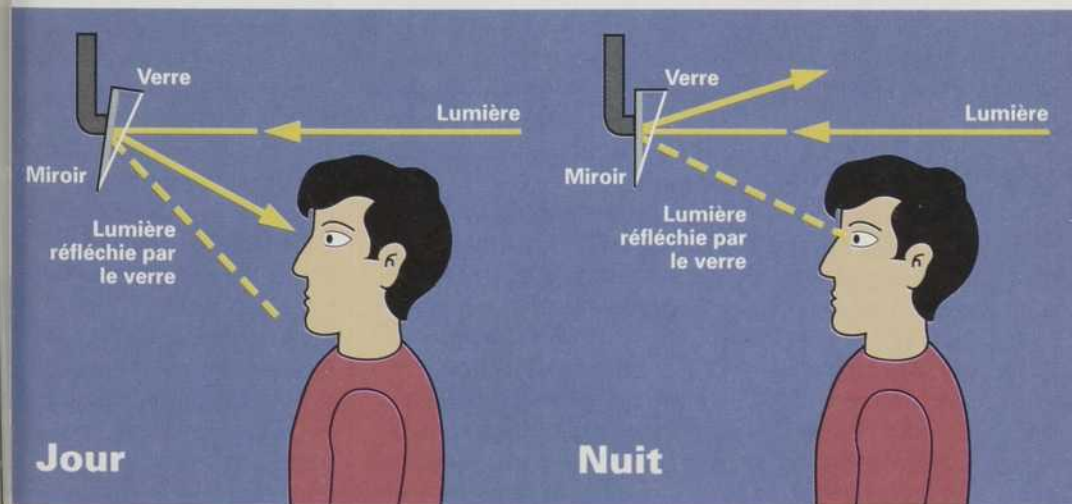
C'est le phénomène inverse qui se produit avec les panneaux indicateurs, plus faciles à distinguer. Ils réfléchissent en effet la lumière des phares dans la direction de laquelle elle provient. Ces panneaux consistent en un fond métallique sur lequel est collé du Scotchlite, explique Guy Siconnelly, de Transports Québec. « Ce sont des microbilles de verre fixées sur une fine couche d'aluminium réfléchissante, et encapsulées dans une matrice de plastique, précise Dave Wilkins, du *Technical Lab for Traffic Control* de 3M Canada, qui produit le Scotchlite. La lumière est réfractée en entrant dans une bille (elle change légèrement de direction). Puis elle est réfléchie par la couche d'aluminium, légèrement bombée derrière chacune des microbilles. Enfin, la lumière sort de la bille. Elle est réfractée de nouveau en sortant...

et redevient parallèle à sa direction d'arrivée. Jusqu'à 45°, la lumière est ainsi renvoyée exactement dans sa direction d'arrivée (voir l'illustration ci-dessus).

### Le secret des rétroviseurs « de nuit »

Le rétroviseur « de nuit », utilisé en conduite nocturne afin d'éviter l'éblouissement provoqué par les phares des autos qui suivent, fait appel à un autre principe de la physique optique. Chaque fois que la lumière rencontre une interface air-verre ou verre-air, une petite fraction de la lumière, au moins 4 % du faisceau, est réfléchie comme sur un miroir. Le reste de la lumière traverse l'interface et continue son chemin (voir l'illustration ci-contre).

Dans un rétroviseur de « nuit », une plaque de verre se trouve devant le miroir. L'orientation de cette plaque est légèrement différente de celle du miroir. Un levier permet de basculer le rétroviseur vers le haut. Dans cette position, le miroir réfléchit la lumière venant de l'arrière vers le plafond de l'auto, mais la plaque de verre prend l'orientation normale du miroir. Elle réfléchit alors 8 % ou un peu plus de la lumière vers les yeux de la personne qui conduit. Un système analogue comprend un rétroviseur fixe, le miroir étant orientable et la plaque de verre restant immobile. ●



par Danielle Ouellet

# Quand Pasteur « arrangeait » ses résultats

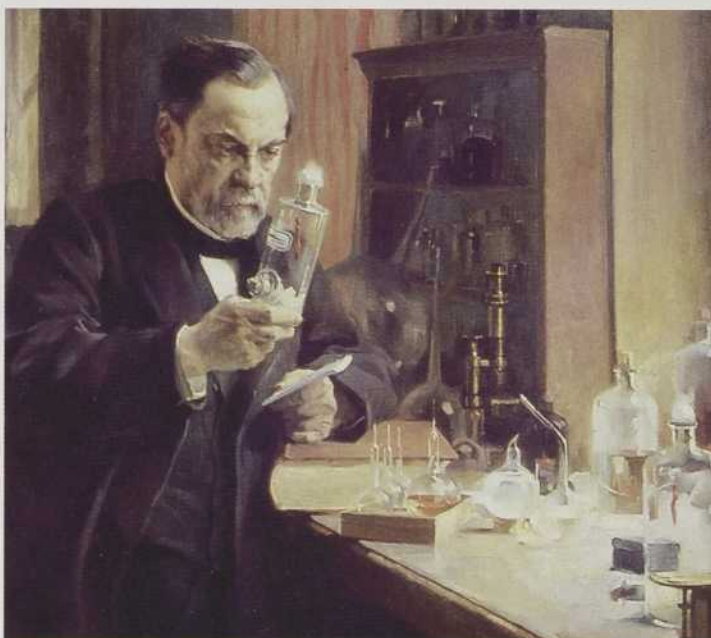
Les découvertes de Louis Pasteur ont profondément bouleversé la biologie et la médecine. Mais l'histoire officielle des travaux de ce scientifique génial ne raconte pas tout.

**L**ouis Pasteur, le père de la vaccination, s'est permis d'« arranger » la vérité lors d'expériences célèbres dans l'histoire de la médecine. C'est ce que constate aujourd'hui l'historien Gerald Geison, de l'Université Princeton, dans le New Jersey. Depuis dix-huit ans, il examine attentivement une centaine de cahiers de notes de Louis Pasteur. Ce n'est qu'au début des années 60 que ces cahiers ont été mis à la disposition des historiens, après le décès du dernier descendant mâle de Pasteur.

« D'Antoine de Lavoisier à Claude Bernard, jusqu'aux scientifiques contemporains, il est courant de voir des différences entre les notes de laboratoires et les publications officielles, explique le professeur Geison. Et Pasteur ne fait pas exception à la règle. Mais dans deux cas bien précis, il est allé très loin. » Ces deux écarts de conduite se sont produits lors d'expériences sur la rage et sur le charbon des moutons, une maladie infectieuse habituellement mortelle.

À l'époque, la renommée de Louis Pasteur dépassait déjà les frontières françaises. Le jeune homme moyennement doué pour les études et destiné par son père à devenir peintre était devenu l'un des scientifiques les plus reconnus de son époque. Il s'était intéressé à la fermentation et avait vivement combattu l'idée de la génération spontanée, qui avait cours depuis Aristote, et qui était encore généralement acceptée.

Aussi, lorsqu'il annonça, au printemps 1881, qu'il allait démontrer l'efficacité de son vaccin



Les notes de laboratoire de Pasteur étaient souvent différentes des résultats qu'il publiait.

en réalisant une expérience publique sur des moutons, la France toute entière avait les yeux tournés vers lui. Trois ans auparavant, il avait découvert que les troupeaux français étaient extrêmement vulnérables aux maladies : près de 10 % succombaient régulièrement. Un chercheur allemand, Robert Koch, avait déjà montré que l'apparition de la maladie chez les moutons était causée par les germes du charbon. Il restait cependant encore beaucoup de questions à régler. Pasteur s'y était attaqué avec passion, comme pour tout ce qu'il étudiait. Il avait poussé plus loin les expériences de Koch et avait conclu que, même enterés, les animaux demeuraient contagieux. La maladie était propagée par les vers de terre qui remontaient à la surface et qui contaminaient les pâturages. Il fallait donc brûler les carcasses

le plus tôt possible.

Le 28 février 1881, Pasteur, qui cherche à mettre au point un vaccin, présente ses travaux devant les membres de l'Académie des sciences. Informé, un vétérinaire au nom prédestiné, monsieur Rossignol, entreprend de le convaincre de tenter une expérience publique. Il en parle à qui veut l'entendre et bientôt, des gens de tous les milieux attendent l'événement avec impatience. Pasteur décide de se lancer dans l'aventure, à la condition de déterminer lui-même les conditions de l'expérience. C'est ainsi que 25 moutons allaient recevoir son vaccin et 25 autres formeraient le groupe témoin. On injecterait ensuite le germe du charbon à tous les moutons. Pasteur est formel : « Tous les moutons du premier groupe survivront tandis que tous les autres mourront ».

## À qui le vaccin ?

Au cours des préparatifs, Pasteur montre une confiance et un calme inébranlables, malgré les nombreux prophètes de malheur qui se délectent à l'avance de son échec. L'expérience a finalement lieu en mai, à la ferme de Pouilly le Fort. À la dernière minute, un des moutons vaccinés montre des signes inquiétants, sa température augmente. Pasteur succombe au stress et passe une nuit d'enfer, accusant ses collaborateurs de négligence. Mais le mouton s'en sort sain et sauf, comme tous les autres de son groupe. La réussite de Pasteur lui fait rapidement oublier ses angoisses.

C'est ici que Geison pose un sérieux bémol. Sa lecture attentive des notes de laboratoire de Pasteur l'a convaincu que le vaccin utilisé n'était pas celui de Pasteur mais plutôt un vaccin préparé par un obscur vétérinaire du nom de Jean-Joseph-Henri Toussaint, qui lui avait soumis son idée. Pasteur s'en est littéralement emparé pour préparer plus rapidement un vaccin efficace. « Il a délibérément écarté un adversaire, précise Geison, pour s'approprier des subventions gouvernementales pour ses recherches. » Le vaccin de Pasteur n'a été mis au point que quelques mois plus tard.

## La rage

L'autre écart de Pasteur concerne le vaccin contre la rage, qui allait lui assurer une gloire immortelle. Il commençait à tester son vaccin sur des animaux quand un jeune garçon accompagné de ses parents vint frapper à sa porte pour demander de

# Les sciences... Autrement

par Danielle Ouellet

l'aide. Le garçon venait d'être mordu par un chien enragé et sa seule perspective était la mort. Même s'il n'avait pas encore prouvé l'efficacité de son vaccin, Pasteur finit par céder aux demandes des parents et guérit le jeune Joseph Meister.

« Il a attendu trois mois, pour être certain de la guérison, avant de publier officiellement les circonstances de l'expérience, raconte Geison. Son rapport officiel indique qu'il avait déjà testé son vaccin sur une cinquantaine de chiens avant de le donner à un humain. Par contre, les cahiers de notes révèlent que quelques chiens seulement avaient reçu le vaccin, et cela avant d'être inoculés par la rage, contrairement au jeune Meister. »

Dans ce cas, il n'y avait pas de mal à utiliser prématurément un vaccin puisque la rage conduisait inévitablement à la mort. Ce que Geison reproche à Pasteur, cependant, c'est d'avoir publié un coup de fausses informations où il laissait croire que ses recherches étaient beaucoup plus avancées qu'elle ne l'étaient réellement lorsqu'il décida de tester le vaccin. Il aurait pu s'en tenir à la vérité.

Les travaux de Geison apportent un nouvel éclairage sur la découverte de la vaccination. Même si elles ne changent rien au passé, ces informations alimentent notre réflexion encore jeune sur l'éthique de la pratique scientifique. « Ce que je reproche surtout à Pasteur, conclut Geison, c'est d'avoir délibérément trompé le public et la communauté scientifique en agissant en totale contradiction avec ses propres principes. » Où en est son regard sur nous Pasteur, après toutes ces années de recherches ? « J'ai changé d'avis plusieurs fois, mais aujourd'hui, je dirais que si je ne voyais pas particulièrement l'homme qu'il était, je conserve toute mon admiration pour le scientifique ». ●

Danielle Ouellet est docteure en histoire des sciences.

Depuis un an, les Éditions Autrement s'intéressent aux sciences. Cette maison d'édition se démarque par sa manière originale d'aborder des thèmes comme le courage, la beauté, l'intimité, les pensées des philosophes, ou encore la visite de villes contemporaines et antiques. L'esprit du sujet a toujours préséance et les faits sont au service de la réflexion.

La jeune série *Science en société* vient tout juste de célébrer son premier anniversaire, avec déjà neuf titres à son crédit. Rejointe à son bureau de Paris, la directrice de la série, Béatrice Ajchenbaum-Boffety, en précise l'esprit : « Nous souhaitons réfléchir avec et pour le grand public sur la place de la science et de la technologie dans la société, et sur notre capacité à comprendre ce qui se passe ».

C'est ainsi que le livre *Technologies du quotidien* propose par exemple un texte très drôle sur la vaisselle. On y apprend que le monde se divise en deux : les adeptes du lave-vaisselle et ceux qui refusent de le laisser entrer dans leur vie. Suivent un lexique poétique sur le réfrigérateur, l'étude des conceptions culturelles et affectives de la lessive, l'influence du téléphone et du Minitel sur la sociabilité, la nouvelle gestion de l'espace domestique avec le four à micro-ondes, gérer chimiquement son humeur, le tout dans un style où l'humour est toujours présent.

Les livres de la collection s'adressent à tous, même à ceux qui ne connaissent rien au sujet. *La Cité des chiffres*, ou l'illusion des statistiques, illustre bien cet



effort. Quoi de plus rébarbatif, pour le commun des mortels, que les études statistiques, qui, lorsqu'elles ne semblent pas se contredire, sont souvent si hermétiques qu'on n'ose pas les aborder ? Et pourtant, nous n'avons pas le choix, comme le constate l'un des auteurs : « L'arithmétique est devenue le mode général de la pensée ». En réalité, les statistiques ne sont ni vraies ni fausses, elles sont relatives, il faut leur adjoindre un discours.

La série est récente, elle doit se faire connaître. Mais Béatrice Ajchenbaum-Boffety est confiante : « Ce sont des livres de référence dont la durée de vie

peut être longue. Certains pourront être réactualisés ». C'est le cas de *La Terre outragée*, publié en janvier 1992, dont les idées sur l'environnement évoluent à grande vitesse. Ce livre se termine avec une réflexion originale sur le droit de l'homme à l'erreur, véritable soupir de soulagement à la fin d'une série de critiques sur les outrages que fait subir l'humanité à la Terre.

Les textes sont généralement courts et facilement abordables : « Nous demandons aux auteurs de s'exprimer très clairement, précise Béatrice Ajchenbaum-Boffety, et de s'efforcer d'adopter un style plutôt drôle. La plupart acceptent de jouer le jeu, et nous travaillons de près avec les plus récalcitrants ».

**Titres déjà parus dans la série *Science et société* des Éditions Autrement.**

**1992 :** *La Terre outragée*, *Tokyo séisme*, *Technologies du quotidien*, *Corps surnaturé*, *Cité des chiffres*, *Sexe des sciences*, **1993 :** *Science, pouvoir et argent*, *Contributions directes de la science à la lutte contre l'humanité*, *Contributions indirectes de la science à la lutte contre l'humanité*. ●

## Spectacle

### Oasis dans l'espace

Du 13 mai au 6 septembre 1993  
Planétarium Dow de la Ville de Montréal  
1000, rue Saint-Jacques Ouest, Montréal (514) 872-4530.

C'est grâce à ses caractéristiques très particulières que la Terre peut héberger la vie. Aucune autre planète du système solaire ne présente les conditions qui permettraient l'apparition d'êtres vivants.



### Le retour du bar rayé

Ce poisson jadis abondant avait pratiquement disparu du Saint-Laurent. On tente aujourd'hui de le réintroduire.

### Hibernia, le pétrole des glaces

Le mégaprojet Hibernia sera-t-il un jour rentable ? Tout le monde se pose la question. Chose certaine, c'est un des projets d'ingénierie les plus ambitieux jamais réalisés au Canada.

### Rencontre avec Henri Atlan

Systèmes auto-régulés, intelligence artificielle, théorie de l'information, le philosophe Henri Atlan se passionne pour la complexité. *Québec Science* l'a rencontré.

## SUPPLÉMENT DE 32 PAGES

### Le guide des vacances scientifiques et technologiques au Québec

Les musées, les parcs, les visites guidées, les industries, toutes les activités scientifiques et technologiques de la région où vous passerez vos vacances.

## Adoptez-moi !

Grâce à vous, amis lecteurs, qui achetez ce numéro de *Québec Science* en kiosque et participez au concours, ainsi qu'aux gens de Messageries Dynamiques qui ont la responsabilité de la distribution en kiosque du magazine, moi Flippo le béluga, serai bientôt en mesure de recevoir officiellement mon acte d'adoption. Plus vite vous participerez au concours, plus vite je serai adopté.

## Gagnez un séjour

**de 3 jours et 2 nuits pour deux personnes à l'Hôtel Tadoussac et une croisière d'observation des baleines.**

Votre geste vous donnera également la chance de gagner une fin de semaine pour deux à l'Hôtel Tadoussac, au cours de laquelle vous aurez l'occasion d'aller observer les baleines à l'embouchure du Saguenay et, qui sait, peut-être d'y apercevoir notre futur adopté !

Si vous avez acheté ce magazine chez un détaillant, remplissez tout simplement le coupon ci-dessous, puis découpez et remettez-lui cette annonce complète (les fac-similés ne sont pas acceptés). Vous serez ainsi automatiquement inscrit au concours.

Estampe du détaillant

Remettez au détaillant qui vous a vendu ce numéro de *Québec Science*

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Tél. : ( ) \_\_\_\_\_

Route





## L'AVENIR NOUS TRANSPORTE.

À l'aube du prochain millénaire, les impératifs économiques, sociaux et politiques convergent tous vers un même point : un développement durable et responsable.

Les instances gouvernementales exigent désormais des fabricants automobiles des produits moins lourds et, surtout, moins lourds de conséquences. Léger, durable, recyclable et résistant à la corrosion, l'aluminium peut être utilisé efficacement tant dans la structure que dans les panneaux extérieurs des véhicules.

Deux fois plus léger que l'acier, il permet aussi aux fabricants de construire des automobiles qui consomment moins d'essence et produisent moins d'émissions de gaz d'échappement.

Aujourd'hui, tous les fabricants automobiles reconnaissent les avantages de l'aluminium. Alcan a d'ailleurs établi trois centres de génie appliqué pour l'industrie de l'automobile en Europe, aux États-Unis et au Japon qui, de pair avec les constructeurs, se sont consacrés aux applications de l'aluminium dans le secteur du transport de même qu'au développement de véhicules entièrement recyclables.

Pour Alcan, cette façon de faire trace la voie du développement durable. C'est aussi le signe manifeste du bon sens en affaires.

ALCAN.  
UNE FORCE SENSIBLE.

*De main de maître<sup>MC</sup>...*

*en droit  
de l'environnement*

*S*eule une équipe multidisciplinaire permet une vision claire et offre une maîtrise complète des questions de droit de l'environnement.

Chez Ogilvy Renault, vous trouverez une équipe d'avocats formés dans plusieurs domaines de pratique, dont certains possèdent aussi une formation universitaire complémentaire en biologie, en génie, en relations industrielles ou en sciences politiques et ont acquis une compétence exceptionnelle en droit de l'environnement.

Des questions soulevées lors des transactions ou du financement d'une entreprise aux obligations de décontamination, des conseils sur la conformité aux lois et règlements environnementaux aux litiges concernant la responsabilité civile ou pénale, l'équipe du droit de l'environnement d'Ogilvy Renault sera à vos côtés.

L'avantage d'Ogilvy Renault, c'est de vous offrir l'alliage unique d'une connaissance profonde des questions environnementales et d'une performance reconnue en droit traditionnel.

*L'alliage tradition ~ innovation<sup>MC</sup>*

OGILVY  
RENAULT

AVOCATS

Montréal Ottawa Québec

Osler Renault Ladner  
Londres Paris Hong Kong New York

Swabey Ogilvy Renault  
Montréal Ottawa

© Ogilvy Renault, 1993

