

3,25 \$

Volume 29, numéro 7

MARS 1991

QUÉBEC SCIENCE

DANGER AU LABO!

PRÊTER SON CORPS POUR LA RECHERCHE

VERS
UNE AGRICULTURE
DURABLE

HAUTE TENSION
SOUS LE FLEUVE

UN CHAOS ORDONNÉ

HAROUN TAZIEFF:
LA COLÈRE

LES DERNIERS-NÉS D'UNE GRANDE FAMILLE



Les nouveaux télécopieurs ImageFax,^{MC} derniers-nés de la grande famille de Bell Canada, profitent de la réputation solide de Bell au niveau de la fiabilité et du service.

De leur côté, les entreprises qui se procurent un télécopieur ImageFax profitent de l'expérience et de la compétence des conseillers de Bell, et bénéficient en tout temps d'un service hors pair. Et afin de les assurer d'une plus grande tranquillité d'esprit, les utilisateurs sont même reliés par téléphone à un centre de diagnostic. On peut ainsi au moyen d'un simple appel téléphonique identifier l'origine de tout problème, qu'il provienne de l'appareil lui-même ou

de la ligne de transmission, et intervenir rapidement.

Les nouveaux télécopieurs ImageFax EX et LX sont compacts et simples à utiliser. Le modèle LX est pourvu d'une mémoire de 6 pages et d'une capacité d'alimentation de 30 pages, alors que le modèle EX, auquel on a intégré un répondeur, est doté d'une capacité d'alimentation de 10 pages.

Ces télécopieurs sont offerts à prix concurrentiels et il est possible à ceux qui ne désirent pas en faire l'achat direct de profiter d'une location avec option d'achat, selon les modalités du Contrat à tarifs fixes de Bell. Pour en savoir plus long, composez sans frais le 1 800 361-BELL.

Bell
des gens de parole

ARTICLES

18 Danger au labo

La santé et la sécurité au travail, cela s'applique aussi, et peut-être même surtout, aux travailleurs et travailleuses de laboratoire.

Par Yvon Larose



Page 18

26 Éthique : prêter son corps à la science

Des réponses aux questions d'éthique que suscite de plus en plus la recherche médicale dépendent les grandes orientations de la médecine.

Par Claire Chabot



Page 32

32 Vers une agriculture durable

En santé et en environnement, tout n'est pas noir, et l'une des plus belles promesses d'avenir est sans doute celle de l'agriculture durable.

Par Éline Hémond

40 Haute tension sous le fleuve

Hydro-Québec « sait faire », et il n'y a pas que sous la Manche que le creusage d'un tunnel peut donner lieu à des percées technologiques.

Par Claire Gagnon



Page 40

47 La dernière colère d'Haroun Tazieff

Celui qui a défié tant de volcans n'a pas froid aux yeux quand il s'agit de dénoncer l'alarmisme et l'escroquerie, en écologie.

Par Raymond Lemieux

50 Un chaos ordonné

L'idée n'est pas nouvelle : du chaos naît l'harmonie, du désordre, un ordre nouveau, de l'impossibilité de calculer l'infini, une discipline nouvelle.

Par Pierre Sormany



Page 50

CHRONIQUES

11 ACTUALITÉ

Par l'Agence Science-Press

Le meilleur ami de la grenouille

Science et droit

Prévenir la maladie d'Alzheimer?

L'étiquette du saumon

Une sur trois, c'est le bonheur!

La radio pour les pommes de terre

Vitamines et cancer

Tout a été dessiné

56 LA DIMENSION CACHÉE

Les balles sauteuses

Par Raynald Pepin

5 ENTRE LES LIGNES

6 COURRIER

59 EN VRAC

61 À LIRE

La vie dans l'Univers

*Une aurore de pierres:
aux origines de la vie*

Ces espèces qui disparaissent

Mieux vivre avec son environnement

62 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par les Presses de l'Université du Québec. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.
Télex: 051-31623
Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec
Premier trimestre 1991, ISSN-0021-6127
Répertorié dans Point de repère et dans l'Index des périodiques canadiens.
© Copyright 1991 - QUÉBEC SCIENCE
PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

**QUÉBEC SCIENCE
EXPLORE**

**Chaque page de votre magazine
Québec Science peut vous réserver d'agréables surprises.**
(Pour devenir membre, voyez à la page 49).



Voir page 4

- SATISFACTION GARANTIE**
- Vous pouvez retourner au fournisseur qui vous expédiera le produit commandé, toute marchandise (sauf un produit personnalisé) pour un remboursement complet, à condition de le faire dans les quinze (15) jours suivant la réception. L'article doit être retourné dans son emballage original, en parfait état et en compagnie d'une copie de la facture. Vous devez également acquitter les frais de transport.
- AUCUN COLIS EXPÉDIE *PORT DU* NE SERA ACCEPTÉ.**

QUÉBEC SCIENCE

2875, boul. Laurier
Sainte-Foy (Québec) G1V 2M3
Tél.: (418) 657-3551 Abonnements: poste 2854
Rédaction: (418) 657-3551 poste 2426

On peut rejoindre la rédaction
de *Québec Science* par courrier électronique,
au numéro Infopuq QS 00100,
ou par télécopieur: (418) 657-2096

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION

Jacki Dallaire

Révision linguistique
Robert Paré

Recherches iconographiques
Ève-Lucie Bourque

Comité de rédaction

Gérard Arguin, Ève-Lucie Bourque,
Jacki Dallaire, Richard Hodgson,
Gilles Lachance, Yvon Larose, Patricia Larouche,
Angèle Tremblay

Collaborateurs

Ève-Lucie Bourque, Claire Chabot,
Françoise Côté, Marie-Noëlle Delatte,
Pierre Dubois, Bernard Duchesne, Claire Gagnon,
Sylvie Gourde, Daniel Guérin, Éline Hémond,
Monique Lambert, Yvon Larose, Lyne Lauzon,
Raymond Lemieux, Gilles Parent, Raynald Pepin,
Jean-Guy Rens, Sylvie Varin
Agence Science-Press (514) 522-1304

PRODUCTION

Conception graphique
Richard Hodgson

Typographie
Raymond Robitaille

Photo couverture
Brigitte Ostiguy

Séparation de couleurs
Les ateliers haut registre inc.

Impression
Imprimerie l'Éclaireur

COMMERCIALISATION

Promotion
Marie Prince

Publicité
Jocelyne Savard

Abonnements
Nicole Bédard

Distribution en kiosques
Messageries dynamiques

Québec Science remercie le gouvernement
du Québec de son aide financière accordée
dans le cadre du Programme de soutien
aux revues de culture scientifique et technique.

Membre de: The Audit Bureau **CPPA**

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

Abonnements

Au Canada:	1 an (10 numéros):	29,96 \$
	Groupe (10 ex./même adresse):	26,75 \$
	2 ans (20 numéros):	52,43 \$
	3 ans (30 numéros):	72,76 \$
	À l'unité:	3,25 \$
À l'étranger:	1 an (10 numéros):	39,00 \$
	2 ans (20 numéros):	68,00 \$
	3 ans (30 numéros):	95,00 \$
	À l'unité:	4,00 \$

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de:
DAWSON FRANCE, B.P. 57
91871 Palaiseau, Cedex, France

Pour abonnement ou changement d'adresse:
QUÉBEC SCIENCE
C.P. 250, Sillery G1T 2R1

Entre les lignes

DU CHAOS À LA DISCIPLINE

Les temps sont difficiles. On n'a pu éviter la guerre ni la récession, et tous ces désordres engendrent la peur et l'insécurité. Y a-t-il encore de bonnes nouvelles? Où sont les raisons d'espérer?

L'inexplicable constitue sans doute le défi scientifique par excellence. Pourtant, les calculs les plus poussés débouchent encore sur le désordre. Dans le premier de deux articles, Pierre Sormany nous apprend que le chaos cache une harmonie profonde, un ordre nouveau – et aussi une nouvelle discipline: la science du chaos.

Une autre forme de chaos, très préoccupante pour la société, naît de la rapidité des progrès technologiques dans les sciences de la vie et de la santé. Ici aussi, comme le montre Claire Chabot, une nouvelle discipline (dans tous les sens du terme) s'impose. L'éthique en science, devenue inévitable, remettra-t-elle à l'honneur la philosophie?

Les laboratoires eux-mêmes ne sont pas à l'abri du chaos. Les dangers y sont multiples et menacent la vie et la santé des scientifiques et des techniciens. Yvon Larose nous explique qu'il faudra désormais mettre plus d'ordre et de discipline dans les normes de protection de ces lieux dangereux.

Pour les ingénieurs et les travailleurs qui ont creusé le tunnel sous le fleuve, entre Grondines et Lotbinière, le danger est aussi un compagnon de travail. Mais, nous raconte Claire Gagnon, cela ne les a pas empêchés d'aider Hydro-Québec à effectuer de nouvelles percées technologiques – qui risquent pourtant de rester sans lendemains.

S'il est une raison d'espérer, dans la grisaille de tous ces problèmes, ce sont les idées nouvelles qu'engendrent les préoccupations environnementales. Ainsi, le concept de développement durable a déjà enfanté celui de l'agriculture durable, dont nous parle Éline Hémond. Saurait-on enfin pourquoi le vert est la couleur de l'espoir?

Tout n'est donc pas noir. Raymond Lemieux a même rencontré quelqu'un qui refuse de céder à l'alarmisme: le célèbre volcanologue Haroun Tazieff, dont on ne peut mettre en doute la crédibilité. Celui-ci s'élève avec véhémence contre les faux problèmes que constituent, selon lui, le trou dans la couche d'ozone et le réchauffement de la planète.

Ouf! On n'en aura pas trop des chroniques habituelles, ce mois-ci, pour alléger un peu le menu et nous faire oublier, temporairement, nos soucis. Et, comme dit la chanson, « le printemps reviendra ».

Jacki Dallaire

LA CONTRACEPTION DOUCE : UNE UTOPIE ?

(Réaction à « Nos adolescentes prennent leur pilule », octobre 1990, p. 10.)

Quand lisons-nous : « Les Québécoises de 15 à 19 ans ont un taux de grossesse extrêmement bas car elles connaissent bien leur corps et prennent en charge leur fertilité » ? Utopie ? Pas si on s'en donnait la peine et les moyens. On apprend aux jeunes la base du français et des mathématiques, de la chimie, etc., et ce, jusqu'au plus complexe principe. Mais la physiologie du corps humain est mise très tôt au rancart. « Gaver » les jeunes filles de pilules est loin de faire appel à leur intelligence... !, mais c'est tellement payant pour les compagnies pharmaceutiques.

Louise Tremblay (21 ans)
Chicoutimi

QUEL EST LE MÉRIDIEN...

Le numéro de septembre 1990 de *Québec Science* présente une compréhension scientifique de l'acupuncture, ce qui représente un intérêt certain. Mais je dois affirmer qu'il y a méprise dans la compréhension traditionnelle du système énergétique chinois.

Il faut comprendre qu'il n'est pas possible d'évoquer énergie et yin-yang en séparant ces concepts de la pensée chinoise, qui constitue une façon particulière de comprendre l'univers dans lequel nous vivons.

Vous affirmez que la théorie qui voudrait qu'un système énergétique existe de façon indépendante du système nerveux

n'a jamais été prouvée scientifiquement. Je n'en doute aucunement puisque cette conception ou cette prétention ne fait pas du tout partie de la médecine chinoise traditionnelle. Cette conception relève beaucoup plus de notre difficulté occidentale à comprendre le système de pensée oriental.

Ainsi, selon la pensée chinoise, yin et yang ne sont pas du tout des « substances » qui circuleraient dans le corps humain.

Yin et yang sont des réalités emblématiques; on pourrait dire que yin et yang sont des « rubriques » à l'intérieur desquelles l'observateur classe des phénomènes bipolaires qui eux appartiennent à la réalité de façon tangible.

Michel Pruneau, D.Ac.
Collège Marie-Victorin
Montréal

Finally, c'est vous qui répondez à la question qui accompagnait le titre de mon article : « Quel est le « méridien » qui pourrait relier la médecine traditionnelle chinoise et la théorie scientifique ? » Lors de la conversation téléphonique qui a suivi la réception de votre lettre, nous avons discuté de l'opinion de certains acupuncteurs occidentaux qui prétendent, par exemple, que le cœur fonctionne grâce à un système énergétique yin-yang. C'est ce genre de théories qu'une de mes sources qualifiait de non scientifique. Vous apportez la précision suivante : selon vous, ces théories ne sont même pas conformes à la médecine traditionnelle chinoise.

En effet, vous m'avez dit que les concepts d'énergie, de yin et de yang, ont uniquement été créés pour regrouper et qualifier des phénomènes (la lumière, l'extérieur et l'activité sont yang; l'obscurité,

l'intérieur et la passivité sont yin). Selon vous, la médecine traditionnelle chinoise ne prétend pas que le cœur se contracte à cause d'une sorte d'« énergie yang », mais simplement que tout ce qui est actif, comme la contraction cardiaque, peut être qualifié de yang. En d'autres termes, la médecine traditionnelle a décrit ce que la science commence à expliquer.

Je crois que votre opinion va choquer plusieurs adeptes des médecines alternatives, qui défendent un point de vue tout à fait opposé au vôtre et disent que l'acupuncture s'explique par des variations du Qi, l'énergie vitale qui circule dans les méridiens. Votre message est clair : selon vous, ils déforment les concepts de la médecine traditionnelle chinoise.

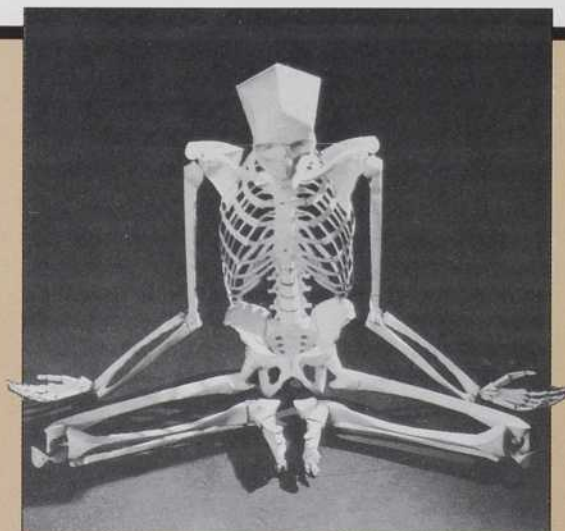
Étienne Denis

UN ABONNÉ « GÂTÉ »

Quelle bonne idée j'ai eue de me réabonner à *Québec Science* ! Oh, ce n'est pas nouveau. J'estime énormément votre revue, et je me réabonne toujours avec grand plaisir. Mais cette année, c'est spécial. En effet, je suis l'un des gagnants de votre concours « Gâtez-vous ! ». À ce titre, vous m'avez récemment fait parvenir un sac à dos Chlorophyll.

Je tiens à vous remercier pour ce prix que j'apprécie beaucoup et qui me sera fort utile. Doublement utile, d'ailleurs, puisque, en explorant mon sac à dos, j'ai découvert une pochette qui me permettra d'emporter quelques numéros de *Québec Science* lors de mes randonnées !

Jean Archambault
Montréal



OSCAR, LE SQUELETTE... DE CARTON

Vous avez besoin d'une représentation de l'ossature humaine anatomiquement exacte et en grandeur nature ?
Commandez OSCAR, le squelette de carton.

- Grandeur nature et entièrement articulé.
- Possède toutes les articulations.
- Chaque os est identifié en français et en latin.
- Prédécoupé, nul besoin de ciseaux, ni de colle.
- Instructions de montage bien illustrées.

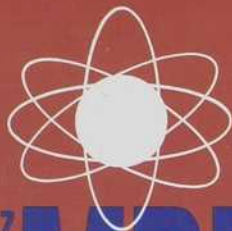
Prix : 24,95 \$
(Taxes incluses : 28,82 \$)

Pour un prix modéré, vous recevrez OSCAR : 10 feuilles prédécoupées, en carton Ivorindex brillant, plus tous les fils, les fermetures, les fiches, etc. nécessaires au montage.

Amusant et instructif ! Assemblez-le avec vos enfants



Voir page 4



DEVENEZ
MEMBRE
de QUÉBEC SCIENCE



ÊTES-VOUS MEMBRE DE QUÉBEC SCIENCE ?

L'effort d'adhésion de tous les membres de *Québec Science* (membres-gouverneurs, membres-fournisseurs, membres-parrains et membres-adhérents) porte déjà ses fruits.

Par votre contribution, *Québec Science* appuiera, en qualité de commanditaire, les activités du Conseil de développement du loisir scientifique, un organisme qui travaille concrètement sur le territoire du Québec pour donner aux jeunes le goût de la science.

QUÉBEC SCIENCE, L'INFORMATEUR DE PREMIÈRE LIGNE

Québec Science, pionnier en matière de vulgarisation scientifique au Québec, élargit ses horizons et lance un mouvement visant à promouvoir et à diffuser à une plus grande échelle l'acquisition des connaissances technologiques et scientifiques.

Depuis vingt-huit ans, *Québec Science*, par l'entremise de sa dynamique équipe de journalistes, renseigne et informe les Québécois sur l'actualité scientifique dans des secteurs aussi variés que l'environnement, la santé, l'informatique, l'énergie, la psychologie, etc.

Québec Science, c'est LE mensuel scientifique à l'affût des nouvelles technologies.

Québec Science de concert avec son milieu

Québec Science prend un nouvel essor; son image prestigieuse, attribuable d'une part à sa qualité rédactionnelle et d'autre part à sa qualité matérielle, en fait un véhicule de premier choix pour la promotion des sciences auprès des Québécois de tout âge et de toute souche.

Québec Science se repositionne donc sur le marché de la science en cherchant de nouvelles clientèles, dans le but avoué de sensibiliser **tous** les Québécois à la cause de la diffusion au plus grand nombre – et par le fait même de la formation et de l'information – des connaissances scientifiques et techniques.

Joignez-vous à *Québec Science* et contribuez au mieux-être de la collectivité

Québec Science s'est donné une mission sociétale et sollicite la collaboration de chacun et la solidarité de tous pour que des résultats optimaux soient atteints. Dans cet esprit, une stratégie dynamique et stimulante a été envisagée: l'adhésion de quatre catégories de membres à la mission.

Les Gouverneurs, triés sur le volet, se compteront parmi les personnalités les plus importantes et les plus influentes de notre société en matière de développement scientifique. Leur rôle, primordial, consistera à appuyer *Québec Science* financièrement, moralement et socialement, et à le guider dans ses grandes orientations. Ils joueront donc un rôle philanthropique très actif et veilleront à la promotion de *Québec Science* soit individuellement, soit collectivement. En adhérant à la cause de *Québec Science*, ces philanthropes prendront eux aussi une part active dans l'enrichissement du savoir de chacun de leurs concitoyens et recevront de *Québec Science*, en contrepartie, une grande visibilité.

Les Parrains seront au nombre des entreprises, organismes ou institutions sensibilisés au projet éducatif de *Québec Science*. Leur contribution sociale consistera à souscrire, pour un montant minimal de 1 000 \$, des abonnements individuels au prix de 55 \$ chacun pour leurs employés, clients, amis, etc. Ceux-ci seront alors inscrits comme membres-adhérents et pourront ainsi bénéficier de tous les avantages financiers en plus de s'instruire sur le plan scientifique et technologique. Les Parrains accompliront de ce fait une œuvre philanthropique louable que la communauté ne pourra que souligner.

Les Fournisseurs-coopérateurs seront quant à eux sélectionnés en fonction de la personnalité, des besoins et des attentes des membres de *Québec Science*. Divers articles et services attrayants et de valeur variable seront offerts à des prix réduits, de beaucoup inférieurs à ceux du marché. *Québec Science* prendra des ententes commerciales avec des fournisseurs et fera bénéficier ses membres de rabais

substantiels à l'achat de produits et services spécifiques. Les fournisseurs s'assureront ainsi un marché élargi et un potentiel de ventes important, tout en participant à l'édification d'une structure de diffusion de connaissances scientifiques à l'échelle nationale.

Les Membres-adhérents s'associeront à *Québec Science* pour plusieurs raisons. Certains seront profondément convaincus du bien-fondé d'une telle démarche d'éducation collective et, de ce fait, n'hésiteront pas à joindre les rangs des inconditionnels de *Québec Science*. D'autres seront séduits, outre la mission sociale, par les avantages financiers qu'ils retireront en s'associant à *Québec Science*. Finalement, les uns et les autres y trouveront leur compte.

Les abonnés actuels bénéficieront de mesures transitoires avantageuses s'ils veulent devenir membres-adhérents de *Québec Science*.



Une formule où tout le monde gagne

Québec Science est unique en son genre. Il a navigué sur des eaux troubles et a su malgré tout se maintenir à flot. *Québec Science* revient en force et ses projets en font foi.

Québec Science ne vise rien de moins que pénétrer tous les foyers québécois. En qualité de promoteur de la culture scientifique au Québec, il jouera un rôle prépondérant en cultivant le goût de la science chez les Québécois, et particulièrement chez les jeunes, en les invitant par là même à poursuivre des études et des carrières en sciences.

Associé à l'Université du Québec, *Québec Science* pourra ainsi accomplir sa mission éducative plus facilement et bénéficiera du déploiement en réseau de cette institution. Il pourra s'assurer une visibilité partout au Québec qui facilitera sa pénétration du territoire.

Québec Science lance un cri de ralliement

Philanthropes, unissez-vous et participez au développement de la culture scientifique chez vos semblables. Aidez notre jeunesse à s'assurer un avenir. Contribuez à la formation de la main-d'œuvre scientifique pour l'avenir économique de notre pays.

Parrains, manifestez votre intérêt pour vos semblables. Participez à leur développement en leur offrant la possibilité de choisir et de prendre leur avenir en main. Soyez des guides pour que, ensemble, les Québécois prennent conscience de leur environnement et de leur responsabilité sociale.

Fournisseurs-coopérateurs votre collaboration sera d'autant plus appréciée qu'elle permettra à *Québec Science* d'offrir

à ses membres divers articles et services susceptibles de les intéresser, et ce à des prix inférieurs à ceux du marché. Vous en retirerez un avantage certain en grossissant votre potentiel de ventes. Les **publicitaires** tireront certes profit des retombées d'une telle stratégie promotionnelle : le nombre croissant de membres reflétera également celui qui aura été touché par un message publicitaire dans *Québec Science*.

Membres-adhérents, potentiels, actuels et futurs, vous y gagnerez aussi en contribuant à l'effort collectif de diffusion de la culture scientifique au Québec ; vous retirerez des avantages financiers non négligeables qui vous permettront de faire vos frais très rapidement.

Québec Science, une nouvelle formule sociétale!

LE CDLS

Le **Conseil de développement du loisir scientifique (CDLS)** est un organisme à but non lucratif, qui œuvre depuis 1968 à la promotion et au développement des activités de loisir scientifique au Québec.

Il a à cœur de développer une culture scientifique et technique de qualité pour l'ensemble de la population. Ses services s'adressent donc à toute personne désireuse de s'adonner à une discipline scientifique, que ce soit au sein d'un club-sciences, d'une association, d'une expo-sciences, d'un camp de sciences ou tout simplement à titre individuel.

Fait à noter, **les jeunes** sont particulièrement visés par ses programmes.

En devenant membre-adhérent de *Québec Science*, vous contribuez à aider le Conseil de développement du loisir scientifique à atteindre les objectifs qu'il s'est fixé. En effet, *Québec Science* versera au CDLS, 10% du montant que vous déboursez.

AUX FOURNISSEURS- COOPÉRATEURS

Après 28 ans d'existence, le magazine *Québec Science* a décidé de renouveler son approche auprès de la clientèle. Ainsi, en plus de développer une nouvelle image et de nouveaux contenus dans son magazine, *Québec Science* ajoute à ses abonnés une nouvelle catégorie de clients : *ses membres*.

Les membres de *Québec Science* sont maintenant recrutés systématiquement par une équipe de représentants qui couvrira bientôt toute la province. *Québec Science* recrutera comme membre toute personne qui veut étendre son champ de connaissances ou qui s'intéresse à l'éducation et à l'élargissement des connaissances scientifiques et techniques dans la population. *Québec Science* vise donc en premier lieu les leaders d'opinion et les personnes qui

cherchent de l'information sur les questions plus scientifiques et technologiques en vue d'améliorer leur culture scientifique.

Pour susciter l'adhésion de futurs membres et créer un fort sentiment d'appartenance et de fidélité à l'organisme, *Québec Science* veut, entre autres choses, offrir à ses membres un avantage significatif à incidence scientifique ou technologique, et financière. *Québec Science* veut offrir à ses membres la possibilité d'acheter à des prix réduits une foule de produits de consommation ou services plus nouveaux reliés à la science et à la technologie et qui peuvent être associés sans hésitation au profil de cette clientèle.

Les clients de *Québec Science* sont jeunes, plus scolarisés que la moyenne, à revenu élevé et résidant davantage dans les villes. Les hommes sont plus nombreux que les femmes. Les domaines privilégiés sont l'environnement, la santé,

les sports, l'informatique, l'énergie, la technologie, la psychologie, la communication, etc.

En tant que fournisseur, vous pouvez contribuer à la mission de *Québec Science* et bénéficier vous-même des retombées d'affaires importantes. La clientèle de *Québec Science* (tirage de 26 000 par mois), grâce à ce virage majeur, est appelée à croître très rapidement. Elle deviendra une cible privilégiée pour vos affaires, toute regroupée qu'elle est et à la recherche de produits semblables à ceux que vous offrez.

Nous avons identifié des produits de votre catalogue que nous aimerions offrir à notre clientèle, ou, advenant le cas où vous aimeriez vendre à notre clientèle certains de vos produits qui respectent les critères énoncés plus haut, nous vous demandons de communiquer avec nous pour connaître en détail nos méthodes de vente ainsi que nos conditions d'achat, d'expédition et de facturation.

En collaborant ainsi avec *Québec Science*, en plus de vendre vos produits à des conditions avantageuses, vous faites vous aussi œuvre d'éducation et vous facilitez l'adhésion à *Québec Science* de toute personne qui aime se dévouer au transfert des connaissances et à l'amélioration de la culture scientifique au Québec, par le biais d'un magazine de qualité et de prestige. *Québec Science* mobilise les gens; vous pouvez réaliser avec lui une relation d'affaires prometteuse pour les deux organisations.

Écrivez-nous tout de suite et faites-nous part des produits et services que vous fabriquez ou vendez, et de votre intérêt à participer à notre démarche. Vous pourrez conclure avec *Québec Science* une entente commerciale qui vous fera membre-fournisseur de *Québec Science*.

Québec Science
Case postale 250
Sillery (Québec)
G1T 2R1

Vous pouvez également communiquer avec Madame Marie Prince, au (418) 657-3551, poste 2426.

ENTREPRISES, INSTITUTIONS, ORGANISMES

Vous pouvez encourager d'une façon toute spéciale la cause de la diffusion des connaissances scientifiques et techniques entreprise par *Québec Science* et profiter d'une publicité de prestige pendant un an (10 numéros).

Vous pouvez devenir membre-parrain en offrant en cadeau à vos employés ou à vos clients une carte de membre-adhérent de *Québec Science* (seules les personnes physiques peuvent devenir membre-adhérent). Toute l'année, les personnes que vous avez choisies, ainsi que vous-même, recevront le magazine de qualité *Québec Science* et des informations privilégiées sur les activités du Conseil de développement du loisir scientifique que votre contribution aura permis de soutenir. De plus, elles pourront bénéficier à leur guise de tous les avantages financiers permanents ou ponctuels offerts par *Québec Science* toute l'année à tous ses membres-adhérents.

Si vous contribuez pour 1 000\$ et plus à la cause de *Québec Science*, le nom de votre entreprise figurera visiblement toute l'année (10 numéros mensuels) au tableau d'honneur des membres-parrains des entreprises qui contribuent au développement des connaissances scientifiques dans la population. Ce tableau d'honneur indiquera le nombre de membres introduits par votre organisation et sera mis en évidence de façon particulière. Avec votre contribution, remettez-nous une liste des personnes que vous voulez inscrire comme membres. Chaque tranche de 55\$ permet d'inscrire un membre.

Communiquez avec *Québec Science* ou avec notre représentant régional.

Québec Science
Case postale 250
Sillery (Québec)
G1T 2R1

Vous pouvez également communiquer avec Madame Marie Prince au (418) 657-3551, poste 2426.

AUX PUBLICITAIRES

Québec Science diffuse les connaissances scientifiques et techniques auprès du grand public depuis 28 ans et a apporté une contribution exceptionnelle au développement de la culture scientifique et technologique au Québec.

Aujourd'hui, *Québec Science* se renouvelle. Il a décidé d'élargir sa clientèle et ses cadres en ajoutant à ses abonnés une nouvelle catégorie de clients : celle de ses membres, et de se doter d'une nouvelle approche et d'une équipe de représentants à travers la province. De plus, il raffine son image et développe de nouveaux contenus en conformité avec les désirs de sa clientèle actuelle.

Québec Science est donc appelé dans les prochains mois à une progression intéressante. En tant que publicitaire, si vous vous associez à *Québec Science*, une clientèle privilégiée et plus

nombreuse vous permettra une meilleure visibilité. Une approche dynamique et incitative auprès du public pour obtenir l'adhésion de nombreux nouveaux clients ne peut être que favorable à votre entreprise. Profitez de ces moments privilégiés d'exposition au public pour joindre votre développement à celui de *Québec Science*. Faites-vous auprès de notre clientèle une image d'entreprise solidaire du projet social de *Québec Science* et gagnez la fidélité de cette clientèle privilégiée. Faites-vous connaître à elle et faites-lui connaître vos produits ou services. Cette clientèle représente un potentiel important

pour votre entreprise: elle est jeune, leader d'opinion, possède un niveau d'instruction et un revenu plus élevés que la moyenne des gens. Son style de vie en fait aussi un groupe de consommateurs très recherchés. De plus, cette clientèle est avide d'apprendre et cherche à profiter pleinement des retombées personnelles avantageuses que lui offre *Québec Science* sur les plans technologique et financier.

Donc, une occasion unique pour vous !

Des grenouilles doivent la vie au professeur Jean-Marc Grandbois, de l'Université du Québec à Rimouski. Dans un cours de base en physiologie, au niveau du baccalauréat en biologie, les étudiants font une expérience où, pour voir comment la moelle se comporte sans l'intervention du cerveau, ils doivent tuer un de ces charmants batraciens.

Plus sensibles au sort des animaux de laboratoire, certains étudiants refusaient de tuer leur grenouille. Aussi le professeur Grandbois a-t-il eu l'idée, au cours de son année sabbatique, de créer un logiciel reproduisant cette expérience. Les étudiants préparent à l'écran les solutions acides nécessaires et y introduisent la patte de la grenouille dessinée. Puis ils enregistrent les données, font les analyses et les graphiques demandés. « Ils apprennent par une expérimentation qui s'approche de la réalité, estime M. Grandbois. En général, les étudiants ont apprécié la nouveauté. »

En plus de sauver des grenouilles, cette méthode sensibilise les étudiants aux solutions de rechange à l'expérimentation animale, ce qui profitera sûrement aux futurs chercheurs.

M. Grandbois souhaite non seulement que l'utilisation de son logiciel se répande dans les institutions d'enseignement, mais également que l'on cherche à remplacer le plus possible les expériences sur les animaux par des simulations informatisées. Selon lui, les animaux sont d'autant moins nécessaires dans l'enseignement que, les résultats des expériences étant déjà connus, celles-ci n'apportent finalement rien de nouveau. « Pourtant, déplore le professeur Grandbois, autant d'animaux se font tuer pour l'enseignement que pour la recherche. »

Félix Maltais

Le meilleur ami de la grenouille



Fred Klus / MLC

De plus en plus de grenouilles auront maintenant la vie sauve grâce à un logiciel créé par un professeur de l'Université du Québec à Rimouski.

SCIENCE ET DROIT

Tout ce qui est scientifiquement réalisable doit-il nécessairement être réalisé? Cette question aussi vieille que la science, le 20^e siècle l'a posée avec une acuité nouvelle, et les progrès accélérés des sciences de la vie, au cours des 20 dernières années, l'ont amenée régulièrement à l'avant-scène de l'actualité. Transplantations ou dons d'organes, expérimentations biomédicales sur des volontaires, diagnostics prénataux, acharnement thérapeutique, bébés éprouvettes, embryons congelés, interventions génétiques... La liste ne cesse de s'allonger, et les pouvoirs que s'approprient les scientifiques inquiètent de plus en plus.

Serait-il temps de fixer des limites à la recherche scientifique? Pour le juge Jean-Louis Beaudoin, de la cour d'appel du Québec, une intervention s'impose, même s'il n'est pas du ressort du droit de tout régir. « On

ne peut exiger du droit que, par ses normes, il serve de support inconditionnel à la science », a-t-il déclaré lors du deuxième congrès de la Société canadienne de bioéthique, tenu à Québec à la fin de novembre 1990.

Pour le juge Beaudoin, il faut toutefois se garder d'aller trop loin. À ses yeux, la loi ne doit servir qu'à établir quelques grands paramètres. « Ce cadre étant fixé, il me semble que le droit peut difficilement aller plus loin. » Par exemple, les juristes ne peuvent décider à la place des médecins quels candidats au don d'organe doivent obtenir la priorité — pour autant que leur choix ne s'effectue pas en fonction de critères de race, de religion ou de sexe.

Selon M. Beaudoin, le discours scientifique actuel repose sur deux faux postulats, à savoir que la science est neutre et qu'elle est capable de s'autoréglementer. « C'est un mythe! La science ne peut être neutre, dans la mesure où elle a toujours une résonance éthique et un impact

social. » Quant à l'autoréglementation, il est futile de croire que la science puisse être à la fois « son propre sujet et son propre objet de normativité ».

Il reste que la façon dont s'opérera ce « compromis » entre le droit et la science, tant souhaité par le magistrat, est loin d'être déterminée. Le premier pays au monde à limiter juridiquement les nouvelles technologies de la reproduction et du génie génétique ne l'a fait que le 24 octobre dernier. Il s'agit de l'Allemagne, où sont désormais interdites, entre autres, la production d'embryons humains aux seules fins de recherches, la greffe de gènes héréditaires, l'insémination artificielle avec le sperme d'un homme décédé, et les mères porteuses. Le Québec devrait-il adopter une loi semblable ? Sans doute faudra-t-il encore des années de débat avant de le savoir.

Pascal Lapointe

PRÉVENIR LA MALADIE D'ALZHEIMER ?

L'observation de similitudes entre la maladie d'Alzheimer et l'arthrite rhumatoïde a amené un chercheur de l'Université de la Colombie-Britannique à faire l'hypothèse qu'un traitement prolongé aux anti-inflammatoires pourrait aider à prévenir les dommages cérébraux causés par la maladie d'Alzheimer. Ayant noté dans les deux cas une inflammation des tissus, le neurologue Patrick McGeer s'est penché sur les dossiers de 7 000 patients âgés de 65 ans et plus et souffrant d'arthrite rhumatoïde. Il a alors constaté que la maladie d'Alzheimer était quatre fois moins répandue chez ceux qui avaient suivi pendant longtemps un traitement aux anti-inflammatoires que chez ceux qui n'avaient suivi qu'un bref traitement. Le chercheur précise cependant qu'il faudra d'autres études avant d'être certain des effets des anti-inflammatoires sur la maladie d'Alzheimer.

L'ÉTIQUETTE DU SAUMON



André Boucher / MLC

Au 19^e siècle, les ouvriers anglais des bords de la Tamise faisaient inclure dans leur contrat une clause prévoyant qu'on ne pouvait leur servir du saumon de l'Atlantique plus de trois fois par semaine... Aujourd'hui, après 10 ans d'efforts, quelques dizaines de saumons recommencent à s'aventurer dans l'estuaire de la Tamise chaque année. Et c'est avec compassion qu'on applaudirait cette maigre réussite, si les temps n'étaient pas si durs pour *Salmo salar* de ce côté-ci de l'Atlantique.

Les pêcheurs sportifs sont devenus, au fil des ans, aussi nombreux que les saumons. Au point de vue macroéconomique, ce n'est pas tant la demande qui a augmenté que l'offre qui a baissé ! Des rivières jadis encombrées de saumons vivent des étés tranquilles. La Matane, symbole par excellence de la pêche sportive, a connu récemment des creux inquiétants. Aurait-on abusé de la ressource ?

Devant cette situation, les amateurs de plein air pointent un doigt accusateur vers les pêcheurs commerciaux, qui iraient décimer en pleine mer les saumons venus s'y engraisser

avant de revenir frayer dans leur rivière natale. Le lieu de rassemblement des saumons venus d'Amérique et d'Europe est d'ailleurs demeuré longtemps un mystère, avant que des pêcheurs scandinaves ne découvrent par hasard l'emplacement du trésor, à la fin des années 50, quelque part entre Terre-Neuve et le Groenland. Les prélèvements ont alors augmenté si brutalement qu'on aurait pu craindre pour l'avenir de l'espèce, si un accord international n'était pas intervenu en 1972.

C'est vers la même période que la pêche au saumon a commencé à se démocratiser au Québec, propulsant cette activité au rang de levier de développement économique régional. Les quelques privilégiés des clubs privés ont fait place à des amateurs de plus en plus nombreux. Malheureusement, le nombre de saumons n'a pas augmenté à la même cadence. Et les ambitieux projets de restauration mis de l'avant au Saguenay, dans Portneuf et même en Nouvelle-Angleterre se heurtent toujours au même obstacle : pour que les rivières se repeuplent, il faut que les saumons franchissent la barrière des filets tendus en mer.

Les associations sportives se plaignent d'autant plus qu'elles ont investi temps et argent, au cours des dernières années, pour donner un coup de pouce à la Nature en ensemençant les rivières. À eux seuls, les Américains y ont consacré plus de 100 millions de dollars. Ils constatent maintenant qu'il se pêche 10 fois plus de leurs saumons en mer que dans leurs propres rivières. Le mécontentement gronde. Les pêcheurs commerciaux répondent qu'il leur faut bien vivre et qu'il leur est bien difficile de distinguer quel saumon est suédois, américain ou québécois. En mer, tous les saumons sont verts...

Pour en avoir le cœur net, les différentes agences gouvernementales ont mis sur pied, à la façon des sociétés de transport en commun, des enquêtes origine-destination pour connaître les pérégrinations des saumons. Une bague collée sur une des nageoires permet de reconnaître, après sa capture, le lieu de naissance d'un saumon. Il faut, pour cela, la collaboration des pêcheurs commerciaux qui tirent ainsi un revenu additionnel. Mais ces derniers sont devenus plus tièdes, lorsque la compilation des données a contribué à resserrer les contingents...

Pour contourner l'antipathie des pêcheurs commerciaux, les biologistes ont inventé un nouveau système, qui vient d'être mis à l'essai par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Une minuscule étiquette magnétique est insérée dans le nez du saumon. Difficile à déceler à l'œil nu, elle est aisément détectée par les appareils des inspecteurs fédéraux ou provinciaux qui se tiennent dans les ports de débarquement. Un échantillonnage leur permet dès lors d'établir le portrait global des prises en mer.

Les groupes américains iront-ils négocier une entente avec les pêcheurs groenlandais d'ici l'an 2000 pour améliorer la montaison de leurs saumons? Les Québécois tendront-ils la perche à leurs voisins terre-neuviens? Au bout de la ligne, il s'agira probablement d'une question d'étiquette...

René Vézina

UNE SUR TROIS, C'EST LE BONHEUR!

Plus les femmes cadres sont nombreuses, plus leurs collègues les considèrent comme compétentes... tant que leur proportion ne dépasse pas 35 %, car à partir de ce taux les attitudes à leur égard se détériorent! Telle est du moins la conclusion d'une étude portant sur 350 gestionnaires du gouvernement fédéral. « Quand 50 % des cadres sont des femmes, l'attitude redevient ce qu'elle était à 9 % », indique Nathalie Rinfret, pour qui cette recherche constitue une thèse de doctorat en psychologie sociale à l'Université d'Ottawa.

« À 50 %, sont-elles indésirables ou menaçantes? », se demande la jeune chercheuse. Lors du dernier congrès de la Société québécoise pour la recherche en psychologie, elle a répondu que les hauts fonctionnaires fédéraux craignent qu'une trop forte proportion de femmes ne réduise le prestige de leur profession.

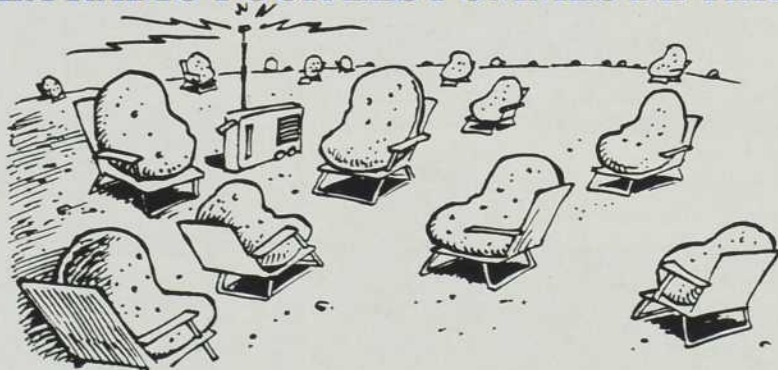
Cette crainte est malheureusement justifiée, estime Nathalie Rinfret, car les études démontrent que les gens accordent moins de prestige à une profession dès que les femmes commencent à y être nombreuses...

L'étude a également révélé que les hommes surestiment le pouvoir de leurs collègues de sexe féminin. Ils ne croient pas que, pour deux postes équivalents, une femme ait moins de pouvoir qu'un homme, ce qui, selon la chercheuse, est un fait vérifié scientifiquement et dont les femmes cadres, elles, sont bien conscientes.

Que faire pour éviter cette surestimation? Augmenter le nombre de patrons féminins! Le fait d'avoir une femme comme patron permettrait aux cadres masculins de prendre conscience de la compétence féminine et de changer leurs attitudes. Selon Nathalie Rinfret, les hommes s'aperçoivent alors du plus faible pouvoir des femmes et deviennent ainsi plus réalistes dans leur estimation du statut de leurs collègues féminines.

Étienne Denis

LA RADIO POUR LES POMMES DE TERRE



Jacques Goldsbyn

Des chercheurs de la Station de recherches d'Agriculture Canada à Fredericton ont mis au point un dispositif permettant de surveiller à distance les conditions d'entreposage des pommes de terre. Placé au milieu des pommes de terre, le petit appareil transmet par ondes radioélectriques la température de l'entrepôt jusqu'à

un récepteur situé à plusieurs centaines de mètres. L'opérateur n'a pas besoin de se déplacer pour contrôler les fluctuations de température pouvant affecter la qualité des pommes de terre. L'appareil est actuellement au stade expérimental, mais on prévoit le commercialiser éventuellement.



Procurez-vous la reliure **QUÉBEC SCIENCE**

Cette reliure vous permet de conserver soigneusement
12 numéros de *Québec Science* et de les consulter
de manière pratique et rapide.

Commandez en utilisant le coupon à la page 45

AFFICHEZ VOS COULEURS

BALEINES ET DAUPHINS

MRP-22701

96 cm X 69 cm
(38 po X 27 po)

14,95\$
(taxes incluses: 17,26\$)



PLANÈTE TERRE

MRP-1376

48 cm X 63 cm
(19 po X 25 po)

14,95\$
(taxes incluses: 17,26\$)



Classification périodique des éléments

1																	18																																																																																										
1H	2He																	18Ar																																																																																									
3Li	4Be																	18Kr																																																																																									
5Na	6Mg	7Al	8Si	9P	10S	11Cl	12Ar	13K	14Ca	15Sc	16Ti	17V	18Cr	19Mn	20Fe	21Co	22Ni	23Cu	24Zn	25Ga	26Ge	27As	28Se	29Br	30Kr																																																																																		
37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I	54Xe																																																																																										
55Cs	56Ba	57La	58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn																																																																												
87Fr	88Ra	89Ac	90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr	104Rf	105Db	106Sg	107Bh	108Hs	109Mt	110Ds	111Rg	112Cn	113Nh	114Fl	115Lv	116Ts	117Og	118Uue																																																																												
		<table><tr><td>105La</td><td>106Ce</td><td>107Pr</td><td>108Nd</td><td>109Pm</td><td>110Sm</td><td>111Eu</td><td>112Gd</td><td>113Tb</td><td>114Dy</td><td>115Ho</td><td>116Er</td><td>117Tm</td><td>118Yb</td><td>119Lu</td><td>120Hf</td><td>121Ta</td><td>122W</td></tr><tr><td>123Nb</td><td>124Mo</td><td>125Tc</td><td>126Ru</td><td>127Rh</td><td>128Pd</td><td>129Ag</td><td>130Cd</td><td>131In</td><td>132Sn</td><td>133Sb</td><td>134Te</td><td>135I</td><td>136Xe</td><td>137Ba</td><td>138La</td><td>139Ce</td><td>140Pr</td></tr><tr><td>142Eu</td><td>143Gd</td><td>144Tb</td><td>145Dy</td><td>146Ho</td><td>147Er</td><td>148Tm</td><td>149Yb</td><td>150Lu</td><td>151Hf</td><td>152Ta</td><td>153W</td><td>154Re</td><td>155Os</td><td>156Ir</td><td>157Pt</td><td>158Au</td><td>159Hg</td></tr><tr><td>161Tl</td><td>162Pb</td><td>163Bi</td><td>164Po</td><td>165At</td><td>166Rn</td><td>167Fr</td><td>168Ra</td><td>169Ac</td><td>170Th</td><td>171Pa</td><td>172U</td><td>173Np</td><td>174Pu</td><td>175Am</td><td>176Cm</td><td>177Bk</td><td>178Cf</td></tr><tr><td>181Es</td><td>182Fm</td><td>183Md</td><td>184No</td><td>185Lr</td><td>186Rf</td><td>187Db</td><td>188Sg</td><td>189Bh</td><td>190Hs</td><td>191Mt</td><td>192Ds</td><td>193Rg</td><td>194Cn</td><td>195Nh</td><td>196Fl</td><td>197Lv</td><td>198Ts</td></tr></table>																105La	106Ce	107Pr	108Nd	109Pm	110Sm	111Eu	112Gd	113Tb	114Dy	115Ho	116Er	117Tm	118Yb	119Lu	120Hf	121Ta	122W	123Nb	124Mo	125Tc	126Ru	127Rh	128Pd	129Ag	130Cd	131In	132Sn	133Sb	134Te	135I	136Xe	137Ba	138La	139Ce	140Pr	142Eu	143Gd	144Tb	145Dy	146Ho	147Er	148Tm	149Yb	150Lu	151Hf	152Ta	153W	154Re	155Os	156Ir	157Pt	158Au	159Hg	161Tl	162Pb	163Bi	164Po	165At	166Rn	167Fr	168Ra	169Ac	170Th	171Pa	172U	173Np	174Pu	175Am	176Cm	177Bk	178Cf	181Es	182Fm	183Md	184No	185Lr	186Rf	187Db	188Sg	189Bh	190Hs	191Mt	192Ds	193Rg	194Cn	195Nh	196Fl	197Lv	198Ts
105La	106Ce	107Pr	108Nd	109Pm	110Sm	111Eu	112Gd	113Tb	114Dy	115Ho	116Er	117Tm	118Yb	119Lu	120Hf	121Ta	122W																																																																																										
123Nb	124Mo	125Tc	126Ru	127Rh	128Pd	129Ag	130Cd	131In	132Sn	133Sb	134Te	135I	136Xe	137Ba	138La	139Ce	140Pr																																																																																										
142Eu	143Gd	144Tb	145Dy	146Ho	147Er	148Tm	149Yb	150Lu	151Hf	152Ta	153W	154Re	155Os	156Ir	157Pt	158Au	159Hg																																																																																										
161Tl	162Pb	163Bi	164Po	165At	166Rn	167Fr	168Ra	169Ac	170Th	171Pa	172U	173Np	174Pu	175Am	176Cm	177Bk	178Cf																																																																																										
181Es	182Fm	183Md	184No	185Lr	186Rf	187Db	188Sg	189Bh	190Hs	191Mt	192Ds	193Rg	194Cn	195Nh	196Fl	197Lv	198Ts																																																																																										

TABLEAU PÉRIODIQUE

96 cm X 63 cm (38 po X 25 po)

9,95\$

(taxes incluses: 11,49\$)



MEGAPTERA IDG-6500

32\$

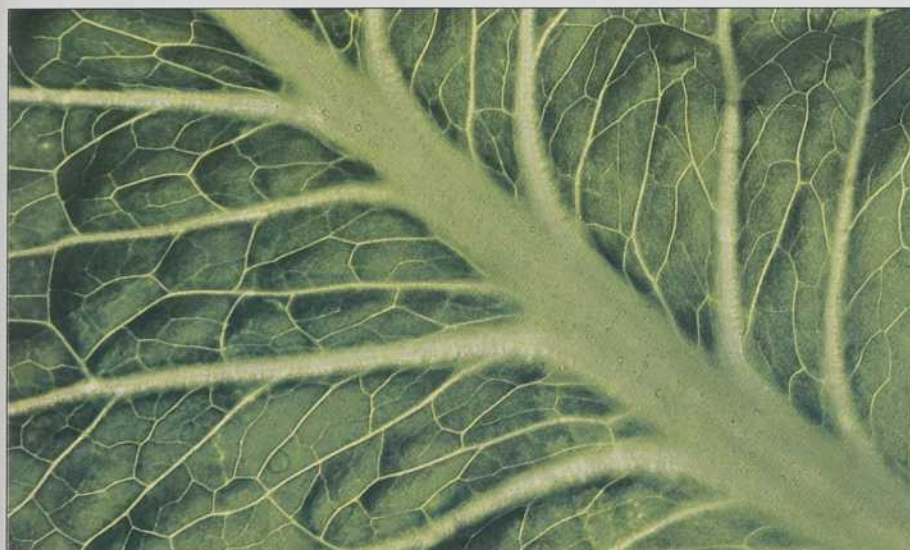
84 cm X 61 cm (33 po X 24 po) (taxes incluses: 36,97\$)



Voir page 4

AVEC NOS AFFICHES COULEUR

VITAMINES ET CANCER



Eve-Luete Bourque

Pourrions-nous nous protéger de certains cancers si nous consommions davantage de fruits et de légumes ? Oui, si l'on en croit les épidémiologistes réunis récemment à Londres lors d'une conférence internationale. Ainsi le Dr John Weisburger, de la Fondation américaine de la santé, a révélé que les cancers du poumon et de la vessie étaient moins fréquents chez les fumeurs qui consommaient des aliments riches en bêta-carotène. Il s'agit des fruits et des légumes de couleur jaune orangé (carottes, patates douces, abricots, tomates, pêches) et des légumes feuillus vert foncé, comme le brocoli, les épinards ou la laitue romaine.

Les cancers de l'estomac et de l'œsophage, ainsi que ceux du sein et du côlon, seraient quant à eux liés à une consommation insuffisante de légumes verts et jaunes, riches en vitamines C et E et en bêta-carotène. Selon la Dre Regina Ziegler, de l'Institut national du cancer des États-Unis, les pigments caroténoïdes présents dans le sang des fumeurs se dégraderaient dans une proportion de 23 à 60 % sur une période de 10 ans, favorisant ainsi les risques de cancer des bronches et de la vessie.

Dans l'ensemble, les études épidémiologiques indiquent qu'en consommant davantage d'aliments riches en fibres et des micronutri-

ments, en particulier les vitamines C et E et le bêta-carotène, les personnes sujettes à certains cancers peuvent se protéger.

C'est ainsi qu'on parle maintenant de « chimioprévention » pour réduire la fréquence du cancer. Cette méthode consiste à donner à la personne à risque, sous forme naturelle ou synthétique, des substances sélectionnées que son alimentation ne lui fournit pas en quantités suffisantes. À l'heure actuelle, l'Institut américain du cancer parraine 22 essais sur plusieurs de ces substances pour déterminer leur efficacité dans le traitement préventif de certains cancers humains. Le bêta-carotène suscite beaucoup d'espoirs, car plusieurs études récentes ont mis en évidence sa capacité de faire régresser la leucoplasie, une lésion précancéreuse de la bouche. Mais son action toxique, à certaines doses, limite pour le moment son emploi.

Le bêta-carotène pourra être utilisé de façon complémentaire avec le traitement à la vitamine A, dont l'action sur les leucoplasies est deux fois plus efficace, mais qui est très toxique à fortes doses. Le Dr Hans Stich, du Centre de recherche sur le cancer de la Colombie-Britannique, a mené une étude intéressante auprès de pêcheurs du Sud-Est asiatique qui mâchent des noix contenant du tabac. Il s'est aperçu qu'un traitement à base

de vitamine A ou de bêta-carotène réduisait le nombre de cellules cancéreuses sans entraîner de réactions indésirables, alors que leur carence favorisait le développement de la maladie.

On ne sait toutefois pas encore si les vitamines antioxydantes et le bêta-carotène agissent indépendamment des autres nutriments et des substances contenues dans les fruits et les légumes, ou en association avec eux.

Chaque groupe de fruits et de légumes contient beaucoup de pigments caroténoïdes, mais certains sont plus riches en fibres alimentaires, alors que d'autres recèlent des substances anticancérigènes comme le sélénium ou les phénols végétaux. Il est donc important de consommer une large variété de fruits et de légumes. Selon les spécialistes, nos mauvaises habitudes alimentaires nous privent de 4 à 7 mg de bêta-carotène par jour. On pourrait remédier à cette insuffisance en enrichissant en bêta-carotène les aliments qui en contiennent déjà ou en consommant des suppléments alimentaires... sans toutefois tomber dans l'excès inverse !

Marie-Noëlle Delatte

TOUT A ÉTÉ DESSINÉ...

Maintenant que l'on connaît la Terre dans ses moindres reliefs, que peut-il bien rester à cartographier ? Mais l'Univers ! répond le professeur Philip Stooke, de l'Université Western Ontario, qui a déjà établi des cartes célestes des lunes de Jupiter et de Saturne, de la comète de Halley et de l'astéroïde Vesta. L'originalité de la méthode du chercheur est qu'elle permet de cartographier des corps autres que sphériques, comme la comète de Halley. Les Soviétiques ont eu recours aux cartes des lunes de Mars produites par le professeur Stooke lors de la préparation du lancement de la sonde *Phobos*.

TOUT SUR LE SIDA



L'Association des médecins de langue française du Canada vient de publier une deuxième édition, complètement révisée, de l'ouvrage *Le sida: un nouveau défi médical*. Écrit par deux spécialistes du sida, les Drs Clément Olivier et Réjean Thomas, assistés d'une quinzaine de collaborateurs, ce livre de 400 pages traite de tous les aspects de la maladie, tant médicaux que psychologiques, sociaux, légaux et éthiques. Ce livre est un manuel pratique, destiné d'abord aux intervenants dans ce domaine, mais aussi aux victimes et à leurs proches qui voudront mieux comprendre la maladie, pour y faire face en toute connaissance de cause. *Le sida: un nouveau défi médical* est vendu dans les librairies au prix de 35 \$.

DOUZE MILLIONS DE DOLLARS SOUS TERRE

Une cinquantaine de chercheurs universitaires, gouvernementaux et industriels travaillent actuellement à la phase québécoise du vaste projet canadien Lithoprobe, une étude en profondeur de la croûte terrestre. Cette partie de l'étude porte sur une région s'étendant de l'Abitibi à Montréal. En sondant le sous-sol jusqu'à 48 km de profondeur, les chercheurs espèrent découvrir l'origine du Bouclier canadien et localiser des gisements de différents métaux. Douze millions de dollars sont consacrés à cette phase de Lithoprobe pour les trois prochaines années.

LES SCIENCES HUMAINES MARGINALISÉES

« Il peut sembler paradoxal que les sciences humaines, qui les premières ont fondé les facultés universitaires, se voient maintenant trop souvent marginalisées, tant par les gouvernements que par le grand public, et, pourrais-je ajouter de façon quelque peu iconoclaste, parfois par les universités elles-mêmes. Ce phénomène de marginalisation, relative certes, mais cependant réelle, des sciences humaines est, tout compte fait, assez récent et, me semble-t-il, plutôt nord-américain... » — Paule Leduc, présidente du Conseil de recherches en sciences humaines.

GM, GAZ NATUREL ET ÉTUDIANTS

Des équipes d'étudiants de 24 universités et collèges nord-américains s'affairent présentement à transformer une camionnette GMC 1991 en véhicule alimenté exclusivement au gaz naturel. Quatre équipes sont canadiennes: Polytechnique, Concordia, Université de Toronto et UBC (University of British Columbia). Du 7 au 13 juin, les véhicules seront évalués aux points de vue du rendement, du contrôle des émissions, de la rentabilité, etc., et participeront à un rallye d'économie de carburant. Ce concours est parrainé, entre autres, par Énergie, Mines et Ressources Canada, le département américain de l'Énergie et la firme General Motors, qui fournit gratuitement les 24 véhicules, espérant bien que les idées des étudiants vaudront leur pesant d'or noir...



Eve-Lucie Bourque

TECHNOLOGIE EN TÊTE

Les deux tiers des entreprises québécoises ne se sont pas encore ajustées aux nouvelles technologies. Or, à l'heure de la mondialisation des marchés, les entreprises doivent faire des efforts tant pour l'acquisition de nouveaux équipements que pour le perfectionnement de la main-d'œuvre, si elles veulent demeurer concurrentielles. Tel est le verdict du Conseil de la science et de la technologie dans un Avis remis récemment à la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science du Québec, Mme Lucienne Robillard. Cette urgente adaptation aux nouvelles technologies, souligne le Conseil, demande un changement de mentalité, tant de la part des gestionnaires que des travailleurs: il faut faire en sorte « que les entreprises développent une culture technologique ». En ce sens, le Conseil formule plusieurs recommandations, dont celle d'aider les associations de gens d'affaires et les syndicats de travailleurs à sensibiliser leurs membres « à l'importance de l'adaptation aux nouvelles technologies ».

GÉRER LE CHANGEMENT

Hydro-Québec: 950 000 \$. Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG): 500 000 \$. Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH): 250 000 \$. Telles sont les principales subventions qui viennent d'être octroyées, pour les cinq prochaines années, à la Chaire Hydro-Québec de recherche en gestion de la technologie de l'UQAM. Celle-ci sera « un lieu de réflexion et d'échanges entre chercheurs et gestionnaires, notamment sur les moyens de promouvoir l'innovation technologique et de stimuler l'esprit d'entreprise dans les secteurs de pointe. Plus particulièrement, les objectifs et le programme de recherche de la Chaire portent sur l'examen des logiques industrielles de l'innovation, des configurations stratégiques de l'innovation dans l'entreprise, de l'entrepreneuriat technique et des stratégies d'aide à l'innovation ». Le CRSNG et le CRSH veulent doter le Canada de six chaires en gestion du changement technologique d'ici peu.

TÉLESCOPE

SPORTVIEW ZOOM DE BUSHNELL



LA QUALITÉ À PRIX MODIQUE

Que ce soit pour l'observation occasionnelle ou pour l'étude de la nature en gros plan, voici la lunette zoom qui répond pratiquement à tous les besoins. Elle possède de grandes lentilles d'objectif qui accroissent la clarté de l'image et des composantes optiques à couche antireflet intégrale qui améliorent la transmission de la lumière et offrent la possibilité d'effectuer rapidement la mise au point et de modifier la puissance.

N°cat.	Ouverture	Oculaire Zoom	Champ 1 000 vgs	Poids	Longueur	Prix	Prix taxes incluses
OPT-0572	60 mm	20 x à 60 x	70 à 24	980 g	52,5 cm	253,69\$	293,15\$

TRÉPIED VELBON

LE COMPLÉMENT INDISPENSABLE
À VOTRE
TÉLESCOPE



VEL-450

Hauteur max.: 150 cm
Hauteur min.: 55 cm
Poids: 1,7 kg
Prix 79,50\$ (Taxes incluses: 91,87\$)

STELLARSCOPE

UN PLANÉTIARIUM TÉLESCOPIQUE POUR VOUS AIDER À APPRENDRE LES CONSTELLATIONS.

Conçu sur le principe du cherche-étoiles. En alignant la date et l'heure sur le tube, vous obtenez l'image exacte du ciel visible. 1500 étoiles localisées et 70 constellations. S'utilise dans le noir avec une lampe de poche (incluse).

Prix : 39,90\$ (Taxes incluses : 46,10\$)



DIV-0501



Voir page 4

TOUT SAVOIR SUR L'EAU

UN LIVRE BOULEVERSANT QUI VOUS FERA PRENDRE CONSCIENCE DES MENACES
QUI PÈSENT SUR L'EAU ET SUR SES RÉSERVES MONDIALES.

On aborde dans *La guerre de l'eau* les sujets suivants :

- ◆ Les propriétés étonnantes de l'eau
- ◆ La prodigieuse aventure cosmologique de l'eau et de la vie
- ◆ L'eau et le système de climatisation de la planète
- ◆ L'eau et l'être vivant, la soif
- ◆ Les pollutions de l'eau
- ◆ Le point sur la pollution microbienne
- ◆ La pollution chimique... la grande misère des cours d'eau et des écosystèmes
- ◆ La ressource vs les besoins : pénurie de demain ?

Économiser et protéger l'eau douce : un objectif primordial.

LA GUERRE DE L'EAU

CHARLES PÉDOYA

Éditions Frison-Roche

1990, ISBN 2-87671-067-6, 160 pages

Format 21,5 cm X 28,7 cm, couverture cartonnée

35 \$ 37,45 \$
avec TPS



Voir page 4

En vente dans toute bonne librairie ou aux Presses de l'Université du Québec (418) 657-3551, poste 2860

DANGER AU LABO

par Yvon LAROSE

Aucun travailleur ou travailleuse n'est complètement à l'abri de tout risque pour sa santé et sa sécurité. Les laboratoires publics, qui n'échappent pas à la règle, doivent quand même faire un effort particulier pour hausser au maximum leurs normes de protection.

Le 26 février 1990, un laboratoire du ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources, à Ottawa, était secoué par une forte explosion. L'accident s'est produit dans une pièce en béton où cinq chercheurs observaient la réaction d'un oxyde de vanadium combiné à du calcium et à du magnésium. Blessés par les débris et les éclats de verre, les scientifiques ont été transportés à l'hôpital, tandis que le laboratoire était la proie des flammes...

Un tel événement soulève plusieurs questions de fond. Ainsi, le travail de laboratoire est-il implicitement synonyme de danger? Les risques pour la santé se limitent-ils aux produits potentiellement explosifs? Les accidents sont-ils fréquents? Et quelle est l'efficacité réelle des mesures préventives appliquées en laboratoire?

UN LABORATOIRE N'EST PAS UNE CUISINE

La chimiste Nicole Raymond travaille dans le laboratoire du ministère des Transports situé au Complexe scientifique du Québec (CSQ), à Sainte-Foy. Selon elle, un nombre élevé de sub-

stances manipulées par les chimistes présentent un potentiel de risque sérieux en ce qui concerne la toxicité, le pouvoir oxydant, la nocivité, la corrosivité, l'inflammabilité, l'explosibilité ou la radioactivité. «C'est un travail, dit-elle, qui comporte davantage de risques que de faire des gâteaux!»

Pour Serge Morissette, chimiste au laboratoire du ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) au CSQ, le degré de risque varie en fonction du type de produit utilisé. «Dans le contexte des analyses effectuées au MENVIQ, explique-t-il, les solvants organiques présentent les risques les plus élevés, à cause de leur tension de vapeur. Mis à part les bases, les acides forts et les cyanures, la majorité des produits inorganiques utilisés en laboratoire présentent des risques moindres. Par exemple, les cyanures à l'état solide présentent peu de risque tant qu'ils ne sont pas ingérés ou mis en contact avec de l'acide.»

Parmi les nombreuses substances chimiques qui présentent un potentiel de risque, on note l'ammoniac et le chlore, qui sont des produits volatils toxiques. D'autres substances sont





cancérogènes reconnues ou soupçonnées de l'être, tels le benzène et le chrome. De plus, certains produits, dont les gélamines et les colles, entraînent une réaction allergique. Enfin, plusieurs substances d'usage courant en laboratoire ne font pas bon ménage entre elles. C'est notamment le cas de l'acide chromique et de la térébenthine, ou des hydrocarbures du peroxyde de sodium.

DE NOMBREUX FACTEURS DE RISQUE

De la biochimie aux plastiques, de l'acoustique à la métallurgie, les catégories de laboratoires abondent. Les risques également, puisque, en plus des substances chimiques, il faut aussi tenir compte des facteurs biologiques, physiques, ergonomiques et mécaniques.

Au Québec, environ 6000 personnes œuvrent dans les laboratoires de biologie médicale des établissements de santé publics. Leur travail consiste à analyser des spécimens, la plupart du temps contaminés biologiquement, provenant des patients (sang, urines, etc.). Les contacts fréquents avec les spécimens augmentent chez ces travailleurs le risque de contamination par les agents pathogènes (tuberculose, hépatite, etc.), par voie aérienne, parentérale, orale ou cutanée. De plus, les techniques d'analyse nécessitent de nombreux produits chimiques présentant des risques potentiels. Enfin, les facteurs de risque physique incluent l'exposition aux rayons ultraviolets des lampes stérilisantes, utilisées dans les hottes en microbiologie. Ces radiations peuvent causer des brûlures et des irritations aux yeux et à la peau.

ICI COMME AILLEURS

En janvier 1980, l'*American Journal of Clinical Pathology* indiquait que le risque de contracter l'hépatite, dans les laboratoires hospitaliers, augmentait avec le nombre d'années d'exposition, passant de 18 à plus de 33% après cinq ans de service. En France, la *Revue des conditions de travail* publiait les résultats d'une enquête

dans son édition de septembre-octobre 1988. À partir des réponses de quelque 2 700 scientifiques travaillant dans les laboratoires publics de recherche de l'Université Louis-Pasteur, à Strasbourg, il fut établi que 26 % des répondants manipulaient des substances chimiques reconnues cancérogènes pour l'humain, dont 6 % fréquemment, et que 36 % étaient exposés à un ou plusieurs risques biologiques. Sur ce, les auteurs de l'enquête se demandaient s'ils étaient en présence d'une certaine méconnaissance des risques encourus ou d'un « certain mépris du risque »...

Selon Serge Morissette, cette attitude apparemment désinvolte découle de l'expérience. « On s'habitue à côtoyer le risque, dit-il, mais toute personne qui manipule des produits chimiques est consciente des risques associés à ces substances. Elle prend donc les dispositions nécessaires, afin de diminuer de façon considérable ou d'éliminer les risques associés à l'utilisation de tels produits. » Cela dit, M. Morissette admet que les accidents sont toujours possibles. « Par exemple, si une solution contenant des cyanures était rejetée accidentellement à l'évier et qu'une solution acide y soit ensuite versée, on obtiendrait aussitôt une émission d'acide cyanhydrique, un poison violent. »

Pour sa part, Nicole Raymond croit que les choses ont énormément changé, depuis une vingtaine d'années, en matière de sensibilisation du personnel à la santé-sécurité en laboratoire. « J'ai commencé à travailler en 1974, raconte-t-elle, et j'ai connu les années où les gens fumaient et mangeaient dans les laboratoires du CSQ. Aujourd'hui, les gens respectent les normes et tendent à consulter les fiches signalétiques des produits. »

UNE BÂTISSE À RISQUE

Au mois d'août dernier, la firme Envirobec déposait un rapport sur les conditions de santé-sécurité au Complexe scientifique du Québec, où plus de la moitié du personnel est affecté à des tâches de laboratoire. Les auteurs de l'étude recommandaient principalement que les hottes d'évacuation soient utilisées aux fins appropriées (environ la moitié d'entre elles servaient plutôt à entreposer des produits chimiques), que les solvants, entreposés dans les réfrigérateurs prévus pour les échantillons, soient stockés ailleurs, que les produits chimiques soient entreposés de façon sécuritaire (les produits chimiques incompatibles rangés côte à côte étaient monnaie courante) et enfin que soit corrigé l'état d'encombrement (piles de caisses de

« Pour un chercheur scientifique, diriger un tel labo est un rêve. Jamais je n'aurais imaginé travailler dans un tel endroit » Le Dr Bernard Brodeur, chef du Laboratoire national d'immunologie, est visiblement fier des nouvelles installations dans lesquelles lui et son équipe ont emménagé, il y a plus de deux ans. Aménagé selon les exigences des scientifiques, ce laboratoire consacré à l'immunologie des maladies infectieuses constitue effectivement un modèle du genre.

Le Laboratoire national d'immunologie est situé au rez-de-chaussée d'un édifice de deux étages, propriété du gouvernement fédéral, à Ottawa. Il occupe une surface totale de quelque 370 m². Une vingtaine d'employés, répartis pour la plupart dans quatre salles, travaillent dans des conditions de santé et de sécurité qui contrastent vivement avec celles qui prévalaient dans les installations antérieures.

Comme le rappelle le Dr Brodeur, l'ancien laboratoire était tellement exigü que le corridor servait d'espace d'entreposage pour le matériel et l'équipement superflu. Dans ce corridor, l'espace de circulation était réduit à une soixantaine de centimètres ! « Ici, ajoute-t-il, nous sommes peut-être allés un petit peu à l'autre extrême : le corridor, entièrement dégagé pour faciliter l'accès aux sorties en cas d'urgence, a environ deux mètres de large. »

Spacieux, le Laboratoire national d'immunologie est également silencieux, les gros appareils bruyants ayant été réunis dans une pièce séparée. Il est en plus baigné d'une abondante lumière naturelle. Il s'agit d'un autre avantage déterminant sur les anciennes installations, lesquelles étaient situées dans un sous-sol. Le Dr Brodeur insiste sur ce point. « Le moral, dit-il, est bien meilleur depuis que nous avons des fenêtres tout autour du labo. » Cette amélioration touche aussi la qualité de l'air ambiant. Du système d'aération déficient d'autrefois, le Laboratoire est passé à une installation indépendante du reste de l'édifice, qui répond aux normes du Code canadien du travail en la matière.

Dans cet environnement, sept enceintes de confinement microbiologique servent aux expériences impliquant des agents infectieux, une huitième hotte, d'évacuation celle-là, sert aux manutentions de produits chimiques et radioactifs. Équipées de filtres à haute efficacité HEPA, les enceintes fonctionnent sur le principe d'un bar-



Au Complexe scientifique du Québec, en 18 ans, le nombre d'employés est passé de 300 à 800. L'état d'encombrement entraîné par le réaménagement de l'espace de laboratoire se traduit, entre autres, par l'entreposage non sécuritaire des produits.



Eve-Lucie Bourque

Le Dr Bernard Brodeur (assis), chef du Laboratoire national d'immunologie.

rage d'air pulsé, dirigé vers le bas. Elles empêchent les émanations d'aérosols infectieux de se répandre dans le laboratoire et protègent le personnel des agents de contamination en suspension dans l'air. Les filtres HEPA ont une capacité de rétention de 99,97 % des particules de 0,3 µm de diamètre. Une fois filtré, l'air est renvoyé dans les salles. Les enceintes sont décontaminées une fois l'an.

Au Laboratoire national d'immunologie, la propreté est une préoccupation constante. Cela se traduit notamment par une corvée de nettoyage hebdomadaire. Dans le quotidien, les scientifiques nettoient automatiquement leur espace de travail. Selon le Dr Denis Martin, chercheur scientifique au Laboratoire, dans 95 % des cas les gens désinfectent à l'alcool l'endroit où ils ont travaillé avec des micro-organismes. «Sinon, précise-t-il, on se fait rappeler à l'ordre.» De plus, les armoires modulaires qui équipent le Laboratoire contribuent, elles aussi, à la propreté générale en étant suspendues aux unités centrales, ce qui permet le nettoyage en dessous.

En cas d'éclaboussures, le personnel a accès à deux douches installées à quelques pas des salles de travail, ainsi qu'à des fontaines oculaires placées à l'extrémité de chacune des unités de travail. Selon le chef du Laboratoire, aucun employé n'a eu à se servir de ces appareils jusqu'à présent. Il ajoute qu'en plus de 15 années de travail assidu en laboratoire, il n'a jamais été témoin d'un accident grave. «Comparativement à un laboratoire de chimie, explique-t-il, nous avons peu de produits dangereux et nous faisons peu de mélanges.»

Selon Bernard Brodeur, le danger relatif au travail dans un laboratoire comme le sien viendrait plutôt de produits volatils ou de poudres dont on connaît les effets sur la santé. «Il faut donc faire attention lorsqu'on fait des pesées, soutient-il. Mais parce qu'on utilise de petites bouteilles contenant de petits volumes, disons de 25 g, les mesures préventives sont plus faciles à respecter. En fait, chez nous, le plus grand danger potentiel, ce sont les bactéries et les virus. Mais notre façon de travailler, basée sur la connaissance de leur potentiel infectieux, représente somme toute un risque calculé.»

Avant d'être acceptés au Laboratoire, les nouveaux employés subissent un examen médical et reçoivent une série de vaccins (polio, tétanos, etc.) destinés à les protéger d'une infection possible. Cette dernière mesure touche également le personnel d'entretien. «Chaque appareil du labo porte une étiquette identifiant l'agent infectieux qui se trouve à l'intérieur. Même si les appareils ont été préalablement décontaminés, les responsables de l'entretien ne peuvent les toucher s'ils ne sont pas vaccinés. Ils n'ont pas le droit, non plus, de circuler librement dans le labo. Ils sont en général craintifs, et on aimerait parfois qu'ils touchent un peu plus», estime le Dr Brodeur.

Les travaux menés au Laboratoire national d'immunologie portent sur des agents biologiques au potentiel infectieux faible. Les produits radioactifs utilisés représentent également un risque faible. Les normes de sécurité sont donc plus souples que s'il s'agissait d'agents au potentiel extrêmement élevé, tel le virus du

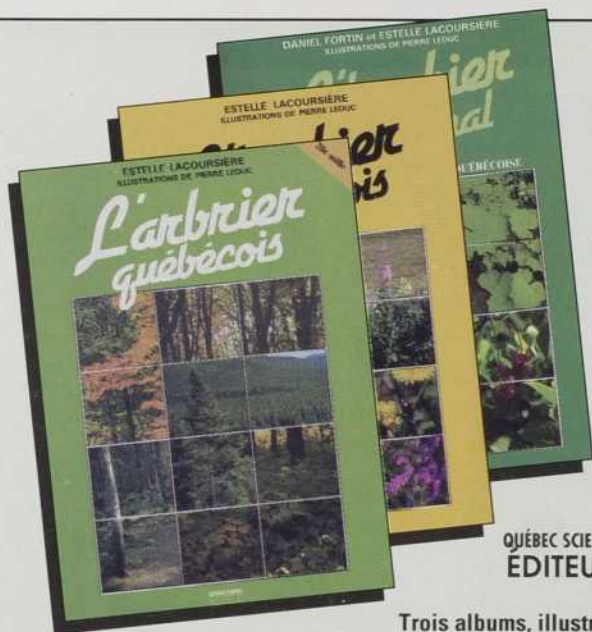
sida. Le Dr Martin a d'ailleurs travaillé récemment sur ce virus. Pour l'occasion, il a fait ses manipulations dans un cubicule fermé, en portant des vêtements, gants, masque et couvre-chef spéciaux, lesquels ne quittaient jamais la pièce et étaient stérilisés sur place. De plus, tout type d'aiguille et d'instrument susceptible de causer une coupure était interdit, pour éviter la transmission du virus par voie sanguine.

Les déchets du Laboratoire sont éliminés, d'abord en les stérilisant sur place, puis en les déposant, à l'intérieur de sacs de plastique, dans des contenants spécialement identifiés. De même, toute la verrerie réutilisable est d'abord stérilisée avant d'être lavée. Quant aux produits chimiques liquides, ils ne sont pas jetés dans l'évier mais plutôt remis à une firme privée, spécialisée dans l'élimination de telles substances.

L'approche utilisée dans les laboratoires placés sous la juridiction du ministère fédéral de la Santé et du Bien-être social consiste à ramener à un niveau minimal les risques pour la santé et la sécurité des employés. Il en découle une série de mesures, dont l'interdiction de fumer dans les édifices, la distribution de notes périodiques sur de nouveaux règlements de sécurité et l'inspection régulière des laboratoires par des équipes de spécialistes qui vérifient l'aspect sécuritaire des produits chimiques.

Au Laboratoire, les mesures comprennent le contrôle hebdomadaire des produits radioactifs et la décontamination semestrielle des lieux, si nécessaire, la proximité du bureau d'une infirmière et la présence d'un responsable des premiers soins et de la réanimation cardio-respiratoire. Enfin, tout employé qui craindrait pour sa sécurité peut porter plainte aux instances prévues à cette fin.

Responsable du comité de sécurité de l'édifice, le Dr Brodeur trouve cependant astreignant le nombre de règlements entourant la santé et la sécurité dans des laboratoires comme le sien. «Il m'arrive, dit-il, de penser que l'application de tous ces règlements requiert beaucoup trop d'énergie, une énergie que je préférerais voir consacrer aux travaux de laboratoire.» Chose certaine, tant que les accidents du travail au Laboratoire national d'immunologie se limiteront, comme ce fut le cas l'été dernier, à une petite coupure superficielle, l'ensemble des mesures appliquées à cet endroit pourront être jugées efficaces.



QUÉBEC SCIENCE
ÉDITEUR

L'ARBRIER QUÉBÉCOIS

Estelle LACOURSIÈRE

1981, 64 pages, 10,95\$ (TPS incluse: 11,71\$)

L'HERBIER QUÉBÉCOIS

Estelle LACOURSIÈRE

1982, 104 pages, 14,95\$ (TPS incluse: 15,99\$)

L'HERBIER MÉDICINAL

Daniel FORTIN, Estelle LACOURSIÈRE

1983, 120 pages, 16,95\$ (TPS incluse: 18,13\$)

Trois albums, illustrés
par Pierre Leduc,
pour collectionner
les spécimens de
feuilles d'arbres et
de plantes du Québec.
Contiennent la méthode
de conservation.

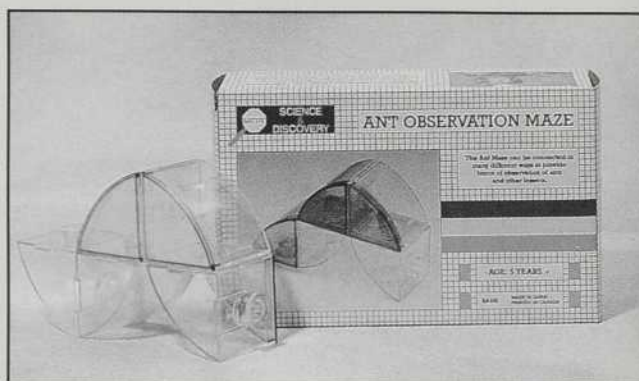


Voir page 4

En vente dans toute bonne librairie.

SCIENCE JEUNESSE

SAVOIR OBSERVER LES INSECTES



LABYRINTHE À INSECTES

DIV-0605

Les jeunes s'émerveilleront en suivant, à travers ce labyrinthe,
le parcours des insectes qu'ils auront capturés.

Outil par excellence pour initier le débutant à l'entomologie,
il est fabriqué de plastique durable et lavable.

Le découvreur en herbe pourra s'amuser à en modifier
les parcours, grâce aux modules amovibles.

Prix : 10,90\$ (Taxes incluses: 12,59\$)



Voir page 4

LA NATURE À L'AFFICHE



PRENEZ DE L'ALTITUDE

Avec ces deux affiches en couleur, plastifiées, illustrant
60 oiseaux de chez nous, avec leurs noms français et latins.

50 X 70 cm 19,95\$ pour les deux (Taxes incluses: 23,04\$)



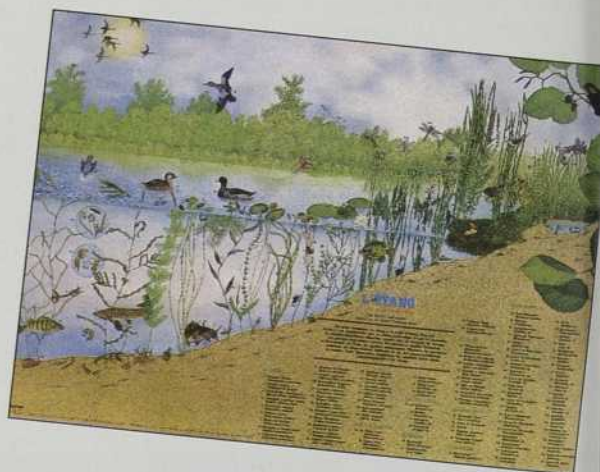
Voir page 4

UN COURS DE SCIENCES NATURELLES

L'étang, un milieu de vie présente, en couleur,
88 espèces animales et végétales, avec
leurs noms français et latins.

60 X 45 cm 8\$ (Taxes incluses: 9,24\$)

92 X 66 cm 11\$ (Taxes incluses: 12,71\$)



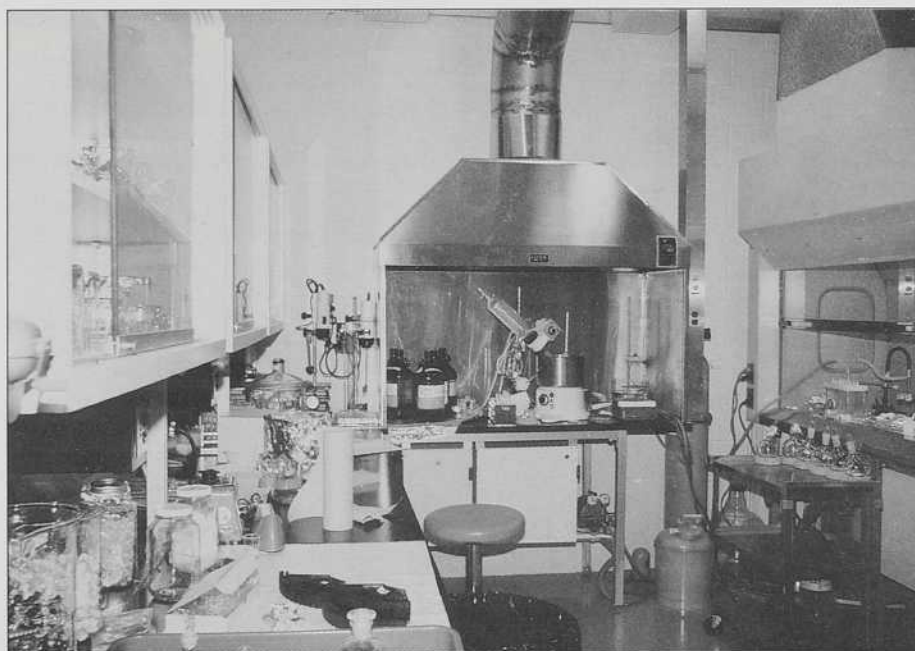
L'utilisation inadéquate des équipements, tel l'entreposage de produits dangereux sous les hottes de ventilation, augmente les risques pour le personnel travaillant en laboratoire.

produits chimiques sous les tables et dans les passages), observé dans plusieurs laboratoires. Ces recommandations mettent en relief les difficiles conditions de travail dans les labos du CSQ, conditions qui font de l'endroit une véritable « bâtisse à risque ».

Selon Jocelyn Boily, ingénieur forestier à l'emploi du ministère de l'Énergie et des Ressources, au CSQ, l'augmentation graduelle du personnel et la transformation des espaces sont parmi les principales causes des problèmes actuels. « De 300 employés il y a 18 ans, explique-t-il, nous sommes maintenant passés à plus de 800. Aujourd'hui, environ 45 % de l'espace est utilisé pour des bureaux, alors que la vocation d'origine n'allait pas dans ce sens. Ce réaménagement de l'espace de laboratoire a entraîné un manque de place pour le rangement. Il a aussi déstabilisé les systèmes de ventilation, ce qui fait que les senteurs des labos sont souvent présentes dans les bureaux. »

Malgré le surpeuplement et l'encombrement, le CSQ n'a eu à déplorer aucun accident majeur à ce jour. À ce sujet, M. Morissette précise que des mesures de sécurité appropriées sont appliquées dans son lieu de travail et que les accidents, reliés selon lui à une forte rotation du personnel, surviennent en moyenne une fois par mois et se limitent à des blessures légères, telles que coupures ou brûlures. Il met toutefois en garde contre le danger que représentent, au CSQ, de nombreux réfrigérateurs munis de ventilateurs et de moteurs à brosse. « Ces moteurs, dit-il, produisent des étincelles électriques. Il suffirait qu'un solvant inflammable se répande dans l'enceinte où se trouve un tel appareil pour que cela provoque une explosion. »

Pour M. Boily, une intervention majeure s'impose. « Il faut que le CSQ revienne à sa vocation première, soutient-il, soit à des activités de laboratoire. Avec le personnel de bureau



Envirobec inc.

DES ÉQUIPEMENTS POUR UNE SÉCURITÉ OPTIMALE

Le *Guide de sécurité en laboratoire*, de l'Ordre des chimistes du Québec, identifie une vingtaine de pièces d'équipement nécessaires à la sécurité du travail en laboratoire. Il y a, tout d'abord, les systèmes d'alarme capables de détecter le feu et la fumée, les fuites de gaz ou de vapeurs. Vient ensuite la trousse de premiers soins, que le personnel doit apprendre à utiliser convenablement. Tout laboratoire devrait aussi disposer des équipements de protection suivants : des lunettes protectrices, des sarraus en tissu résistant et munis de boutons-pression, différents types de gants, des couvertures ignifuges et des poires ou aspirateurs à pipettes.

La sécurité des travailleurs de laboratoires passe également par l'utilisation de hottes d'évacuation. Ces appareils retiennent les poussières et les fumées, de même que les gaz inflammables, toxiques ou à odeurs désagréables pouvant être produits lors des manipulations. Les douches et les fon-

taines oculaires, celles-ci servant aussi de douches faciales, sont aussi des impératifs en labo. En cas d'éclaboussures liquides ou solides de substances de nature corrosive ou toxique, la fontaine oculaire doit être accessible en moins de 10 secondes et pouvoir assurer une irrigation d'au moins 15 minutes à une température confortable.

Le *Guide* recommande également de ranger les produits chimiques dans des armoires métalliques bien ventilées ou dans des réfrigérateurs dont on a préalablement enlevé les contacts électriques et scellé les moteurs, cela pour éviter qu'une étincelle ne cause l'explosion de substances chimiques volatiles ou instables. Dans les lieux d'entreposage, il faut éloigner le plus possible les uns des autres les produits susceptibles de réagir entre eux. Enfin, l'élimination des déchets chimiques doit se faire à l'aide de récipients en plastique résistant ou en métal.

relocalisé dans un bâtiment adjacent, il sera alors plus facile d'équilibrer les systèmes de ventilation en fonction des laboratoires. »

LENTEUR D'APPLICATION

Au Québec, la *Loi sur la santé et la sécurité du travail* constitue la pierre angulaire du cadre juridique visant la

protection pleine et entière des travailleurs de laboratoires. Adoptée en 1979, cette législation exige notamment que la construction, l'aménagement et l'entretien des établissements assurent la protection des travailleurs contre les risques professionnels.

Le cadre juridique a d'ailleurs été renforcé en 1989 avec l'adoption, par l'Assemblée nationale, du Règle-

ment sur l'information concernant les produits contrôlés. Ce règlement permettait l'application des prescriptions du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT), lequel favorise l'échange de renseignements à l'échelle canadienne, en vue de réduire la fréquence des accidents et des maladies professionnelles. Les éléments clés du SIMDUT sont l'étiquette du fournisseur, la fiche signalétique et la formation des travailleurs.

Selon Michel Marier, conseiller en santé et sécurité au Syndicat des professionnels du gouvernement du Québec, il reste cependant encore beaucoup à faire pour l'application réelle du cadre juridique réglementant le travail de laboratoire. « Dans l'administration publique, souligne-t-il, c'est seulement depuis 1986 que les établissements sont tenus d'élaborer et de déposer leurs programmes de prévention à la CSST. À ce jour, seuls certains employeurs ont mis sur pied des programmes de formation et d'information à l'intention de leurs employés. Il reste donc un travail énorme à faire. »

Les risques associés au travail dans les laboratoires publics sont nombreux. Quant aux normes de santé-sécurité définies par le législateur, elles sont appropriées et couvrent l'ensemble des situations de risque. Sauf qu'on tarde, dans bien des cas, à les appliquer intégralement. □

POUR EN SAVOIR PLUS:

ROY, J. A., R. NORTON et R. MOISAN,
Étude sur le fonctionnement en milieu scientifique,
Complexe scientifique du Québec /
Société immobilière du Québec /
Envirobec, Sainte-Foy, août 1990.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION,
*Santé, sécurité, environnement :
les substances dangereuses*,
MEQ, 1989 (vidéocassette), 24 min,
couleur, supports BÉTA, VHS
et U-MATIC.

CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE
DU QUÉBEC,
*Répertoire des laboratoires d'essais
et d'analyses du Québec*,
CRIQ, Sainte-Foy, 1987.

ORDRE DES CHIMISTES DU QUÉBEC,
Guide de sécurité en laboratoire,
Le Griffon d'argile, Sainte-Foy, 1985.



INRS
INSTITUT NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

20

LA FORCE DE LA SCIENCE

Océanologie

Avec la nouvelle Station aquicole de Pointe-au-Père, l'INRS-Océanologie s'enrichit d'installations de premier ordre qui lui permettront de renforcer le rôle moteur qu'il joue en recherche océanologique.

De vastes bassins d'expérimentation en eau de mer, des dispositifs permettant l'étude des écosystèmes marins et des phénomènes de pollution, des laboratoires pour les études fines de la biologie des espèces importantes sur le plan commercial, tous ces équipements serviront une meilleure compréhension et une exploitation plus rationnelle des richesses marines.

Bien ancrés dans le Québec maritime, l'INRS-Océanologie et son laboratoire de Pointe-au-Père sont aussi, dès maintenant, un atout majeur pour le développement des industries de la mer dans cette région.

Un contexte idéal pour la recherche océanologique

- Environnement marin.
- Milieu physique côtier.
- Écotoxicologie.
- Processus physiologiques et biochimiques en milieu marin.
- Processus liés à l'aquiculture.

Renseignements:

Téléphone: Rimouski (418) 724-1650
Québec (418) 654-2500



Université du Québec

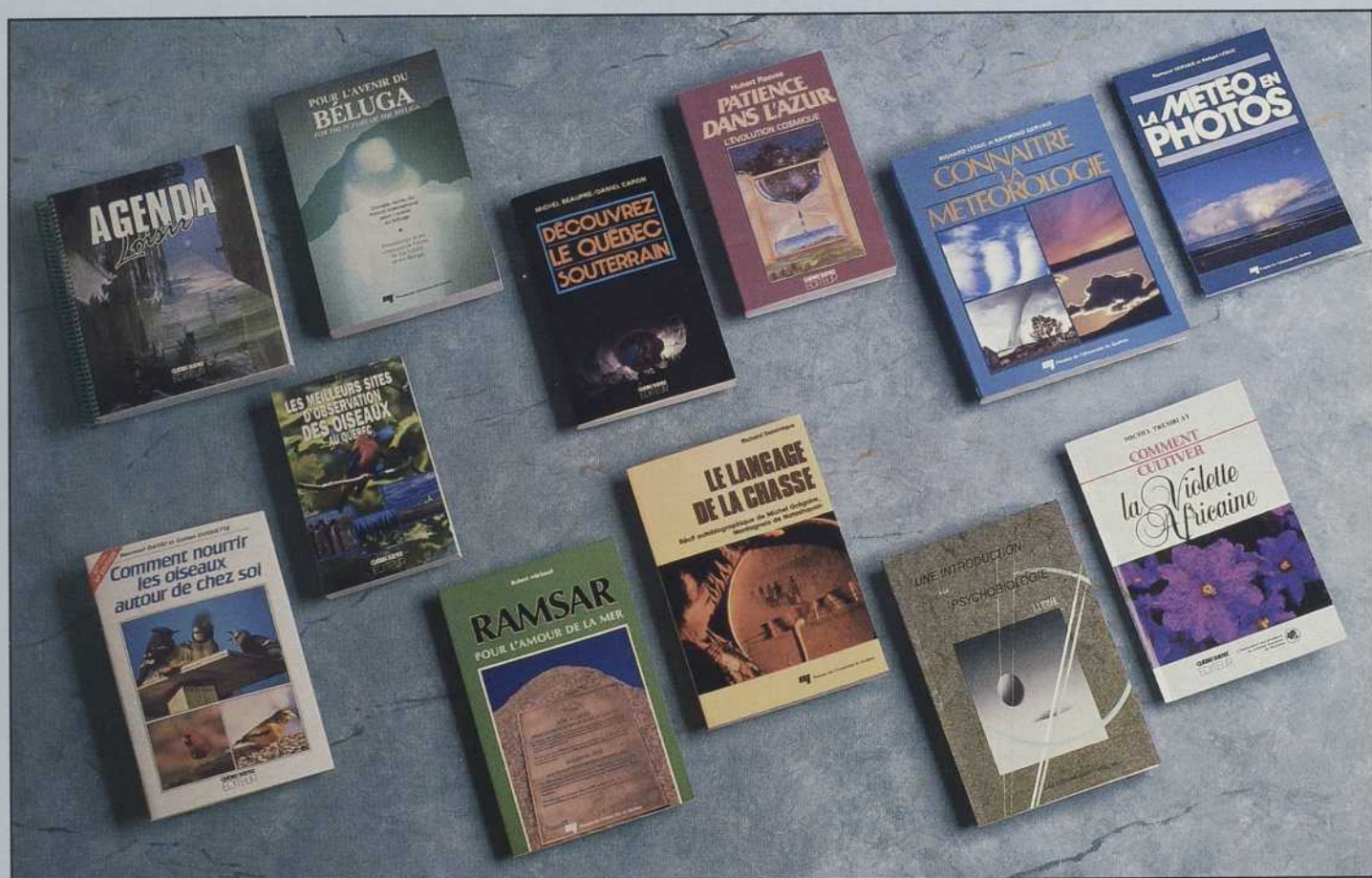
NINON RICARD

CHERCHEURE-CONSULTANTE EN DROIT

MEMBRE DU BARREAU DU QUÉBEC

556, Carré Lépine, Québec, Qc G1K 6L4 Tél.: (418) 522-2078 Téléc.: (418) 522-0228

LA NATURE SOUS L'OEIL DE LA SCIENCE



AGENDA LOISIRS

Yvon LECLERC

1989, 326 pages, 24,95\$ (TPS incluse: 26,69\$)

Guide des activités de loisirs qui se déroulent partout au Québec, adresses très utiles.

POUR L'AVENIR DU BÉLUGA

Sous la direction de Michel GAUQUELIN

1990, 384 pages, 35\$ (TPS incluse: 37,45\$)

Le point sur la population des bélugas et une source d'inspiration pour la conservation des ressources et du milieu.

DÉCOUVREZ LE QUÉBEC SOUTERRAIN

Daniel CARON, Michel BEAUPRÉ

1986, 256 pages, 21,95\$ (TPS incluse: 23,48\$)

Pour l'amateur spéléologue et l'excursionniste du dimanche.

PATIENCE DANS L'AZUR

Hubert REEVES

1982, 304 pages, 18,95\$ (TPS incluse: 20,27\$)

15 milliards d'années d'évolution cosmique décrites avec toute la simplicité et le merveilleux dont est capable Hubert Reeves.

CONNAÎTRE LA MÉTÉOROLOGIE

Richard LEDUC, Raymond GERVAIS

1985, 320 pages, 32\$ (TPS incluse: 34,24\$)

Toute l'information sur la météo. Tous les phénomènes faciles à comprendre.

LA MÉTÉO EN PHOTO

Raymond GERVAIS, Richard LEDUC

1986, 96 pages, 10,95\$ (TPS incluse: 11,71\$)

Informations sur les divers phénomènes météorologiques: nuages, instruments utilisés...

COMMENT NOURRIR LES OISEAUX AUTOUR DE CHEZ SOI (4^e édition)

Normand DAVID, Gaétan DUQUETTE

1982, 72 pages, 8,95\$ (TPS incluse: 9,57\$)

Comment attirer les oiseaux chez soi.

LES MEILLEURS SITES D'OBSERVATION DES OISEAUX AU QUÉBEC

Normand DAVID

1990, 300 pages, 27,95\$ (TPS incluse: 29,90\$)

Description des sites, leurs attraits majeurs, comment s'y rendre, périodes de l'année les plus propices, espèces rares ou inusitées. Sites aménagés...

RAMSAR

Robert MICHAUD

1989, 108 pages, 12\$ (TPS incluse: 12,84\$)

Les oiseaux migrateurs et la réserve faunique des marais de l'Île-Verte. Naissance de l'océanologie dans le Bas-Saint-Laurent.

LE LANGAGE DE LA CHASSE

Richard DOMINIQUE

1989, 208 pages, 18,95\$ (TPS incluse: 20,27\$)

La conception de l'univers et le cycle annuel de l'Amérindien, à travers l'histoire de Michel Grégoire, montagnais.

INTRODUCTION À LA PSYCHOBIOLOGIE

Timotey J. TEYLER

1989, 176 pages, 24,95\$ (TPS incluse: 26,69\$)

Les divisions fonctionnelles du cerveau, les bases biologiques du comportement, les progrès récents dans les recherches mondiales sur le cerveau.

COMMENT CULTIVER LA VIOLETTE AFRICAINE

Michel TREMBLAY

1987, 96 pages, 10,95\$ (TPS incluse: 11,71\$)

Comment obtenir des violettes africaines dignes d'une exposition!

PUQ
ÉDITEUR

QUÉBEC SCIENCE
ÉDITEUR

EN VENTE DANS TOUTE BONNE LIBRAIRIE


Voir page

ÉTHIQUE: PRÊTER SON CORPS À LA SCIENCE

par Claire Chabot

**Un des grands sujets de l'heure,
un débat qu'on ne peut ni esquiver ni escamoter.
Des réponses aux questions morales et philosophiques
que se posent les chercheurs et la société
dépendent les orientations thérapeutiques de demain.**

Julius Weiss, électricien de 60 ans, doit être opéré pour une cataracte à l'œil droit. Son médecin, un ophtalmologiste de l'Hôpital général juif à Montréal, à qui on a demandé de recruter des patients comme volontaires pour participer à un programme de recherche, propose à M. Weiss de se prêter à cette expérimentation. Le programme de recherche est effectué par une équipe de chercheurs de l'hôpital pour la compagnie pharmaceutique Merck, Sharp & Dohme, et consiste à expérimenter des gouttes ophtalmiques destinées à contrôler l'œdème de la rétine, après l'opération d'une cataracte. Heureux de participer « pour rendre service », Julius Weiss rencontre le responsable, qui lui explique qu'il s'agit d'une étude non thérapeutique comportant des risques généralement mineurs, limités à la nausée et à de légers maux de tête. Le protocole de recherche prévoit trois angiographies à la fluorescéine, colorant fluorescent injecté

dans une veine afin de photographier la rétine.

Le 13 octobre 1981, une semaine après avoir subi une intervention chirurgicale à l'œil, Julius Weiss se présente à l'hôpital. Dans une petite salle arrivent une résidente chargée de lui injecter la fluorescéine, et une photographe. On demande à M. Weiss s'il souffre de quelque allergie et on procède immédiatement à l'injection. Il est 11 h 10. Dans les secondes qui suivent, le patient sent des picotements et des nausées. Trois minutes plus tard, il n'a plus de pouls et est secoué par des convulsions. On tente de le ranimer, mais ce n'est que 20 minutes plus tard qu'on applique le premier électrochoc au moyen d'un défibrillateur, sans succès. Julius Weiss est mort. L'autopsie a révélé une myocardiopathie hypertrophique du cœur, anomalie facilement détectable par un électrocardiogramme et pour laquelle M. Weiss ne prenait aucun médicament.



L'ÉTHIQUE : UNE AFFAIRE D'ÉQUIPE

Dans un jugement de la cour supérieure du Québec rendu en 1989, le juge Louis De Blois reproche à l'hôpital et au chercheur responsable du comité de recherche qui a approuvé le protocole et la formule de consentement, de n'avoir pas révélé au patient tous les risques connus, même rares, d'accidents cardiovasculaires, et de ne pas avoir assuré la sécurité et l'intégrité du patient tout au long de l'expérience. De même, il reproche à l'hôpital d'avoir toléré que cette expérience soit pratiquée sans sélection particulière des sujets et sans mesures appropriées pour prévenir ou contrer les accidents cardiovasculaires.

L'expérimentation sur des humains est pourtant un sujet ni célèbre ni commun dans les annales judiciaires canadiennes. Mais le jugement de M. De Blois vient confirmer la responsabilité morale et juridique des chercheurs et des comités d'éthique en recherche. Il n'y a pas si longtemps, les questions d'éthique relevaient d'un individu, chercheur ou médecin, qui, investi de son pouvoir et aidé de ses croyances religieuses, jugeait en son âme et conscience du respect des droits des sujets dans une expérimentation.

Aujourd'hui, l'éthique n'est plus la seule affaire des chercheurs; les institutions et organismes subventionnaires ont dû endosser cette responsabilité. Dans les années 80, on a assisté, dans les universités et les hôpitaux, à la création de comités d'éthique pour la recherche, les CER, qui examinent tous les protocoles de recherche et les formules de consentement, afin de veiller au respect et à la dignité des volontaires. Le comité doit alors se prononcer sur la validité scientifique de la recherche, l'à-propos de l'expérimentation sur des humains, la sélection des sujets, les risques encourus et la méthode proposée pour garantir un choix éclairé. Parmi les membres des comités d'éthique, formés en majorité de spécialistes scientifiques, on trouve habituellement un spécialiste en bioéthique, sociologue ou théologien, une infirmière et un représentant de la communauté.

Eve-Lucre Bourque

UNE LONGUE HISTOIRE

Qu'elle touche un aspect ou un autre des droits des individus, l'éthique est par nature en constante évolution. Elle est confrontée aux défis que pose le développement continu de la recherche scientifique. Conséquence de l'intérêt marqué de la société pour le respect des droits individuels fondamentaux, l'éthique a connu, ces 40 dernières années, une véritable explosion. Si on remonte le courant de l'histoire, on aperçoit le long chemin parcouru. Au 3^e siècle av. J.-C., Ptolémée autorisa la vivisection des criminels. Plus près de nous, en 1798, Edward Jenner expérimenta son premier vaccin antivariolique sur un enfant de huit ans bien portant. Ailleurs, pour confirmer l'hypothèse de la transmission de la fièvre jaune par des moustiques, une équipe américaine à Cuba contamina des volontaires, sans égard pour leur vie.

La découverte des expérimentations inhumaines exécutées par des chercheurs et des médecins allemands sur les prisonniers, pendant la guerre, a mené à l'adoption du premier accord international sur l'utilisation des humains en recherche; le Code de Nuremberg prônait le respect des personnes et l'importance du consentement libre et éclairé. Il fut suivi, en 1964, de la Déclaration de Helsinki, modifiée en 1975. Au Canada, des lignes directrices ont été adoptées en 1978, et révisées en 1987 par le Conseil de recherches médicales du Canada (CRM), organisme qui s'est largement engagé dans la création récente du Conseil national de la bioéthique en recherche chez les sujets humains (CNBRH).

Directrice et fondatrice du CNBRH, la Dre Judith Miller espère ainsi entretenir le dialogue entre les comités d'éthique, afin d'établir un consensus sur les directives à suivre et de répondre, avec l'appui des groupes d'experts, aux nombreuses questions que se posent les chercheurs. « Je ne suis pas sûre que tous s'entendent là-dessus, avoue-t-elle, mais on a un principe dans les lignes directrices, celui de considérer le droit comme un minimum. Ce qu'on veut, c'est stimuler au maximum le respect de

l'éthique. » La Commission de la Réforme du droit suggérait d'avoir des lois spécifiques sur la recherche, mais le Conseil rejette cette idée. « Un domaine qui change autant nécessite une grande flexibilité. Le Conseil accepte la position prise dans les lignes directrices du Conseil de recherches médicales, convaincu que les contrôles juridiques pourraient nuire à l'adoption d'une meilleure éthique chez les chercheurs, qui pourraient s'en tenir qu'à la règle. »

LE DROIT AU CONSENTEMENT LIBRE ET ÉCLAIRÉ

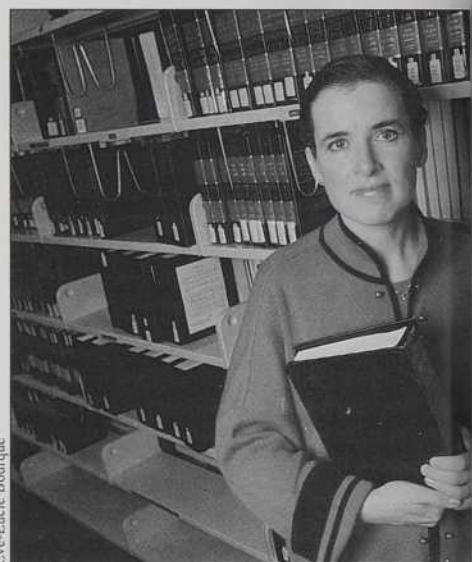
La personne qui se porte volontaire pour une étude expérimentale non thérapeutique assume directement les risques de la recherche. Bien que ceux-ci doivent être minimisés par un bon protocole, ils peuvent se traduire par des atteintes tant physiques que morales, à divers degrés. Pour cette raison, les sujets d'une expérimentation doivent pouvoir se porter volontaires en toute connaissance de cause. Ils devraient être pleinement informés, afin de prendre une décision seulement après mûre réflexion et hors de toute contrainte; le consentement forcé ou obtenu sous pression est interdit.

Il semble que cet idéal, auquel adhèrent les spécialistes en éthique, soit difficile à atteindre dans la pratique. Les lignes directrices adoptées par le CRM soulignent une de ces difficultés: « Compte tenu du fait que les patients développent presque inévitablement un sentiment de dépendance envers leur médecin personnel, souvent doublé d'un sentiment de dette morale, et parfois accompagné d'anxiété quant à l'issue de leurs traitements, on doit prendre grand soin d'éviter la coercition et l'influence induite qui empêchent le sujet de consentir librement. »

Mais qu'en est-il des personnes incapables de donner un consentement éclairé, de façon durable ou temporaire, en raison de leur maladie ou des médicaments? On se souviendra longtemps des expériences de « lavage de cerveau » conduites à la fin des années 50 par le Dr Ewen Cameron, à

Selon Patricia O'Rourke, porte-parole des malades et membre des comités d'éthique de l'Hôpital Royal Victoria, « les sujets utilisés en recherche sont de plus en plus conscients de leurs droits ».

Me Bartha M. Knoppers, avocate et professeure à la Faculté de droit de l'Université de Montréal, étudie l'aspect juridique de la médecine génétique.



Eve-Lucie Bourque

l'Institut Allan Memorial, attaché à l'Université McGill, et subventionnées par la CIA américaine. Des expériences terrifiantes, qu'avaient subies des patients schizophréniques, alcooliques ou dépressifs et qui consistaient à les maintenir dans un état de sommeil prolongé, jusqu'à 60 jours, en utilisant des barbituriques, ou à leur appliquer des électrochocs deux fois par jour.

De telles expérimentations sont impensables aujourd'hui. Elles auraient à passer le contrôle sévère d'un comité scientifique chargé de la validité du protocole, avant même d'être examinées par un comité d'éthique. Et, dans le cas des personnes incapables de prendre une décision éclairée, la Cour suprême interdit en principe toute recherche non thérapeutique. « Sauf qu'il faut nuancer », souligne Me Bartha M. Knoppers, avocate et professeure à la Faculté de droit de l'Université de Montréal. « S'il s'agit de surveiller, chez des personnes atteintes, la progression de la maladie d'Alzheimer, il peut y avoir un protocole de recherche acceptable.



Eve-Lucie Bourque

lines» de la recherche.»

ET LES ENFANTS?

En ce qui concerne les enfants, ce sont habituellement les parents ou le tuteur qui décident de l'opportunité de les soumettre à une expérimentation. La loi en vigueur au Québec fait une distinction entre les enfants doués de discernement et ceux qui ne le sont pas; officiellement, ces derniers ne peuvent être les sujets d'aucune recherche. Le projet de loi n° 20, qui sera sanctionné sous peu, fera tomber cette distinction. Lors d'un atelier organisé par le CNBRH et le CRM en mai 1989, les participants ont convenu de certains principes fondamentaux: la recherche sur les enfants doit comporter des risques minimaux; les avantages doivent être clairement supérieurs aux risques; les enfants ne doivent pas servir de sujet de recherche à la place d'adultes. Par ailleurs, on a souligné la nécessité d'obtenir l'assentiment de l'enfant. Mais, si tous s'entendent sur les grands principes, la réalité est souvent plus complexe.

Au Québec, la loi oblige les chercheurs à soumettre chaque projet de recherche non thérapeutique mettant en jeu des personnes incapables de décider par elles-mêmes, y compris les enfants, à un juge de la cour supérieure. Une loi difficile à appliquer pour les juges et qui soulève un tollé de contestations chez les chercheurs, qui craignent que ce genre de législation ne vienne sonner le glas de la recherche expérimentale sur les enfants. Déjà, les directives du CRM ne sont pas suivies par plusieurs comités d'éthique parce qu'elles sont trop restrictives et pas assez explicites. Ils ne savent plus s'ils ont le droit de faire une simple

prise de sang, parce qu'elle « occasionne de la douleur ou de la gêne » chez l'enfant!

Du double monstrueux du Dr Jekyll aux « jeunes vieillards » de *Dans le ventre du dragon*, la recherche expérimentale sur les nouveaux médicaments a nourri l'imaginaire collectif. Régulièrement, les journaux font paraître des annonces pour recruter des volontaires pour la recherche, habituellement des hommes âgés de 18 à 50 ans, en leur proposant une compensation financière substantielle: 750\$, 1 500\$ ou plus. Ces essais sont exécutés soit par les compagnies pharmaceutiques elles-mêmes ou, sous contrat, par un centre d'essais privé ou une institution universitaire.

Étudiant et assistant de recherche en médecine dentaire à l'Université Laval, Jean Barbeau a servi à deux reprises de sujet pour une recherche dans le cadre d'un projet piloté par l'École de pharmacie. « On m'a fait des tests pour établir un bilan de santé, raconte-t-il. Le médicament en question était un antiarythmique; il fallait s'assurer que je n'avais aucun problème cardiovasculaire. Ensuite il y a une surveillance médicale. Nous sommes bien traités. On nous offre même le dîner. » Selon M. Barbeau, la formule de consentement était suffi-

samment vulgarisée, et les volontaires étaient invités à poser des questions.

MÉDICAMENTS ET FORMULAIRES DE CONSENTEMENT

Le processus qui entoure le consentement ressemble à une signature de contrat; on demande au volontaire de bien lire le formulaire, qui sera signé devant témoin. « Très souvent, on doit modifier les formulaires des compagnies pharmaceutiques pour nos patients de l'hôpital, explique Patricia O'Rourke, porte-parole des malades et membre des comités d'éthique de l'Hôpital Royal Victoria. Il semble que les avocats écrivent les formulaires pour protéger la compagnie, plutôt que le patient. Ils sont souvent trop longs et difficiles à comprendre. » Le formulaire de consentement n'est en fait qu'une preuve que le chercheur a donné les renseignements nécessaires; ce n'est ni un contrat ni un consentement définitif, puisque le volontaire peut changer d'avis en tout temps.

Si on s'entend, dans le milieu de la recherche médicale, sur l'utilisation d'hommes adultes comme sujets pour la recherche, il existe un débat sur la nécessité de protéger les personnes dites vulnérables: enfants, femmes en âge de procréer, femmes enceintes, personnes âgées, représentants des groupes raciaux et autres. Plusieurs points de vue s'affrontent sur l'opportunité de faire appel à ces catégories d'individus. Ainsi, les médicaments testés sur des hommes agissent-ils exactement de la même façon sur les femmes, les enfants ou les personnes âgées? La prudence s'impose, depuis la triste histoire de la thalidomide, médicament inoffensif sauf lorsqu'il est administré à des femmes enceintes. Ces dernières ne sont évidemment plus sollicitées, mais les risques pour les personnes vulnérables doivent être doublement évalués.

Certaines histoires horribles, qui ont fait la chronique médicale de la recherche sur les enfants, ne signifient pas qu'il faille interdire ce type d'étude. Au contraire! « Pour traiter certaines infections du nouveau-né, on

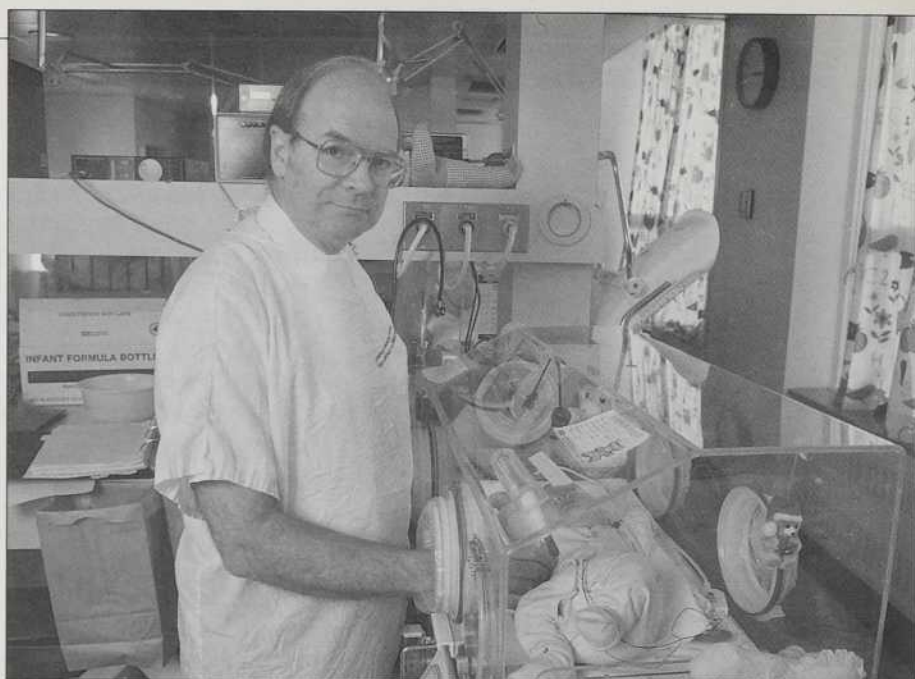
utilisait un antibiotique, le chloramphénicol», explique le Dr Eugene Outerbridge, médecin spécialisé dans les soins intensifs pour les nouveau-nés, à l'Hôpital de Montréal pour enfants. «La documentation scientifique rapportait plusieurs cas d'enfants morts du *grey syndrome*» (les bébés étouffent et deviennent rapidement gris).

En comparant l'efficacité du chloramphénicol avec un nouvel antibiotique, on s'est rendu compte du lien entre le médicament et le syndrome. «Il existe de nombreux cas qui ne font pas nécessairement la manchette des journaux, indique le chercheur, mais qui sont tout aussi dramatiques. Il est important de tester les médicaments sur les nouveau-nés, après avoir fait tous les tests de toxicité. Les bébés, de la naissance à l'âge de 10 jours, n'ont pas le même métabolisme que les enfants ou les adultes; leur foie n'a pas la maturité nécessaire pour se débarrasser des médicaments. Mais c'est la recherche expérimentale qui l'a démontré.»

NOUVEAUX EFFETS DU SIDA

Paradoxalement, les chercheurs impliqués dans la recherche sur le sida et les personnes atteintes par la terrible maladie aimeraient voir les nouveaux médicaments devenir plus rapidement accessibles aux personnes en phase terminale. «Le sida a changé beaucoup de choses, affirme Mme O'Rourke. Les patients demandent les médicaments expérimentaux. Ils réclament le droit d'être sujets pour des essais sur ces médicaments, parce que c'est leur seul espoir.»

Le sida bouleverse non seulement les procédures des thérapies nouvelles établies par le ministère de la Santé et du Bien-être social, mais aussi les habitudes du milieu médical concernant le respect de la confidentialité des dossiers. On comprend que les sidéens veuillent protéger encore plus les renseignements médicaux les concernant, quand on voit de quelle façon est perçue cette maladie dans notre société. Dans ce cas précis, il semble difficile de trouver un consensus



Eve-Lucie Bouque

L'utilisation des enfants comme sujets de recherche soulève de nombreuses interrogations. Malgré ce débat, le Dr Eugene Outerbridge, de l'Hôpital de Montréal pour enfants, est d'avis qu'«il est important de tester les médicaments sur les nouveau-nés, après avoir fait tous les tests de toxicité».

social. Un récent sondage révélait qu'en Ontario la population trouve inacceptable d'utiliser des renseignements provenant de tests sanguins non identifiables pour une étude épidémiologique sur le sida, tandis que les répondants du Québec, au contraire, adhéraient à ce genre d'étude.

«Les sujets utilisés en recherche sont de plus en plus conscients de leurs droits, affirme Patricia O'Rourke. Il est normal aujourd'hui qu'ils consultent leurs dossiers.» Représentante de la communauté dans les comités d'éthique, Mme O'Rourke veille aussi au respect de la confidentialité. «Si le volontaire est aussi un patient de l'hôpital, dit-elle, il est important que le résultat de la recherche n'apparaisse pas au dossier médical, qui est accessible au personnel soignant. Et, dans le cas d'une étude où l'on utilise un enregistrement sonore ou visuel, on demande que le document soit détruit après la compilation des données. De plus, plusieurs chercheurs croient qu'un questionnaire n'est pas une méthode agressive, comme peuvent l'être la chirurgie ou les médicaments. Pourtant, un questionnaire de recherche psychosociale est effectivement une méthode agressive. Beaucoup de renseignements sont très intimes et, pour ce genre de recherche, la confidentialité demeure essentielle.»

Le progrès fabuleux de la recherche, dans le domaine de la génétique, pose également des problèmes d'éthique que les chercheurs et la société auront à solutionner. «Un prélèvement sanguin n'est plus un simple échantillon de sang, affirme Me Knoppers. Une goutte de sang, de sperme ou un simple cheveu peuvent donner une quantité incroyable de renseignements génétiques. La constitution de banques à partir de telles cellules, dont on peut même prolonger indéfiniment l'existence pour en tirer des lignées cellulaires, est précieuse pour la recherche. Mais on n'accepte plus cette notion selon laquelle le patient abandonne son corps, ses cellules, son sang à la science, sans savoir ce qu'on va en faire.»

LE RÔLE DE L'ÉTAT

Me Bartha M. Knoppers étudie l'aspect juridique de la médecine génétique. «Un renseignement génétique est une donnée non seulement médicale mais aussi familiale, ce qui pose un problème de droit. Il faut alors nécessairement communiquer avec un tiers, que ce soit une tante, le père ou un enfant.» Que faire lorsqu'une étude de l'ADN révèle que la paternité déclarée diffère du géniteur réel? Doit-on inclure ce renseignement dans le formulaire

de consentement? Sur cette simple question, les CER n'ont pas tous la même politique. « Et se pose aussi le problème de l'intervention de l'État, souligne l'avocate. Dans un système de santé universel, l'État peut-il profiter de certains renseignements génétiques pour la prévention et la planification, mais aussi l'adoption des politiques de santé? »

Le projet mondial de cartographie du génome humain, HUGO, visant à identifier chaque gène ou chaque unité d'ADN sur chaque chromosome et à en établir la séquence, va permettre un développement inespéré du dépistage et du traitement des maladies génétiques. Mais il causera aussi un véritable casse-tête aux spécialistes de l'éthique penchés sur des problèmes allant du plus pragmatique au plus philosophique, tel celui que pose l'eugénisme. Lors d'une conférence tenue au Japon en juillet dernier, à laquelle assistait Me Knoppers et qui réunissait 123 spécialistes de 30 pays, les participants sont convenus de préserver l'option de la thérapie génétique sur les cellules germinales, celles qui se reproduisent.

Actuellement, la thérapie génétique expérimente sur des cellules somatiques, dans l'espoir de guérir une maladie affectant un individu. Mais l'utilisation des cellules germinales soulèvera des problèmes éthiques graves: le caractère irréversible du changement du code génétique d'un individu pour sa descendance, les effets secondaires imprévisibles, sans compter le risque de subordonner l'intérêt individuel à des mesures visant à améliorer la santé de la population.

On s'accorde donc sur la nécessité de se pencher sur les problèmes éthiques, moraux et philosophiques de plus en plus complexes que pose la science de demain. Mais le consensus sera long et douloureux à établir. Doit-on faire des recherches sur des patients comateux pour améliorer les traitements d'urgence? Doit-on utiliser des tissus fœtaux obtenus grâce à des avortements, dans la thérapie expérimentale de la maladie de Parkinson? Les réponses à de telles questions sont déjà attendues aux portes des laboratoires. □

Le Loup de Kanuk

Passer vos dix prochains hivers au chaud avec un Kanuk



Plus de chaleur

Comme tous les Kanuk, le Loup est isolé en Polar-guard souple et bien chaud même dans les conditions d'humidité extrême.

- Tailles: de Très petit à Très très grand
- Couleurs: Bleu sarcelle, Épice, Gris-mauve, Noir, Bleu acier, Melon, Orchidée, Vert forêt, Marine, Bleu typhon, Rouge, Bleu royal, Aubergine

Le Loup de Kanuk
274 \$

(Taxes incluses: 316,63 \$)



Le sac Banane C

Un sac en parapac qui vous offre deux compartiments superposés avec fermeture éclair.



Couleurs: Rouge et violet,
Vert et jaune,
Bleu et mauve

Le sac Banane C 50 \$

(Taxes incluses: 57,78 \$)



La Ceinture-passeport

Pour garder vos documents de voyage discrètement cachés sous votre chemise.

La Ceinture-passeport 15 \$

(Taxes incluses: 17,33 \$)



LIV-7020

APPEAU D'OISEAUX AUDUBON

(Audubon bird call)

Cet appareil d'une simplicité inouïe imite la plupart des chants d'oiseaux. Il suffit de tourner le cylindre de bois autour de l'axe métallique tout en diversifiant rythmes et cadences. Dimension: 2 cm x 5,5 cm

Prix: 7,95 \$ (Taxes incluses: 9,18 \$)



VERS UNE AGRICULTURE DURABLE

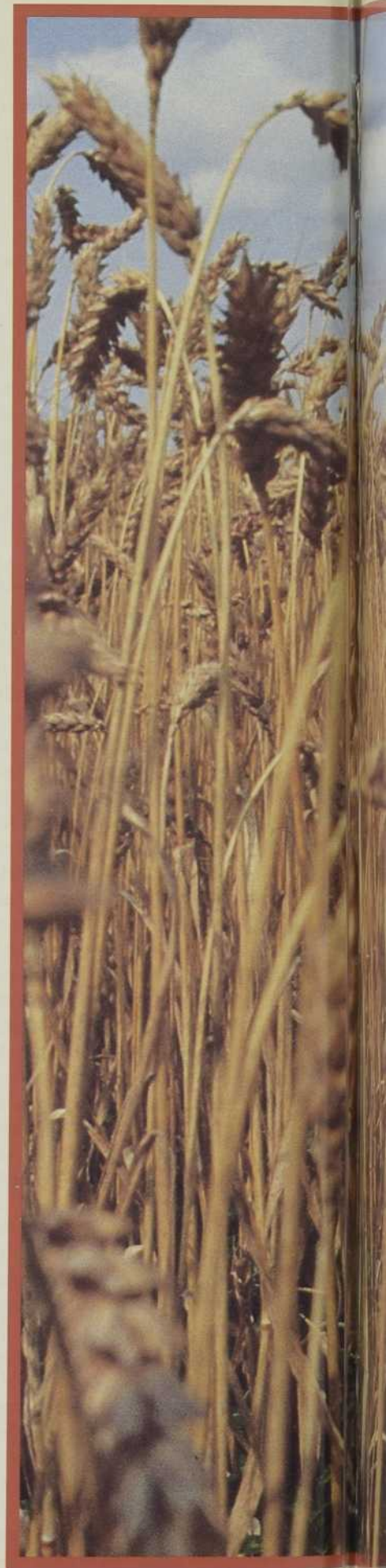
par Éline HÉMOND

Désormais soutenue par les institutions
et présentée comme la voie de l'avenir,
l'agriculture durable s'appuie sur les principes et techniques
prônés par les agrobiologistes depuis vingt ans.

« Notre stabilité, c'est le changement », rapportait un récent document de réflexion de l'Union des producteurs agricoles (UPA). Le premier vice-président de l'unique syndicat agricole du Québec illustre particulièrement bien le message. Il y a dix ans, Pierre Gaudet exploitait 1 300 hectares en culture intensive de maïs-grain (pour l'alimentation animale); maintenant, il a réduit sa surface cultivée à 280 hectares et il produit du blé, de l'avoine, de l'orge, du sarrasin, du tournesol et des pois pour la consommation humaine. S'estimant victime du modèle de développement agricole productiviste, ultraspécialisé, auquel il avait adhéré dans les années 70, cet

exploitant, après une faillite, a tout remis en question.

Si le concept de l'agriculture durable fait actuellement son chemin au Québec, c'est en grande partie grâce à une poignée d'agriculteurs avant-gardistes qui, depuis 20 ans, ont recherché et expérimenté de nouvelles pratiques. Moyen terme entre l'agriculture biologique pure et « dure » et l'agriculture productiviste chimique des dernières décennies, l'agriculture durable permet d'imaginer une utilisation et une valorisation des ressources agricoles qui tiendraient compte de la nécessité de conserver les ressources et de maintenir les rendements pour les générations à venir. Sans carrément nier la production agricole industrielle





et les intrants, l'appellation englobe tous les efforts visant à freiner ou à éliminer la dégradation des sols, des eaux et des ressources en général. Selon Clôde de Guise, journaliste à *La terre de chez nous*, c'est aussi la recherche de conditions de vie meilleures qui anime les agriculteurs dans cette réflexion.

PARTENAIRE DE LA TERRE

Au Québec, les agriculteurs qui ont déjà pris le virage ne sont plus considérés comme des marginaux. Pierre Gaudet est de ceux-là et il tient des propos qui auraient fait sourire, il y a moins de dix ans. « Je ne veux plus «exploiter» ma terre, déclare le premier vice-président de l'UPA, je veux travailler «avec» elle, en respectant son équilibre et en me basant sur les signaux qu'elle me donne. » S'il ne dispose plus de radiotéléphone dans ses véhicules, ni de machinerie à la pointe de la technologie, ni de quinze ouvriers dans ses champs, M. Gaudet est à nouveau à la tête d'une entreprise qui tourne. En fournissant aux Québécois des farines, des grains et des légumineuses de qualité biologique, c'est également aux signaux du marché qu'il répond.

« En 1981, admet Pierre Gaudet, mon but n'était pas d'aller nécessairement vers un produit certifié biologique; je voulais surtout faire une agriculture qui soit autosuffisante au niveau de sa production et qui me permette de vivre sans courir continuellement après le rendement. Je ne voulais plus d'un modèle qui considère la terre comme un simple porteur auquel on ajoute les éléments nutritifs en sacs, en fonction de la récolte escomptée. Aujourd'hui, sauf pour le pétrole des tracteurs, quelques pièces d'équipement et les semences, nous n'achetons rien. Les besoins en azote, phosphore et potassium de la terre sont comblés par la rotation des cultures et par les apports d'un compost fait avec du lisier et des résidus de récoltes. »

D'autres agriculteurs avaient fait le pas avant lui. Chez les Dubois, de Plessisville, on a depuis longtemps compris l'intérêt de l'autosuffisance agricole. Les terres n'ont pas reçu

d'apports synthétiques depuis près de 20 ans et les vaches ne connaissent pas les antibiotiques. « Dans les années 70, nous étions gênés de dire que nous nous intéressions à l'agriculture biologique », avouent maintenant Gérard et Laurette Dubois.

Ces éleveurs laitiers, héritiers de six générations d'agriculteurs, ne tenaient pas à être traités de « granolas ». « Le soutien technique était alors inexistant et j'ai dû apprendre par moi-même, dans les livres de jardinage biologique, les principes de rotation culturale, de compagnonnage et de compostage », raconte Gérard Dubois, qui a également appris à soigner ses vaches par l'homéopathie et en utilisant simplement de l'eau chaude et froide. « Petit à petit, j'expérimentais et j'adaptais les pratiques à notre échelle », ajoute-t-il. En 1990, Gérard Dubois ne se cache plus : il est devenu l'une des ressources du milieu et, quand on parle d'agriculture durable, son nom revient souvent. Des groupes d'étudiants, de chercheurs et de producteurs viennent par autobus entiers visiter l'exploitation et discuter avec Gérard Dubois et ses trois fils, Alain, Rénald et Richard, maintenant associés.

Les Dubois élèvent un troupeau de 68 vaches (la moyenne québécoise par ferme, en 1989, est de 35,4) et cultivent 200 hectares. Ils ont actuellement un quota laitier de 425 000 l de lait et ils visent les 500 000 l. Bien que leur lait soit certifié de qualité biologique, la plus grande partie rejoint le lait de la Coopérative fédérée (Agropur). Le reste, c'est-à-dire présentement près de 15 %, est transformé en yogourt par Richard, qui a monté, de l'autre côté de la route, l'entreprise de transformation Éco-délices. En ce moment, la petite compagnie produit 500 kg de yogourt biologique par semaine et la famille Dubois envisage de transformer tout son lait en yogourt ou en fromage.

AGRICULTURE DURABLE ET RENTABLE

L'exemple des fermes Gaudet et Dubois tend à démontrer que la pratique d'une agriculture durable n'est

SUS AUX INSECTICIDES CHIMIQUES



Dr Conrad Cloutier / Université Laval

Insecte parasétoïde (Aphidius) attaquant un puceron sur une feuille de pomme de terre.

Si les insecticides chimiques ont contribué à atteindre de hauts rendements agricoles, ils comptent pour une grande part dans la dégradation de l'environnement et ont engendré de nombreux problèmes. Des souches d'insectes sont devenues résistantes aux insecticides, entraînant une augmentation des concentrations et des fréquences d'application des produits ; les prédateurs de certains ravageurs ont disparu et de nouveaux ravageurs se sont manifestés ; des insectes utiles et pollinisateurs ont été éliminés. Pour ces raisons, et aussi pour des raisons économiques (les insecticides chimiques coûtent cher), le Québec se dotait, en juin 1987, d'une loi visant à réduire et à rationaliser l'usage des pesticides.

Soutenue par le ministère de l'Environnement et par le Centre québécois de valorisation de la biomasse, une équipe d'entomologistes a récemment effectué une étude sur les modes alternatifs de répression des insectes en agriculture. Madeleine Chagnon, coordonnatrice de cette recherche, estime que le dépistage (permettant d'éviter les traitements préventifs ou inutiles) constitue le premier pas vers l'assainissement des agro-écosystèmes en matière de pesticides. Comme complément aux réseaux de dépistage, les chercheurs proposent des agents biologiques, des techniques physiques et des méthodes culturales, tous destinés à remplacer les insecticides chimiques.

Les armes biologiques

Les agents biologiques sont le plus souvent des organismes vivants ou des produits dérivés d'organismes vivants. Ils peuvent être inertes (toxines dérivées de micro-organismes qui s'utilisent et agissent de la même façon que les insecticides chimiques) ou actifs. Les agents actifs sont des entomophages (se nourrissant d'insectes) autonomes ; leur utilisation exige une connaissance de leur dynamique et de celle des populations visées. Ces agents peuvent être des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, champignons causant des maladies mortelles), des animaux invertébrés parasites (se nourrissant de leur hôte jusqu'à le tuer) ou des prédateurs (éliminant la victime sans délai).

Les armes physiques

Les techniques physiques consistent à utiliser des dispositifs de capture, de répulsion ou d'isolation des insectes nuisibles.

Des phéromones de synthèse sont souvent utilisées comme appâts dans des pièges englués qui retiennent et détruisent les insectes ravageurs. À l'état naturel, les phéromones (du grec *pherein*, transporter, et *hormân*, exciter) assurent une communication (chimique, olfactive, visuelle, etc.) entre les individus d'une même espèce. Des phéromones sexuelles de synthèse, ou d'autres substances chimiques ou naturelles (huiles essentielles, sels minéraux, etc.) peuvent servir d'appâts. Les pièges à appât sont souvent associés à des leurres visuels qui, par leur couleur ou leur forme,

attirent également les insectes en jouant un rôle de stimuli dans leur orientation ou leur comportement. On peut ainsi simuler une source de nourriture, un site d'agrégation ou un lieu d'accouplement. Des pièges lumineux, particulièrement efficaces pour capturer les insectes volants nocturnes, des pièges thermiques et des aspirateurs à insectes font aussi partie de la panoplie des armes alternatives.

Une technique physique moins utilisée consiste à stériliser, avec des rayons X ou des rayons gamma, une population mâle d'insectes ravageurs. Libérés dans les cultures, ces mâles irradiés s'accouplent avec les femelles et déclenchent la ponte d'œufs non fécondés.

Les armes culturelles

Comptant parmi les plus anciennes stratégies de contrôle des insectes nuisibles, les méthodes culturelles reposent sur la connaissance de la biologie et des mœurs des ravageurs. L'agriculteur peut ainsi intervenir au niveau des sites de reproduction des insectes et sur leur capacité de retrouver la plante hôte; il peut rendre cette plante non disponible, dans le temps et dans l'espace favorables au ravageur; il peut également réduire la survie de l'insecte en encourageant la multiplication de ses ennemis naturels.



Élaine Hémond

La ferme de Gérard et Laurette Dubois, de Plessisville, est aujourd'hui un exemple d'exploitation où développement durable et rentabilité vont de pair. Avec leurs trois fils (de gauche à droite : Richard, Alain et Rénald), maintenant associés, ils élèvent un troupeau de 68 vaches et cultivent 200 hectares.

pas incompatible avec la rentabilité économique et même une certaine croissance. Toutefois, Daniel Mercier-Gouin, économiste et professeur à la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval, s'interroge quant à la possibilité de généraliser ces pratiques. « Pourrait-on concilier longtemps ce mouvement de fond, dont les bénéfices sont à long terme, avec la logique à court terme d'une concurrence accrue par la mondialisation des marchés? Un éleveur de porcs de la Beauce qui, pour protéger l'environnement, investira 100 000 \$ dans une fosse à purin, restera-t-il compétitif face à un éleveur d'un autre pays n'imposant pas de telles mesures? »

Cette logique implacable, Christian Côté, maraîcher gaspésien, la connaît bien. Produisant des tomates en serre à Saint-Alphonse-de-Caplan depuis près de 15 ans, il doit se conformer aux prix dictés par le marché, qu'il partage avec les producteurs du centre de la province, mais aussi avec ceux de l'Ontario et du Mexique. « La loi de l'offre et de la demande fait en sorte que notre prix de vente a baissé de 25 % en deux ans, explique-t-il. Parallèlement, à cause surtout de l'augmentation du prix de l'électricité,

CHIFFRES ET REPÈRES

Le Québec a une superficie de 135 millions d'hectares, dont 2,8 % font actuellement partie du domaine agricole. Quarante-huit mille producteurs exploitent 39 000 entreprises. En 1950, les fermes étaient au nombre de 150 000, et on estime, à l'UPA, qu'avec une baisse de 0,5 % par année, le nombre d'exploitations agricoles devrait se stabiliser autour de 32 000 en 2015.

Parallèlement à la diminution du nombre de fermes, les recettes brutes provenant de la production agricole, au Québec, ont doublé en 20 ans et représentent actuellement environ 3 milliards de dollars par an.

Le revenu agricole familial moyen se situe entre 20 000 et 25 000 \$. Douze pour cent des dépenses d'exploitation des fermes vont à l'achat de produits chimiques. Si l'utilisation des pesticides et herbicides, dans l'agriculture, a été multipliée par 32, entre 1949 et 1984, on estime que ces dépenses ont baissé de 30 % depuis cinq ans. Récemment, les coûts de l'érosion hydrique et de la compaction des sols (attribuables aux méthodes culturales) ont été évalués à respectivement 17 et 99 millions de dollars.

En aval, dans les budgets familiaux, la part consacrée à l'alimentation est passée de 27 % en 1950 à 14 % en 1980.



Un concept plaisir-santé unique en Amérique

À Rivière-du-Loup ■ Dans un cadre enchanteur ■ Face à la mer ■ Un centre de cure offrant en exclusivité les bains de boue de tourbe à l'européenne ■ Massages relaxants ■ Massages thérapeutiques ■ Bains thérapeutiques ■ Pressothérapie ■ Esthétique ■ Saunas et tourbillons ■ Cuisine santé gastronomique

Hébergement tout confort

(418) 867-4777 • 1-800-463-8686

168, rue Fraser, Rivière-du-Loup, Québec G5R 1C8



CENTRE ÉQUILIBRE SANTÉ

Isabelle Lapointe



Auberge

Quatre-Temps

161, chemin Tour du Lac, C.P. 1160
Lac-Beauport, Québec G0A 2C0
(418) 849-4489



Il fut un temps où l'on souhaitait la santé,
maintenant on peut l'offrir!

Les soins offerts

Bains thérapeutiques

- Bains de boue de tourbe
- Bains d'algues
- Bains d'huiles essentielles

Soins du corps

- Sablage et massage au lait hydratant
- Soins bien-être dos
- Enveloppement d'algues et d'huiles essentielles:
 - relaxant
 - amincissant
 - anti-cellulite

Massages

- Suédois
- Shiatsu
- Californien
- Sous la douche
- Pressothérapie

SUR DEMANDE

- Drainage lymphatique
- Maquillage
- Manucure
- Pédicure
- Soins faciaux

Guide plein air du Québec

UN GUIDE QUI DÉCRIT TOUTES LES ACTIVITÉS DE PLEIN AIR QUI SE PRATIQUENT AU QUÉBEC.

Laissez-vous emporter loin de la ville, vers une nature accueillante et remplie d'occasions de découvertes et d'émerveillement.

Le livre est divisé en quatre sections:

- 1 Description des principales activités hivernales et estivales avec références sur les organismes spécialisés. Conseils avant d'en débiter la pratique.
- 2 Description des principaux intervenants en plein air (parcs, centres de plein air, réserves fauniques, centres éducatifs, etc.)
- 3 Description des régions touristiques (à l'exception du Grand Nord) avec, pour chacune, les principales activités de plein air qu'on y pratique.
- 4 Renseignements utiles: ministères, aéroports, traversiers, etc.



LE guide pour planifier vos vacances ou vos fins de semaines!

Guide plein air du Québec
Par Royal Dupuis
1990, ISSN 0847-4834,
190 pages
Trafic Communication Inc. Éditeur

11,49\$ (taxes incluses)

En vente partout



notre coût de production a grimpé du même pourcentage.»

Contrairement à Pierre Gaudet et à la famille Dubois, Christian Côté n'est pas issu du milieu agricole. Enseignant et pionnier du Mouvement pour l'agriculture biologique (MAB) dans les années 70, il est de ceux qui ont adapté les techniques du jardinage biologique aux réalités des exploitations agricoles du Québec, notamment au maraîchage sous serre. Ainsi, il fut parmi les premiers à expérimenter ici les insectes prédateurs comme solution de rechange aux insecticides chimiques (voir l'encadré: «Sus aux insecticides chimiques»). Actuellement, Christian Côté et ses associés produisent 30 t de tomates de serre (également certifiées biologiques), qui sont écoulées à 80 % sur les marchés traditionnels de la Gaspésie. Le reste est vendu à des grossistes.

OBSERVER ET S'ADAPTER

Dans la bouche de Christian Côté, de Pierre Gaudet, de Gérard, Alain, Rénald et Richard Dubois, le mot «observation» revient tout le temps. «Il n'y a pas de recettes toutes faites qui tiennent, explique Rénald Dubois. Le producteur doit composer avec les caractéristiques de sa terre, avec sa situation géographique, avec son environnement physique particulier (vents, irrigation, etc.), avec l'état de ses bêtes et avec ses propres compétences.» Selon ce jeune éleveur, chaque ferme doit trouver la formule qui lui convient. Par exemple, dans une exploitation équilibrée, le nombre de bêtes devra correspondre au potentiel de production végétale de la terre, mais aussi à la capacité de cette dernière de digérer les fumiers et les résidus végétaux de l'exploitation. Ainsi, il est certain que, dans un climat plus chaud où la décomposition des matières organiques est plus rapide, le nombre de bêtes par hectare pourra être plus élevé.

De plus en plus, la gestion des fumiers est perçue non seulement comme une mesure de protection de l'environnement, mais comme une source d'économie. Selon Pierre Gaudet, les éleveurs qui avaient l'impression de se débarrasser de

«DURABILITÉ» DE L'AGRICULTURE ET FORMATION

Parallèlement aux défis environnementaux, la «durabilité» de l'agriculture québécoise est liée, selon l'économiste Daniel Mercier-Gouin, aux mesures qui seront prises pour assurer la formation de la relève.

De nombreux intervenants ont depuis un an déploré l'état lamentable de la formation agricole au Québec. Un récent recensement effectué par le ministère de l'Agriculture montrait que le Québec se classe bon dernier sur la scène internationale. En Suède et aux Pays-Bas, plus de la moitié des jeunes exploitants possèdent une formation agricole professionnelle; en France, en Allemagne et au Danemark, ce chiffre dépasse 70 %, et en Ontario il est de 40 %. Daniel Mercier-Gouin estime qu'au Québec, entre 15 et 25 % seulement des jeunes qui se lancent en agriculture ont suivi une formation agricole à temps complet.

Après avoir mis en place des mesures visant à inciter ces jeunes à atteindre le niveau d'études collégiales

(entre autres par le biais de taux d'intérêt bonifiés), le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation subordonnera le montant de la subvention à l'installation au niveau de scolarité.

Sans contester l'urgence des besoins de formation, André Drapeau, secrétaire général de la Fédération de la relève agricole (FRAQ), s'inquiète de l'instauration de mesures coercitives risquant de diminuer davantage le nombre de jeunes se lançant en agriculture chaque année. Tout comme Daniel Mercier-Gouin, il déplore la mentalité du milieu agricole (notamment des parents) qui, trop souvent encore, incite le jeune à abandonner ses études, profitant ainsi d'une main-d'œuvre bon marché. Du côté de l'Association de la jeunesse rurale du Québec (AJRQ), on adhère sans restriction aux exigences de formation annoncées par le Ministère.

«Pour affronter les nouveaux défis, un virage s'impose, et ça presse!», affirme Daniel Mercier-Gouin.

LES SOLS DIAGNOSTIQUÉS

Le récent *Rapport synthèse sur l'inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec* révèle que 90 % des terres utilisées en monoculture ont de sérieux problèmes.

Au Québec, sur les 1,7 million d'hectares cultivés, 28 % sont en monoculture, le reste servant, surtout dans le cadre de fermes laitières, à la production fourragère et céréalière ainsi qu'au pâturage.

Malade, mais de quoi ?

Ainsi, 90 % de la superficie sous monoculture présente des problèmes de détérioration de la qualité de la structure du sol, 60 % est affectée par une surfertilisation attribuable à des apports excessifs de lisiers, de fumiers ou d'engrais chimiques, d'où découlent des risques de pollution de l'eau et de l'environnement. Plus de 50 % des sols en monoculture (pommes de terre et maïs surtout) affichent une nette détérioration de la matière organique (vraisemblablement le problème le plus long



et difficile à corriger) et le même pourcentage souffre d'acidification. Le compactage par la machinerie lourde affecte 20 % des sols, et 10 % donnent des signes de pollution diffuse par les métaux lourds. Les érosions hydrique et éolienne touchent respectivement 10 et 6 % des superficies en monoculture. Et c'est la région 06, Richelieu-Saint-Hyacinthe (capitale de la monoculture), qui détient le record de la dégradation des sols.

masses encombrantes en donnant leur fumier à des agriculteurs biologiques reconnaissent désormais la valeur de cette production.

Dans la foulée des essais, tâtonnements, expériences et réussites d'une poignée d'agriculteurs avant-gardistes, et devant l'urgence du constat environnemental, le Ministère incite désormais à adopter des pratiques de diversification, de rotation des cultures et de gestion des fumiers. Si personne ne croit plus aux recettes miracles, les techniques explorées, en agriculture biologique, ouvrent la voie de cette agriculture que l'on veut « durable ».

Pour l'instant, cette grande remise en question touche essentiellement les moyens de production. Mais parions que la réflexion s'étendra bientôt aux modes de distribution alimentaire et même à la consommation. □

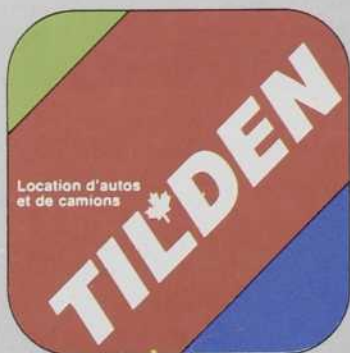
LE COMPOST, C'EST FRANCHEMENT MEILLEUR

Le Québec produit annuellement plus de 35 millions de mètres cubes de fumier et de lisier. Jugées responsables de la pollution de nombreux cours d'eau, ces déjections animales sont pourtant de plus en plus perçues comme une richesse « naturelle », pourrait-on dire... Les éléments fertilisants qu'elles renferment (potassium, azote et phosphore) sont évalués à plus de 162 millions de dollars.

Jusque dans les années 50, le fumier et le lisier étaient épandus en totalité (et sans compostage) sur les terres. L'augmentation du nombre d'animaux et la concentration des élevages (notamment du porc et de la volaille) ont entraîné des surplus qui, dépassant les capacités d'absorption

des sols, ont été lessivés vers les cours d'eau. Pour réduire ces problèmes environnementaux, tout en proposant d'autres possibilités que les amendements chimiques du sol, le compostage des fumiers et lisiers est l'une des solutions proposées en agriculture durable.

Le compostage est un processus d'oxydation biologique contrôlé qui, par l'intermédiaire d'une multitude de micro-organismes, transforme en humus la matière organique. Outre le fait que ce processus détruit les molécules responsables des odeurs, les agents pathogènes, les parasites et certains pesticides et antibiotiques présents dans le fumier, les composts sont beaucoup moins susceptibles de perdre des fertilisants et des contaminants par volatilisation, lessivage et ruissellement.



**MEMBRES DE QUÉBEC SCIENCE,
VOYAGEZ À MOINS CHER...
au Canada et à travers le monde.**

Grâce à votre carte de membre de *Québec Science*, profitez des tarifs corporatifs très avantageux accordés aux organisations à fort volume de location.

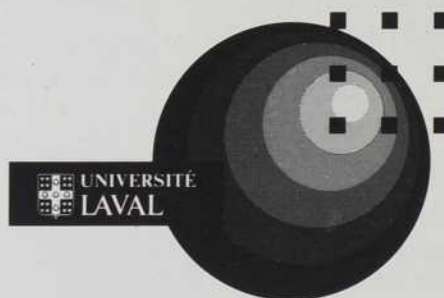
**Kilométrage illimité dans toutes
les grandes villes du Canada.**

**Réduction de 50 % sur les prix
de plus de 150 hôtels participants.**



Voir page 4

**Si tu veux relever
les défis
de la planète bleue
en l'an 2000**



**Nous formons les experts de l'an 2000
à la Faculté des sciences de
l'agriculture et de l'alimentation**

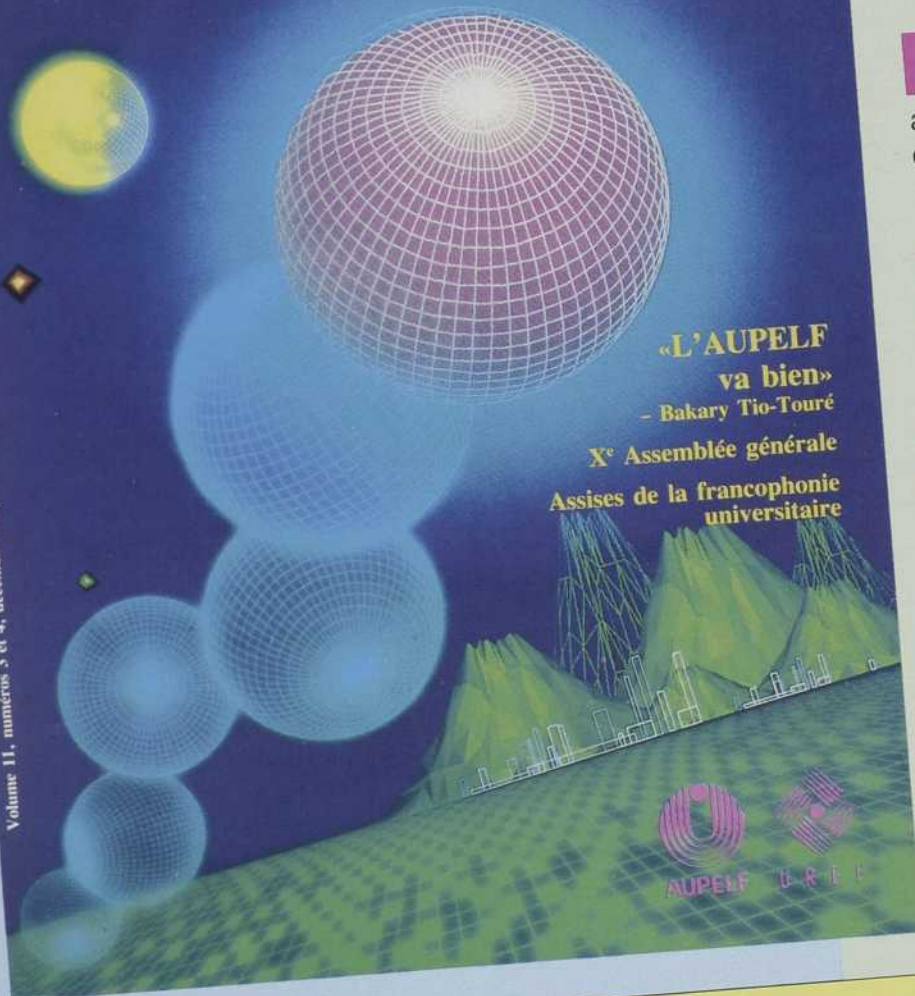
Pavillon Paul-Comtois
Université Laval
Québec, G1K 7P4
Tél.: (418) 656-5693

Universités

Le magazine de l'actualité universitaire de langue française

Volume 11, numéros 3 et 4, décembre 1990

Image de synthèse de Tsutomu Hokazono



«L'AUPELF
va bien»

- Bakary Tio-Touré

X^e Assemblée générale

Assises de la francophonie
universitaire



DES INFORMATIONS INDISPENSABLES

sur l'actualité des universités, la coopération universitaire, le suivi des Sommets francophones et les programmes de l'Université des réseaux d'expression française

DES ENTRETIENS EXCEPTIONNELS

avec des scientifiques, des écrivains, des hommes politiques du monde francophone

DES PORTRAITS

des universités de langue française dans le monde

DES DOSSIERS COMPLETS

sur les nouvelles études supérieures et sur l'enseignement du français

LE POINT

sur la contribution universitaire au développement

DES RUBRIQUES SPÉCIALISÉES

l'Université au féminin; les nouveautés des presses universitaires; des renseignements sur les congrès et colloques à venir intéressant le milieu universitaire; les créations de filières et les principales nominations dans les universités francophones

JE SOUHAITE M'ABONNER À UNIVERSITÉS

NOM	PRÉNOM/POSTNOM	STATUT ET DOMAINE D'ACTIVITÉ
INSTITUTION D'ATTACHE		
ADRESSE		
VILLE		
PAYS	CODE POSTAL	

ABONNEMENT À 4 NUMÉROS :
30\$ CAN OU 150 FF
(PAYS DU SUD : 15\$ CAN OU 75 FF OU 3 750 CFA)

VEUILLEZ RETOURNER COUPON ET CHÈQUE BANCAIRE À
UNIVERSITÉS, AUPELF, UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL, C.P. 6128, SUCC. A,
MONTRÉAL (QUÉBEC) CANADA H3C 3J7
TEL: (514) 343-6630



AUPELF



U R E F

Le magazine de l'actualité universitaire de langue française

Universités

HAUTE TENSION SOUS LE FLEUVE

par Claire GAGNON

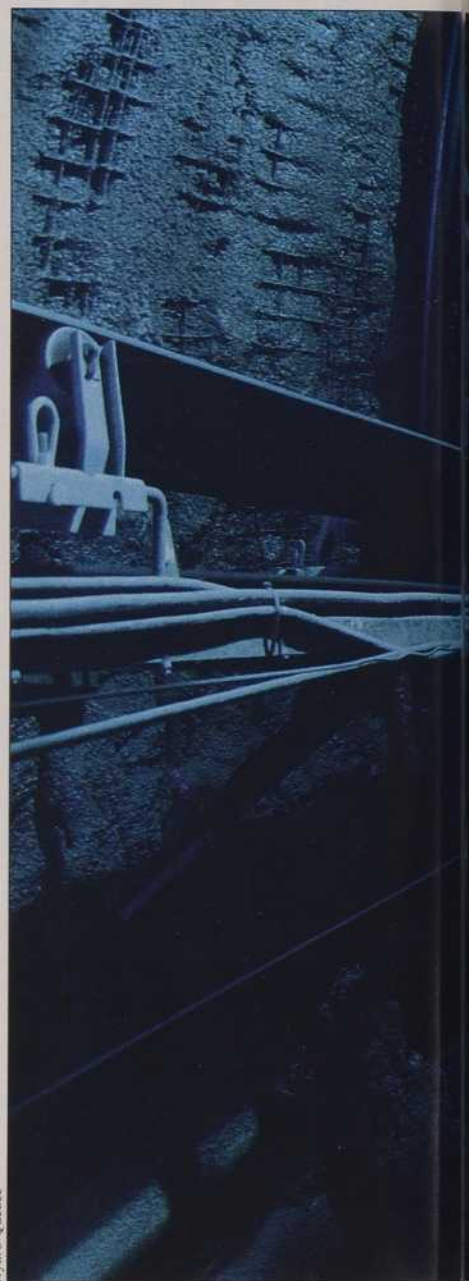
Une fois de plus,
Hydro-Québec aura été à l'origine
de percées technologiques uniques,
avec le creusage du tunnel sous-fluvial
entre Grondines et Lotbinière,
pour le passage de sa onzième ligne.

Des innovations qui resteront peut-être sans lendemains.

C'est bien connu, Hydro-Québec possède une solide expertise dans le domaine du transport à haute tension. Son savoir-faire technologique a toutefois été mis au défi par la construction de la onzième ligne de son réseau hydro-électrique. Et ce défi, c'est celui de la technologie sous-fluviale. Afin de préserver les beautés du majestueux Saint-Laurent, on se rappellera qu'en 1988, des groupes de citoyens avaient obtenu du gouvernement que cette ligne d'exportation vers les États-Unis emprunte un tunnel sous le fleuve, à la hauteur de Grondines et de Lotbinière, au lieu de franchir le corridor fluvial par voie aérienne. La société d'État s'est donc vue dans l'obligation de mettre au point la

traversée sous-marine de câbles électriques à courant continu et à très haut voltage, d'une puissance encore jamais atteinte de 450 kV. Une première mondiale.

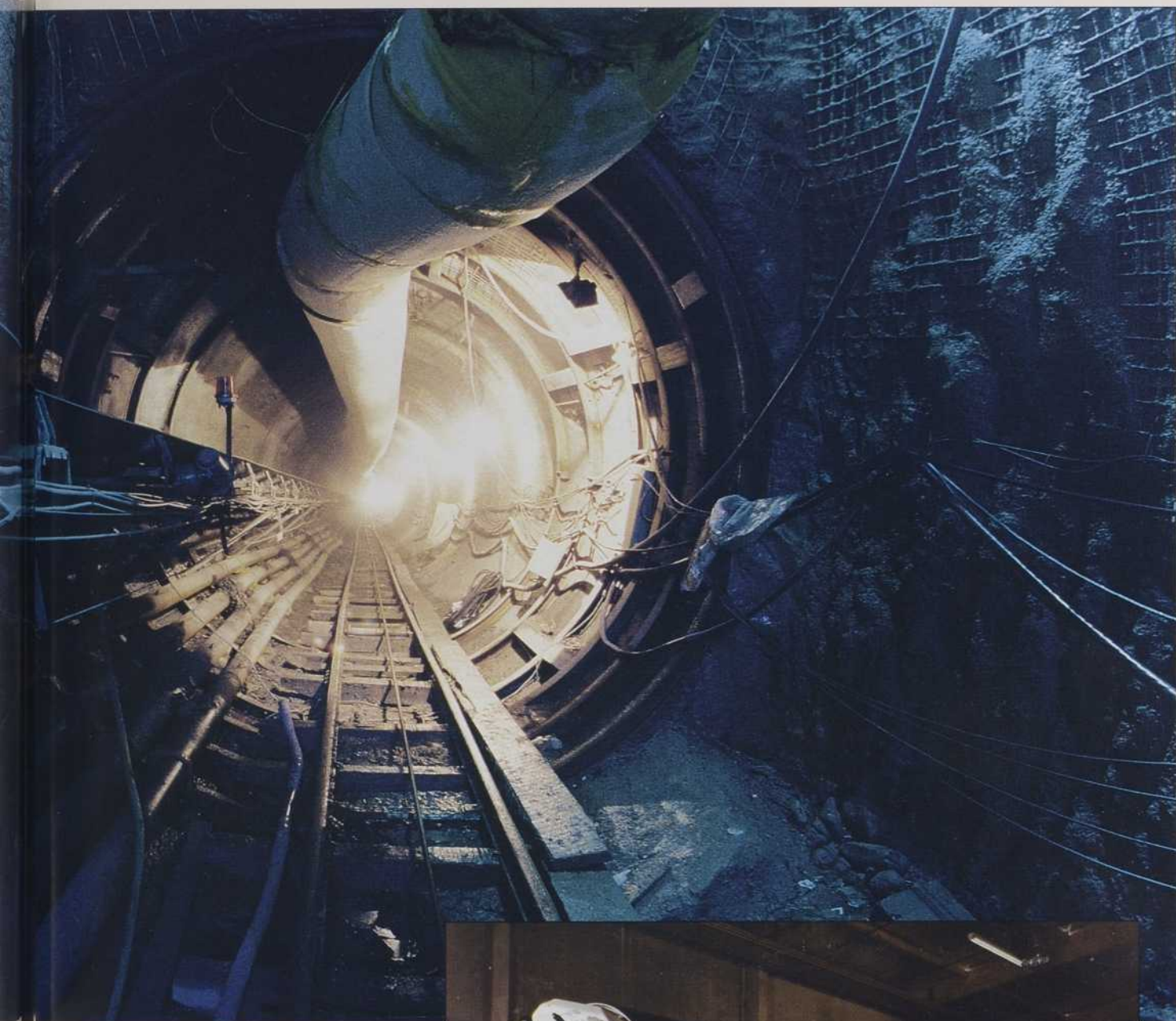
Si la conception de ces câbles sous-fluviaux représente un palier technologique à franchir, la construction du tunnel où serpenteront les fils électriques fait appel, quant à elle, à des méthodes déjà connues, semblables à celles utilisées pour le forage de l'Eurotunnel, sous la Manche. Seules les dimensions ne se comparent pas. Avec son 4,2 m de diamètre, le tunnel d'Hydro-Québec est à peu près l'équivalent du conduit d'entretien de 4,8 m de l'Eurotunnel, dominé par les deux galeries géantes de 7,6 m, où passeront les trains.



Hydro-Québec

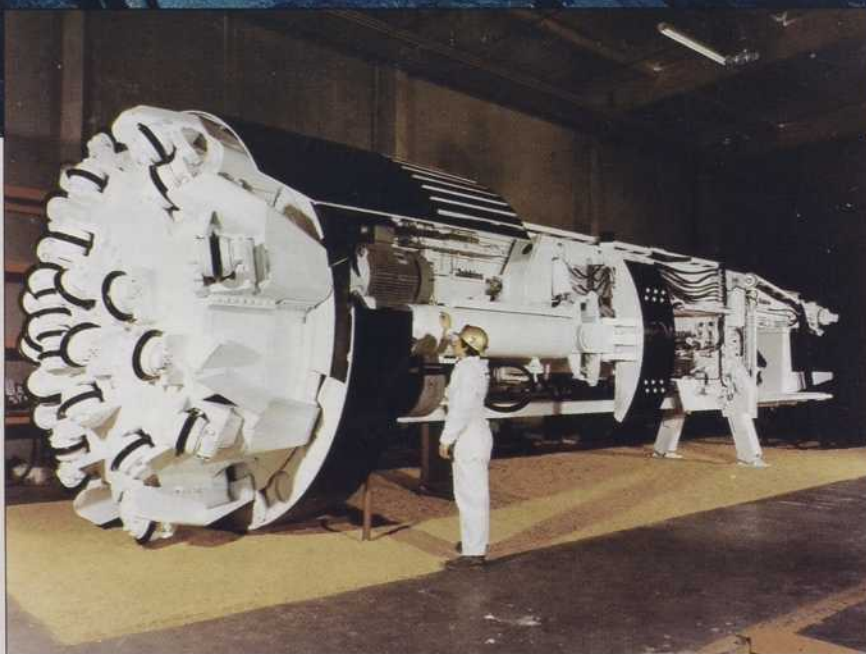
LA TAUPE AUX MÂCHOIRES D'ACIER

Pour Hydro-Québec, l'odyssée sous-marine débuta au printemps 1989. D'une longueur de 4,1 km, à 40 m sous le lit du fleuve, le tunnel est foré à partir de la rive sud, à Lotbinière. La pièce maîtresse des travaux d'excavation est le tunnelier, gigantesque machine qui remplace la pioche des mineurs – le forage de l'Eurotunnel a nécessité la participation de 11 de ces foreuses. La mise en marche de cette « taupe » géante, pesant 95 t et mesurant 120 m, suit une procédure précise. D'abord,



*Ci-contre, le tunnelier géant
qui a servi à forer le tunnel sous-fluvial
entre Grondines et Lotbinière.
Sa tête, munie de 33 couteaux
en carbure de tungstène,
tournait à sept tours
à la minute.*

on appuie sur le roc massif sa tête foreuse de 4,20 m de diamètre. Avant d'attaquer le souterrain de front, on déploie ses pattes (poussoirs hydrauliques) sur la paroi, afin de la maintenir solidement en place et d'éviter le recul lorsque la poussée hydraulique de 500 t projettera sa tête contre le roc.



Hydro-Québec

*Au Centre d'information
d'Hydro-Québec à Grondines,
le visiteur peut manipuler
les échantillons des câbles des traversées
aériennes et sous-fluviales.*

Sa mâchoire, munie de 33 couteaux rotatifs en carbure de tungstène (un alliage très résistant), racle alors le roc, au rythme de sept tours à la minute. Dans son ventre, un long tapis roulant, le convoyeur, retire les déblais, à la cadence de 50 t à l'heure.

Pendant huit mois de forage intensif, jour et nuit, et jusqu'à sept jours semaine, dans la noirceur, l'humidité, le bruit et la poussière, les mineurs se relayeront à la tâche. Il faut dire que l'énorme taupe avance à pas de tortue : une progression moyenne de 32 m par jour, avec des pointes de 90 m. Arrivée au bout de son périple, le 26 mars 1990, la foreuse émerge sur la rive nord du Saint-Laurent, à Grondines. Elle aura dévoré 75 000 m³ de roc, une quantité équivalant à la charge de 7 500 camions de 20 t. Ce moment était attendu avec anxiété, la question étant de savoir si le tunnelier, guidé par un rayon laser, déboucherait exactement à l'endroit prévu. « Les arpenteurs étaient aux aguets, se rappelle l'ingénieur Paul Bourque, conseiller au chantier. La visée qui dirige le laser est calculée à partir de deux points géodésiques connus, mais les autres points de référence sont extrapolés. Comme chaque changement de référence risque de provoquer une légère erreur, l'accumulation des erreurs potentielles aurait pu faire dévier la foreuse. » Mais, au matin du 26 mars, le verdict est favorable. Le tunnelier est arrivé tout près de sa cible, avec une déviation négligeable de 80 mm à l'est, et une dizaine de millimètres trop haut.

À peine aura-t-elle vu la lumière au bout du tunnel, que la taupe d'acier de la société G. Torno Québec, chargée du projet, s'envole vers la Turquie, où elle s'attaquera à un autre souterrain, le sixième de sa carrière. Elle aura été plus chanceuse que ses consœurs de l'Eurotunnel, qui ont été ensevelies sous la Manche, méthode jugée moins coûteuse que de les démonter et de les ramener à la surface !



LA LUTTE CONTRE LES FAILLES

Dans le sillage de la foreuse, toute une équipe de travailleurs miniers est à l'œuvre. Même si le roc dans lequel on creuse, du schiste argileux (communément appelé galet), se prête bien à la réalisation d'un tunnel, on doit effectuer des travaux de soutènement pour éviter tout risque d'effondrement. D'abord, il faut doter le tunnel d'une « colonne vertébrale ». Pour ce faire, les travailleurs sont postés sous un bouclier (afin de se protéger des éboulis), appelé le « peigne », qui est situé juste derrière la tête du tunnelier. L'espace entre les dents du peigne permet aux ouvriers de renforcer la voûte, à coup de boulons de deux mètres de long, posés à tous les mètres et demi.

Pour protéger la voûte rocheuse contre le gonflement causé par l'absorption de l'humidité, on applique une mince couche de béton projeté sur le schiste, car ce dernier devient friable après quelques heures d'exposition à l'air. Aux endroits plus friables, on installe un grillage. Et, lorsque le roc devient fracturé et garni de microfissures, on pose sur les parois un cintre, sorte de grande bague d'acier boulonnée en quatre sections. Les veines d'eau sont colmatées par l'injection sous pression d'un « laitier », béton uniquement composé d'eau et de ciment. Contrairement à ce qu'on avait d'abord prévu, cette partie des

travaux s'est déroulée sans problèmes. « On prévoyait des infiltrations d'eau de 4 000 l à l'heure, il n'y en a eu que 1 000 », remarque Normand Bell, administrateur responsable de l'ingénierie du projet. « Bien sûr, même après la finition complète du tunnel, on ne pourra empêcher les parois de suinter, à cause des milliers de microfissures. On a exigé de l'entrepreneur une performance d'infiltration de 200 l d'eau à la minute (qu'on évacue par pompage). Jusqu'ici, les résultats sont encourageants et bien en deçà de cette limite. »

Toutes ces précautions de soutènement et de colmatage ont été accentuées lorsque la foreuse a traversé la faille de Deschambault, située du côté nord du fleuve. Cette faille majeure forme une ligne de démarcation très nette entre le schiste, retrouvé sur la rive sud, et le calcaire, qui compose les derniers 600 m du souterrain. « Ce fut le branle-bas de combat lorsque la foreuse est arrivée au niveau de la faille, se souvient Normand Bell. Les géologues ne savaient pas vraiment à quoi s'attendre. Des risques plus grands d'éboulis et d'infiltration d'eau étaient prévus, à cause du changement de capacité du roc. Finalement, la faille n'a causé aucun problème et, en deux jours seulement, elle était maîtrisée. Tout de même, le tunnel a été plus renforcé à cet endroit. »

Cependant, c'est une autre faille qui a fait des siennes. Pendant une



À l'aide d'une machine spécialement conçue pour installer ces structures, les six câbles sous-fluviaux seront déposés dans deux rangées de caniveaux préfabriqués par sections.

semaine, les ouvriers ont été aux prises avec la faille de Portneuf, située au nord de la voie maritime. À cet endroit, le roc devient mou et truffé de fissures. Même boulonnée, la voûte s'est effondrée. Il a fallu poser des cintres et, littéralement, mouler une nouvelle voûte de béton. Dans l'ensemble, la société d'État s'est montrée très prudente et, pour plus de sécurité, un système de contrôle, avec des détecteurs électroniques disséminés dans le roc, tout le long du parcours du tunnel, indique tout mouvement irrégulier du sous-sol.

Il ne manquait que l'opération bétonnage, pour que le tunnel fasse véritablement corps avec le fleuve. Pour tapisser les parois d'une couche de béton de 24 cm d'épaisseur, on fit appel à un système de coffrage rétractable. Un moule cylindrique de 3,8 m de diamètre est ajusté de manière à laisser un vide de 200 mm entre sa paroi extérieure et celle du souterrain. On y injecte un béton enrichi d'un superplastifiant, afin d'augmenter sa capacité de contrer l'affaissement.

Après démoulage, on replie le coffrage, qui est glissé sur rails vers la prochaine section à bétonner. Pour le coulage du plancher, des mini-bétonnières d'une capacité de 2 m³ ont été spécialement conçues. Pourvues d'un poste de contrôle pivotant, elles permettent au conducteur de revenir sur ses pas sans que l'appareil n'ait à faire demi-tour, manœuvre qui aurait été impossible dans un espace aussi restreint. Dans le plancher sont encastrés des caniveaux préfabriqués, destinés à recevoir les câbles électriques.

TOUT BAIGNE DANS L'HUILE

L'utilisation de câbles électriques à très haut voltage, 450 kV, pour une puissance de 2 000 MW en courant continu, est un terrain inconnu pour Hydro-Québec. L'idée n'est pas tant de concevoir une nouvelle sorte de câbles, mais d'adapter la technologie la plus prometteuse (câbles à huile fluide) et d'augmenter considérablement leur capacité. Car aucun câble,

dans l'histoire des réseaux électriques, n'aura supporté une telle puissance. Jusqu'ici, le câble à courant continu le plus puissant était celui de la Manche, d'une tension de 280 kV seulement, mis en service en 1986. Mais de nouvelles données rassurent les ingénieurs: depuis quelques années, certaines firmes mènent des essais concluants sur des câbles à haute tension, d'une tension de 500 à 600 kV.

Pour mettre au point les fameux câbles sous-fluviaux et leurs accessoires, Hydro-Québec a sélectionné les trois meilleurs câblers au monde: Pirelli était en lice, en plus de la firme japonaise Hitachi et la compagnie norvégienne STK. Le câble d'Hitachi fut le seul à réussir les tests de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec. Ces essais sont d'autant plus exigeants, que le câble devra posséder une durée de vie minimale de 30 ans. C'est que la onzième ligne sera utilisée à fond: 70 % du temps à sa pleine capacité. On s'attend donc à un vieillissement prématuré des câbles. Leurs câbles ayant subi des défaillances, les deux autres firmes durent se retirer de la course. Les câbles d'Hitachi ne sont pas pour autant prêts à être installés. Au printemps 1991, l'IREQ procédera à de nouveaux tests, et la firme japonaise est à concevoir tous les accessoires nécessaires au fonctionnement du câble.

Les câbles à huile fluide (au nombre de six, dont quatre en service et deux de réserve) sont de vraies petites merveilles technologiques. D'un diamètre beaucoup plus imposant que les fils des lignes aériennes, 120 mm, ils peuvent être manipulés même lorsqu'ils sont sous tension, grâce à leur isolant. Le conducteur en aluminium des fils aériens a pour tout isolant une couche d'air d'environ 4 m. Le conducteur en cuivre des câbles souterrains, lui, est enrubanné d'un superisolant beaucoup plus condensé: environ 3 cm de papier imbibé d'une huile pure, le tout ceinturé d'une gaine de plomb recouverte d'une couche de plastique. Le milieu du câble de cuivre est percé d'un orifice où repose de l'huile sous pression. De cette façon, si un court-circuit venait à fissurer le papier, l'huile alimenterait

l'hémorragie, dans l'attente d'une réparation plus permanente.

SE CROISER LES DOIGTS

La fabrication de ces câbles de cuivre, qui se déroulent sur 5,1 km (dont 1 km en tranchée terrestre) et pèsent près de 40 kg le mètre, est en soi une opération très méticuleuse. Normand Bell explique: «Chaque câble est fabriqué (et sera installé) sans aucun joint. Une fois le papier bien enroulé autour du conducteur de cuivre, le câble est déposé dans une étuve où il est mis sous vide. On en extrait l'air et l'humidité. Lorsque la pression dans l'étuve est relâchée, le papier, comme un grand buvard, s'imprègne d'huile. Pas la moindre goutte d'eau ou impureté ne doit s'introduire entre les couches du papier, car elle formerait une condensation et provoquerait un court-circuit.» Un fabricant a déjà perdu tout un câble... à cause de mouches enrubannées par inadvertance! Le problème avec ces nouveaux câbles, c'est qu'en cas d'utilisation du joint de réparation prévu pour les bris, toutes les étapes de fabrication devront être scrupuleusement suivies, mais, cette fois-ci, sur le terrain, et non plus à l'abri d'un laboratoire aseptisé. «On se croise les doigts pour que ça n'arrive pas de sitôt», avoue Normand Bell.

Selon le scénario d'Hydro-Québec, les câbles sous-fluviaux rejoindront leur nid de béton en février 1992. Ces serpents d'eau douce auront un an pour démontrer leur fiabilité. Si tout va comme prévu — «Nous sommes très optimistes», affirme M. Bell —, la ligne temporaire aérienne, mise en service en novembre 1990, sera démantelée à la fin de 1993. Toute trace du réseau électrique, à la hauteur du Saint-Laurent, sera alors effacée. La traversée sous-fluviale aura coûté 128 millions de dollars, la ligne aérienne temporaire, 32 millions, son démantèlement, 16 millions. Et, vraisemblablement, l'expertise sous-fluviale développée par Hydro-Québec ne sera pas mise à profit dans l'avenir. «Le plan de développement d'Hydro-Québec, indique Normand Bell, ne prévoit aucune autre traversée de lignes sous-fluviales. Elles coûtent une

UNE LIGNE SOLITAIRE ET SOLIDAIRE

Décidément, Hydro-Québec accumule les premières, avec la onzième ligne de son réseau, celle qui, en provenance de la baie James, achemine 2 000 MW d'électricité vers les États-Unis. C'est d'abord la plus longue ligne à courant continu au monde: 1 500 km. Elle est également la seule ligne à courant continu de tout le réseau hydro-électrique, lequel fonctionne en courant alternatif (pour en savoir davantage, voir l'article de Raynald Pepin, «Le réseau hydro-québécois: pleins feux sur les exportations», *Québec Science*, vol. 27, n° 6).

Cette ligne est peut-être solitaire, mais elle est aussi solidaire. Solidaire du réseau électrique américain. Il faut d'abord savoir qu'elle est reliée, à une extrémité, au poste Radisson, au Québec, et, à l'autre, au poste Sandy Pond, au Massachusetts. Entre les deux, elle passe par les postes Nicolet et Des Cantons, au Québec, et le poste Comerford, au New Hampshire. Bien que la ligne soit «ilotée», pour répondre à la demande américaine, le réseau québécois peut également s'y alimenter lors des périodes de pointe, par le biais de ses postes. Et si, comme ce fut le cas l'hiver dernier, le Québec a besoin d'importer de l'énergie, on inverse la source d'alimentation.

On dira de cette ligne qu'elle est multiterminale. D'où la grande innovation technologique, qui fait de la onzième ligne d'Hydro-Québec un cas unique au monde: la première liaison multiterminale à très haute tension et à courant continu. Car, contrairement aux lignes à courant alternatif, les lignes à courant continu ne requièrent aucun poste intermédiaire pour corriger la tension. Or la liaison construite par Hydro-Québec et son partenaire américain compte trois postes intermédiaires, en plus des deux extrémités.

fortune! Il y a deux ans, une traversée du fleuve était prévue, près de Montréal. Mais nous avons abandonné le projet. Nous avons plutôt refait nos scénarios en misant sur le renforcement des lignes existantes et l'augmentation de la capacité des corridors.» Le défi de la technologie sous-fluviale, même s'il est relevé, demeurera l'unique expérience du genre au Québec! □

JUMELLES COMPACTES

BAUSCH & LOMB



Jumelles compactes à fort grossissement, issues d'une superbe conception et de techniques de fabrication perfectionnées.

- **Modèle :** LEGACY^{MC}, n° 12-8205, 8 X 20 mm à prisme pliant en toit
- **Champ de vision :** 367
- **Dispositif de mise au point :** Centrale
- **Type de prisme :** Roof BAK-4
- **Pupille de sortie :** 2,5
- **Résolution (seconde d'angle) :** 8,1
- **Facteur crépusculaire :** 12,6
- **Revêtement antireflets :** Multi-couches
- **Transmission de la lumière (%) :** 70
- **Mise au point rapprochée (m / pi) :** 6,5 / 20
- **Garde (mm) :** 13
- **Poids (g / oz) :** 204 / 7,2
- **Hauteur (cm / po) :** 11 / 4,25

Prix : 226 \$ (Taxes incluses: 261,16 \$)

- **Modèle :** SPECTATOR^{MC}, n° 13-8230, 8 X 23 mm à prisme pliant en toit

(Non illustré)

Semblables au modèle 12-8205, mais un peu plus grosses (260 g / 9,2 oz) et garnies de caoutchouc de couleur anthracite.

Prix : 173 \$ (Taxes incluses: 200,55 \$)



Voir page 4

UNE NOUVELLE COLLECTION

LES LEADERS POLITIQUES DU QUÉBEC CONTEMPORAIN

Vous pouvez vous procurer le bilan de la contribution de chacun de ces leaders politiques en achetant dès maintenant la collection complète (7 volumes), au prix de souscription de 150 \$ au lieu de 200 \$.

UNE ÉCONOMIE
DE **50 \$**

Aucun frais d'expédition

TROIS TITRES SONT DÉJÀ PARUS :



GEORGES-ÉMILE LAPALME

Sous la direction de
Jean-François Léonard
1988, 312 pages
ISBN 2-7605-0477-8
22 \$

☐


JEAN LESAGE ET L'ÉVEIL D'UNE NATION

Sous la direction de
Robert Comeau
1989, 368 pages
ISBN 2-7605-0530-8
26 \$

☐


ANDRÉ LAURENDEAU

Un intellectuel d'ici
Sous la direction de
Robert Comeau et Lucille Beaudry
1990, 320 pages
ISBN 2-7605-0561-8
24 \$

☐

QUATRE AUTRES SONT À PARAÎTRE :



DANIEL JOHNSON

1991 ☐

RENÉ LÉVESQUE

1992 ☐



THÉRÈSE CASGRAIN

1993 ☐



JEAN MARCHAND

1994 ☐

OFFRE VALABLE
POUR UN TEMPS
LIMITÉ

Le prix des sept titres vendus séparément totalisera 200 \$. Les prix des titres à venir seront établis lors de leur parution et les exemplaires commandés vous seront aussitôt acheminés.

La collection est en vente immédiatement chez l'éditeur :

Presses de l'Université du Québec, C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1
ou téléphonez à (418) 657-3551, Service à la clientèle

Je désire recevoir la collection complète sur les sept leaders au montant de 150 \$ _____
au lieu de 200 \$. Je réalise ainsi une économie de 50 \$ ou de 25 %.

Expédiez-moi le nombre d'exemplaires indiqué dans la case placée à côté de chaque titre _____
(Chaque titre paru est aussi en vente en librairie.)

TOTAL

_____\$
_____\$
_____\$

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____ Téléphone _____

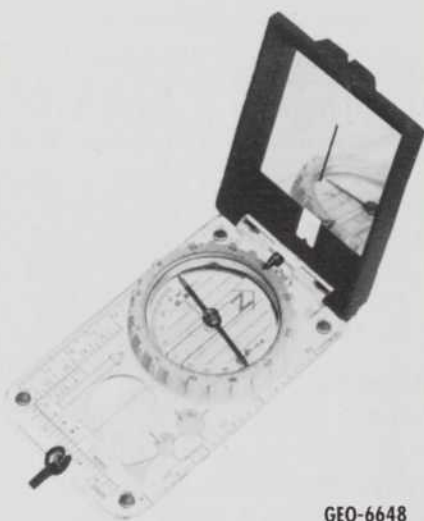
☐ Chèque ☐ Mandat postal ☐ Visa ☐ MasterCard

Date d'expiration _____ Numéro _____ Signature _____

BOUSSOLE PROFESSIONNELLE

Eschenbach fabrique des boussoles
de qualité supérieure.

Chaque modèle est étudié
afin d'en simplifier la manipulation.



GEO-6648

BOUSSOLE DE SPORT

- Plaque transparente 60 x 105 mm, avec une échelle de mesure en mm et une loupe.
- L'ajustement de la déclinaison se fait par un cadran placé sous le boîtier.
- Un stabilisateur sur l'aiguille facilite la lecture.
- Deux alésages avec croix de centrage, aiguille de plan 1=25 000'.
- Cadran : à lignes Nord et déclinaison réglable.
- Couvercle de plastique rouge facilement repérable, miroir intérieur et ligne de visée.
- Pieds en caoutchouc.

Prix : 48,50 \$ (Taxes incluses : 56,04 \$)



Voir page 4



Les Super-mouflons Kanuk

Ils gardent les pieds au chaud jusqu'à -50° C, même immobiles!



- Tissus extérieur microporeux.
- Laçage interne qui maintient, sans le comprimer, l'isolant Polarguard.
- Épaisse semelle intérieure en mousse à cellules fermées.
- Semelle extérieure recouverte de paraballe, résistant à l'usure.

Les Super-mouflons® Kanuk
pour le camping d'hiver 209 \$
(Taxes incluses : 241,52 \$)

Le sac Banane A

Un petit sac
en parapac
pour le vélo
ou le ski.



Couleurs : Rouge et violet
Vert et jaune

Le sac Banane A 28 \$
(Taxes incluses : 32,35 \$)



La Ceinture-passeport

Pour garder vos documents
de voyage discrètement cachés
sous votre chemise.

La Ceinture-passeport 15 \$
(Taxes incluses : 17,33 \$)



Voir page 4



HISTOIRE DU SPORT de l'Antiquité jusqu'au XIXe siècle

Jean-Paul MASSICOTTE,
Claude LESSARD
préface de Maxwell L. HOWELL

1984, 324 pages
26 \$ (TPS incluse : 27,82 \$)
Presses de l'Université
du Québec

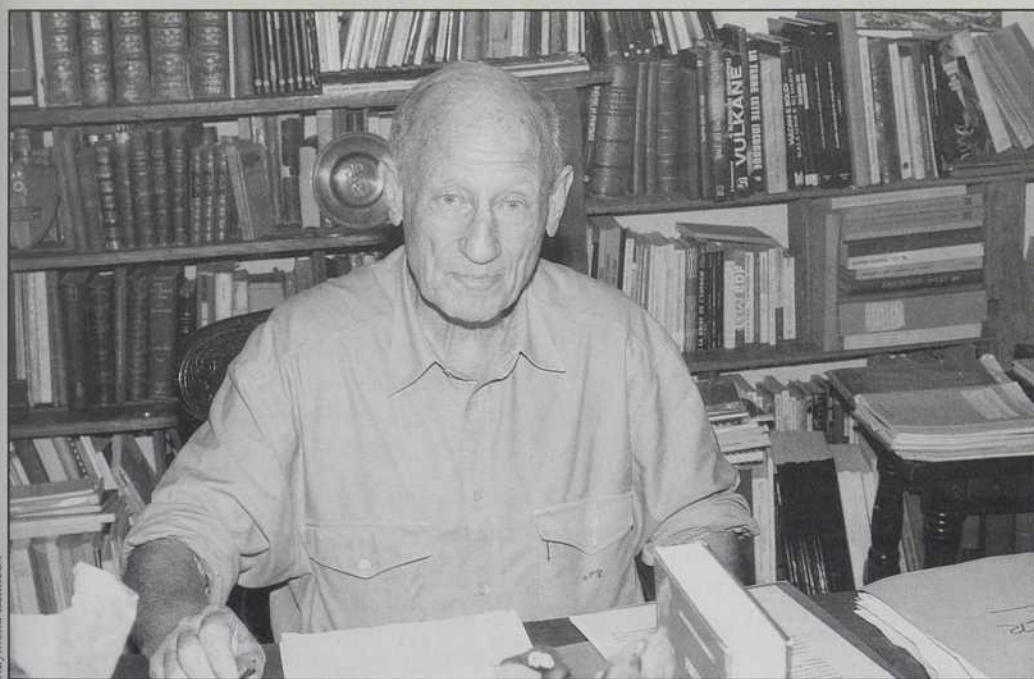
En vente dans toute bonne librairie



Voir page 4

LA DERNIÈRE COLÈRE D'HAROUN TAZIEFF

par Raymond LEMIEUX



Raymond Lemieux

Il a défié tellement de dangers, qu'il ne doit plus avoir peur de rien. En tout cas, il ne craint pas les écologistes alarmistes, qu'il accuse de supercherie dans le cas de certains phénomènes environnementaux spectaculaires.

Bernés, mystifiés, embobinés, les sympathisants de la cause environnementale se font tromper par les groupes écologistes. Et cette accusation frondeuse vient d'un écologiste de la première heure : Haroun Tazieff. « Il faut absolument, dit-il, distinguer les pollutions réelles, urgentes à régler, des problèmes écologiques imaginaires, tels l'effet de serre et le trou dans la couche d'ozone. Malheureusement, on parle surtout de ces derniers. Au fond, ce sont des moulins à vent pour Don Quichotte écologistes. »

Reconnu pour son franc-parler et son caractère impétueux, l'illustre volcanologue est, avec l'océanographe Jacques-Yves Cousteau et l'agronome René Dumont, un des trois grands pionniers de l'écologie. Rencontré dans sa tanière de l'île Saint-Louis, à Paris, il n'a pu ménager sa colère à l'égard des écologistes, tout en parlant de son dernier livre, pamphlétaire à souhait, *La Terre va-t-elle cesser de tourner?* « En mettant de l'avant des causes comme l'effet de serre et le trou dans la couche d'ozone,

les écologistes font carrément dans la démagogie et l'alarmisme. C'est choquant et c'est le pire service qu'ils peuvent rendre à la cause de l'environnement. On perd beaucoup trop d'énergies à discourir là-dessus», affirme M. Tazieff, entre deux tasses de thé.

UN TROU DANS LE CIEL... BIEN NATUREL

«L'ozone disparaît chaque année, au-dessus de l'Antarctique, explique le vulcanologue, pour des raisons qui n'ont rien à voir avec la pollution par les chlorofluorocarbones (CFC).» Photographié par les satellites de télédétection, le trou dans la couche d'ozone s'expliquerait par la climatologie particulière de ce continent. «D'abord, soutient Haroun Tazieff, lors des importantes chutes de température, en hiver, l'ozone s'affaisse et disparaît des hautes altitudes. Conjugué à cela, l'absence de soleil au pôle Sud, à cette même époque de l'année, prive la région de rayons ultraviolets nécessaires à la formation de nouvelles molécules d'ozone. Ainsi, pendant un certain moment, l'ozone perdu ne peut être remplacé.» Donc, pas de soleil, pas d'ozone. Tout simplement. Quand le soleil revient dans le paysage antarctique, au printemps, le trou dépisté en hiver se referme naturellement.

On le devine, la logique d'Haroun Tazieff va à contre-courant des idées reçues et a de quoi semer la controverse, mais il n'en démord pas : «Si les CFC contribuaient vraiment à la création du trou dans la couche d'ozone, il faudrait bien qu'on démontre pourquoi le phénomène se rencontre dans l'hémisphère Sud, alors que ces produits chimiques sont rejetés presque en totalité dans l'hémisphère Nord.»

Autre chimère mise à l'index par le vulcanologue : l'effet de serre. «Une peur à la mode», laisse-t-il tomber. Depuis quelques années, plusieurs observatoires enregistrent une montée sensible du niveau de gaz carbonique (CO₂) dans l'atmosphère. Selon les écologistes, le CO₂ agirait comme un écran, emprisonnant la chaleur dégagée par la Terre et provoquant ainsi



une augmentation de la température de la planète. Dans quelques années, les glaces fondraient, les eaux monteraient. Un nouveau déluge, quoi !

Pour M. Tazieff, le phénomène s'explique tout autrement. «Le gaz carbonique augmente parce que c'est la température qui croît, affirme-t-il. Plus il fait chaud, plus il y a de vie animale sur la Terre. Même microscopiques, les animaux sont les plus formidables producteurs de gaz carbonique.» De plus, ce réchauffement de la planète que l'on observe actuellement serait causé par des phénomènes proprement astronomiques. «Il est favorisé par la variation de l'excentricité de l'orbite terrestre, soutient le vulcanologue, et actuellement nous sommes justement très près du Soleil dans notre orbite elliptique. Cela explique mieux le réchauffement. Bref, encore là, c'est bien naturel ! Dans quelque temps, nous recommencerons à nous éloigner du Soleil. Il n'y a pas de quoi craindre le déluge.»

UNE ESCROQUERIE PROFITABLE

«Les alarmistes, par ignorance ou par intérêt, pollueront les esprits plus encore que la société moderne pollue la nature», lance encore Haroun Tazieff. C'est un coup dur pour le «militant vert moyen». «À court terme, faire dans l'alarmisme est très profitable, dénonce M. Tazieff. Vous arrivez même à sensibiliser les hommes politiques et ceux qui détiennent l'argent.

Quand les scientifiques voient tous les fonds rendus disponibles grâce à la vogue écologiste, il y a de quoi les faire saliver ! C'est ainsi qu'hélas ! les scientifiques se lancent dans des recherches peu utiles. Et cela relève de l'escroquerie.»

Celui qui a escaladé et exploré à peu près tous les volcans du monde, et en a défié les caprices, jure pourtant ne pas avoir voulu faire un livre polémique en commençant la rédaction de *La Terre va-t-elle cesser de tourner ?* «Si j'ai vite constaté qu'on était obnubilé par des pollutions imaginaires, explique-t-il, je voulais avant tout attirer l'attention sur la menace effroyable que font peser sur nous les pollutions réelles, telles la pollution agricole, la pollution par les déchets, la pollution de l'air. D'ailleurs, c'est vers cela que devraient être orientées les priorités des écologistes et des scientifiques.» □

Pour en savoir plus :

TAZIEFF, Haroun, *La Terre va-t-elle cesser de tourner ? Pollutions réelles, pollutions imaginaires*, Seghers, coll. «Les raisons de la colère», Paris, 1989.

DEVENEZ MEMBRE DE QUÉBEC SCIENCE

DÉJÀ ABONNÉ(E) ?

Si vous êtes déjà abonné(e), vous pouvez devenir membre de *Québec Science* et profiter **immédiatement** de tous les avantages accordés aux membres.

Vous n'avez qu'à prolonger votre abonnement actuel d'un an ou plus (si vous le désirez), au tarif de membre, et vous recevrez une carte de membre immédiatement.

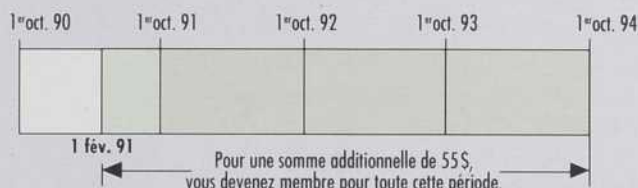
Exemple : Vous vous êtes abonné(e) le 1^{er} octobre 1990 pour trois ans.

Vous êtes donc abonné(e) jusqu'en septembre 1993.

Si nous sommes le 1^{er} février 1991, il vous reste 26 numéros à courir sur votre abonnement.

Vous pouvez devenir membre en contribuant pour 55 \$ (1 an) additionnel. Votre abonnement se prolongera jusqu'en septembre 1994 (10 numéros supplémentaires) et vous serez membre **immédiatement**, soit le 1^{er} février 1991, même si vous n'avez payé que le tarif d'abonné d'octobre 1990 à septembre 1993.

Exemple



C'EST UNE OFFRE SPÉCIALE QUE QUÉBEC SCIENCE N'ACCORDE QU'AUX ABONNÉS ENREGISTRÉS DANS SES LIVRES AVANT LE 1^{ER} FÉVRIER 1991, EN CONSIDÉRATION DE LEUR GRANDE FIDÉLITÉ.

NON ABONNÉ(E) ?

Vous n'avez qu'à remplir le coupon d'abonnement ci-dessous pour profiter, dès votre adhésion, de tous les avantages offerts aux membres de *Québec Science*. Voyez en page 4 de ce magazine une liste de ces avantages.

T A R I F S Q U É B E C S C I E N C E					
	MEMBRE		ABONNÉ		
3 ans 441 442					
2 ans 443 444					
1 an 445 446					
	Base	avec TPS	Base	avec TPS	
3 ans (30 n ^{os})	135\$	144,45\$	68\$	72,76\$	
2 ans (20 n ^{os})	98\$	104,86\$	49\$	52,43\$	
1 an (10 n ^{os})	55\$	58,85\$	28\$	29,96\$	
RELIURES:	1	8,66\$	(taxes incluses)		
	3	21,37\$	(taxes incluses)		
	5	31,20\$	(taxes incluses)		

Pour abonnement à l'étranger, voir la liste de prix en page 5 de ce magazine. Abonnements seulement.

☐ Chèque ☐ Mandat postal ☐ Visa ☐ MasterCard

Libellez votre chèque ou mandat postal à l'attention de Québec Science

N° de carte _____

Date d'expiration _____

Signature _____

- ☐ Veuillez m'inscrire comme membre-adhèrent:
- ☐ CADEAU: veuillez inscrire comme membre-adhèrent:
- ☐ Veuillez m'expédier un abonnement:
- ☐ Veuillez m'expédier le nombre suivant de reliures:

NOM _____

SEXE: M ☐ F ☐

PRÉNOM _____

NUMÉRO _____ RUE _____ APP. _____

PROFESSION _____

VILLE _____

TÉLÉPHONE _____

PROVINCE _____

CODE POSTAL _____

Si vous offrez une carte de membre-adhèrent en cadeau, veuillez compléter vos coordonnées:

NOM _____

ADRESSE _____

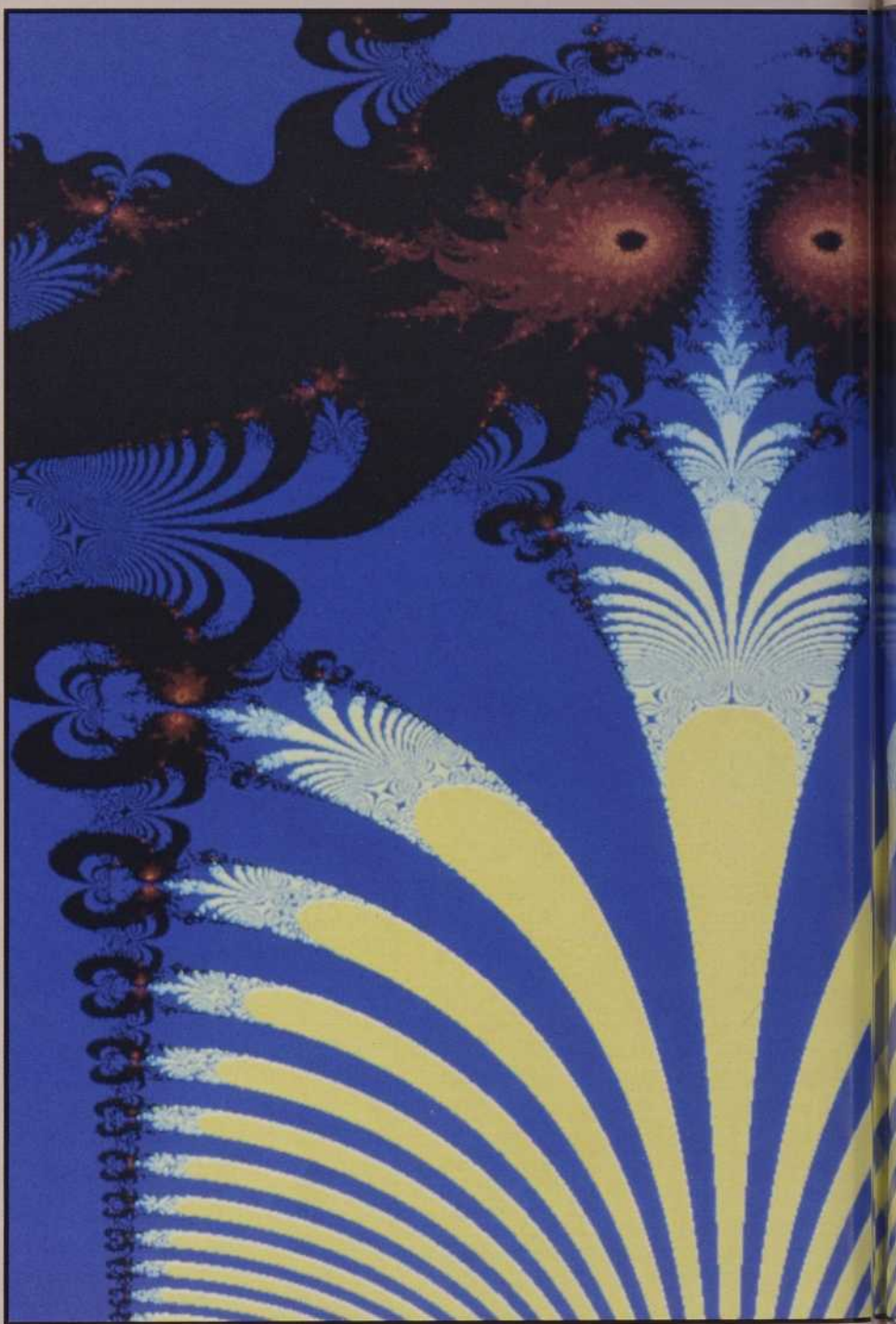
UN CHAOS ORD

par Pierre SORMANY

Aujourd'hui,
l'ordinateur permet
aux physiciens
d'explorer le désordre.

Si on a découvert
que le chaos se cache partout,
à l'inverse, au cœur du chaos,
un nouvel ordre apparaît.

Dans ce premier article
d'une série de deux,
Québec Science raconte
la naissance
de cette nouvelle science
du chaos.



Les images de cet article, photographiées par Ève-Lucie Bourque, ont été produites au département de physique de l'Université Laval par le professeur Louis J. Dubé et ses collaborateurs, Simon Dubé et Robert Poulin.

ONNÉ



Faites l'expérience. Demandez à un passant, dans la rue, pourquoi les services météorologiques n'arrivent pas à prédire le temps qu'il fera avec plus d'exactitude. Presque toujours, on vous répondra : « C'est trop compliqué. Il y a trop de variables à prendre en compte. » D'où le mythe : si l'on pouvait avoir des ordinateurs plus puissants, avec des mesures plus nombreuses et plus précises, alors peut-être pourrait-on prédire le temps une semaine, un mois à l'avance !

FAUX !

Ce mythe, encore tenace, est pourtant mort officiellement dans un petit bureau du Massachusetts Institute of Technology (MIT), en 1960. Mais ce n'est que depuis une dizaine d'années que les météorologistes en ont vraiment pris conscience.

L'homme qui a détruit ce mythe, c'est Edward Lorenz. À cette époque, il ne disposait pas des superordinateurs qu'on trouve aujourd'hui dans les centres de météorologie. Son Royal McBee, un assemblage inélégant de tubes à vide et de fils, ne pouvait faire que 17 additions par seconde. Et il lui fallait 10 secondes pour imprimer une seule ligne de données ! Pour Edward Lorenz, physicien-météorologiste, il n'était donc pas question de l'utiliser pour prédire le temps qu'il ferait, le lendemain, à Boston.

Qu'importe ? Ce qui l'intéressait, en bon théoricien, ce n'était pas de prédire, mais de comprendre. Comprendre comment changent les états du système climatique, comment, après 10 ou 15 jours de beau temps, la météo peut soudainement basculer dans un autre mode. Comprendre les changements de régime, en somme.

Lorenz mit donc au point un modèle mathématique du climat volontairement épuré, afin de pouvoir le traiter avec sa machine primitive. Quelques variables seulement. Des relations plausibles entre elles, mais simplifiées à l'extrême. Puis il mit la machine en route.

Il découvrit alors que, même avec ce modèle simple, la courbe qu'il obtenait sur son imprimante ne répétait *jamaïs* deux fois le même trajet. Le temps imaginaire dessiné dans les circuits électroniques du Royal McBee était parfaitement imprévisible.

« Un jour, raconte Lorenz, j'ai voulu reproduire une courbe que m'avait déjà donnée la machine. J'ai donc entré au clavier les valeurs initiales fournies par l'ordinateur. Un peu plus tard, la machine avait tracé une courbe représentant le climat pour quelques mois. J'ai alors découvert que c'était une courbe totalement différente de celle qui devait, en principe, être reproduite ! »

Le mystère s'explique pourtant sans faire appel à la mauvaise volonté de l'ordinateur. Le Royal McBee faisait ses calculs à partir de chiffres précis jusqu'à la sixième décimale. Mais, aux fins de graphiques, il ne « livrait » que les trois premières. Ce sont donc des chiffres « arrondis » que Lorenz avait réintroduits dans la machine. D'une répétition à l'autre, les variables climatiques avaient donc changé de quelque dix millièmes de degré.

Différence négligeable ? Pas du tout ! « Mes équations étaient simples, mais non linéaires, avoue Lorenz, ce qui fait que les différences, minimes au départ, se multiplient à chaque cycle de calcul. Au bout de quelques jours de simulation, on se retrouve avec des conditions totalement différentes. »

LE CAUCHEMAR DE POINCARÉ

Les écarts du climat artificiel de Lorenz pourraient n'être attribués qu'à une imprécision mathématique, en somme. Mais ils témoignaient d'une propriété plus fondamentale encore des équations non linéaires, une propriété que les physiciens connaissaient depuis près d'un siècle. Pour bien la comprendre, un petit détour historique s'impose.

Vers 1890, le mathématicien français Henri Poincaré s'était attaqué à un problème en apparence simple, mais encore irrésolu depuis plus de deux siècles: le comportement d'une planète gravitant autour de deux soleils. Une application toute «bête» de la loi de la gravitation universelle de Newton, celle qu'on apprend dans les cours de physique du secondaire! Mais, comme pour le modèle climatique de Lorenz, la planète de Poincaré ne semble alors jamais suivre deux fois la même trajectoire.

Mais en est-il vraiment ainsi? Ne pourrait-on pas, à la longue, découvrir une certaine répétition du mouvement de cette planète, si on l'observait pendant des siècles? Henri Poincaré élaborait de nouveaux outils géométriques pour traiter ce problème. Ce fut la naissance de la topologie. Mais n'entrons pas ici dans les détails qui n'intéresseraient que les mathématiciens; l'essentiel est ailleurs. Poincaré découvrit en effet que les figures que dessinaient les équations newtonniennes, si déterministes en apparence, possédaient une «structure fine» infiniment complexe. Plus il analysait en détail un «état physique» donné, plus il découvrait, à l'intérieur, une infinité de trajectoires possibles.

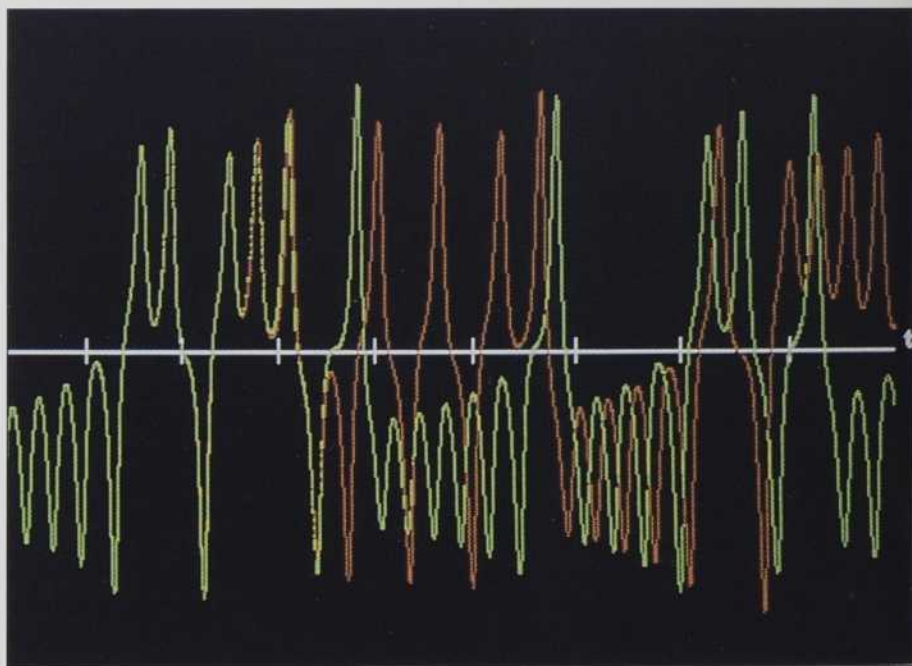
Bref, non seulement le mouvement n'était pas périodique, mais, pour prévoir exactement le comportement de la planète autour de ses deux soleils, il aurait fallu connaître sa position initiale avec un nombre *infini* de décimales!

Quel cauchemar! Après tout, la physique est née, dans l'Antiquité, de l'effort des astronomes pour prévoir le mouvement des astres; et la juste prédiction des éclipses compte parmi

ses grands succès. En 1687, avec la publication de ses *Principes mathématiques*, Newton établissait que les mêmes lois expliquent à la fois la chute des corps sur terre et le mouvement des astres dans le ciel. Tout le cosmos pouvait désormais être considéré comme une immense horloge, régie par quelques lois simples.

C'était la victoire absolue du déterminisme! «Si un Esprit suprême, écrivit plus tard Simon de Laplace, pouvait mesurer avec précision la position et la vitesse de chaque particule de l'univers, tout l'avenir du monde lui serait accessible!»

Mais voilà qu'à la fin du siècle dernier Poincaré démontrait que cet «Esprit suprême» aurait besoin, pour ses calculs, d'une feuille de papier de dimension infinie, ne serait-ce que pour noter avec une précision suffisante la position et la vitesse d'une



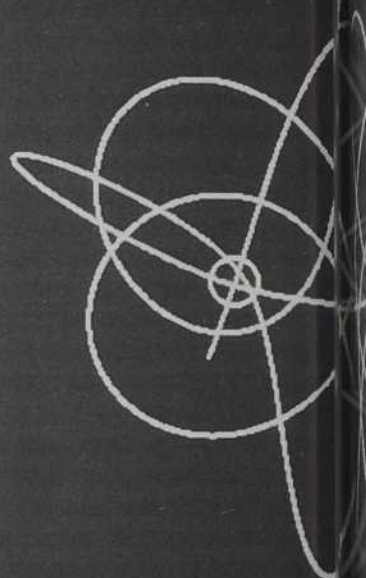
seule «particule»! Concrètement, le monde a beau être aussi déterminé qu'une horloge, son avenir est impossible à prévoir.

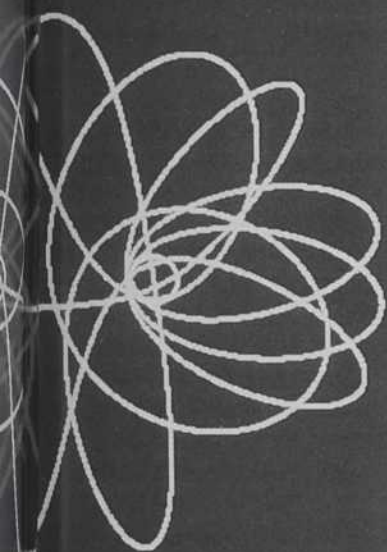
UN SIÈCLE DE SCHIZOPHRÉNIE

Quelle conséquence a eu cette découverte, dans le siècle qui a suivi? Aucune! Les physiciens ont fermé les

La prévision des comportements d'un système sera plus ou moins précise selon sa sensibilité aux conditions initiales.

yeux. Bien sûr, la Terre n'est pas attirée que par le Soleil. Elle subit aussi l'attraction de Jupiter, dans une moindre mesure celle des autres planètes, et de manière presque imperceptible celle de l'ensemble de la galaxie. Mais toutes ces attractions





On ne saurait prévoir le comportement d'une planète gravitant autour de deux soleils sans connaître sa position initiale avec un nombre infini de décimales.

parasites sont si faibles que, grosso modo, les astronomes peuvent les considérer comme négligeables. Alors on simplifie les équations. On cherche des approximations « linéaires », c'est-à-dire faciles à résoudre, et au besoin on corrige périodiquement les erreurs minimales qui pourraient apparaître.

Agir de la sorte n'est pas vraiment une supercherie ; après tout, c'est ce qui a permis d'envoyer des humains sur la Lune et des sondes aux confins de notre système solaire. Mais c'est une attitude un peu « schizophrène », c'est-à-dire une attitude qui nie le monde réel tout autour. En effet, les scientifiques rencontrent constamment des comportements d'apparence

aléatoire : dans les mouvements erratiques d'Hypérion, le satellite de Saturne ; dans le battement soudain et incontrôlable d'un circuit électrique, sitôt qu'on dépasse une certaine tension critique ; dans les flots turbulents des liquides ; et dans la météo, bien sûr. À chaque fois, on détourne rapidement la tête ; on regarde ailleurs ou on recherche, parfois, une « approximation » qui puisse effacer les effets chaotiques.

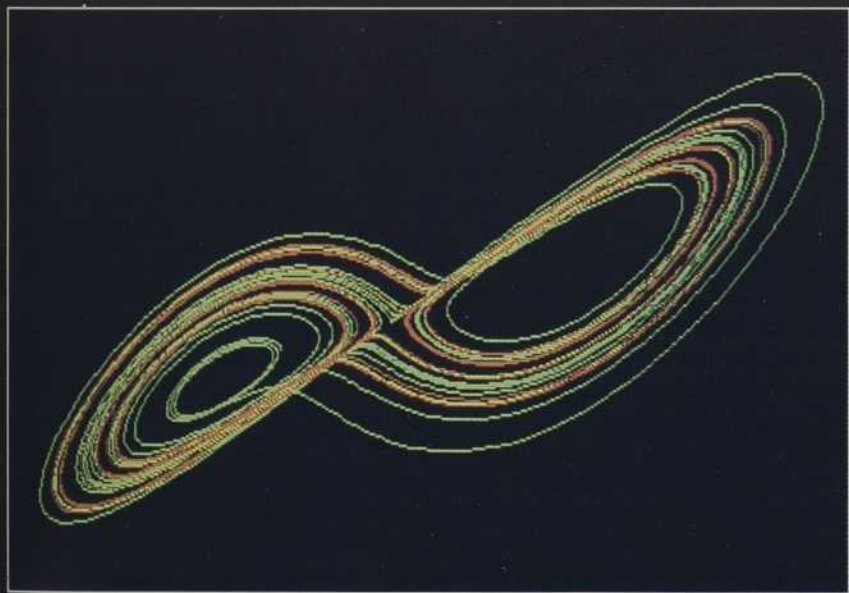
Edward Lorenz n'a donc rien appris aux physiciens qu'ils ne savaient déjà. Il a été simplement le premier à le redire, après 70 ans d'oubli volontaire : « Peu importe le caractère de plus en plus sophistiqué de nos modèles climatiques, l'impossibilité de prévoir ne vient pas de la complexité : elle est inscrite au cœur même des lois mathématiques les plus simples, dès qu'on reconnaît l'impossibilité d'obtenir des mesures d'une précision infinie. »

L'EFFET PAPILLON

Pour faire comprendre la signification de cet aspect fondamental de la réalité physique, Lorenz a suggéré une image maintes fois reprise depuis, celle de « l'effet papillon ». « On ne pourra jamais prévoir avec certitude le climat qu'il fera, annonce-t-il, parce que, dans certaines conditions critiques, il suffit d'un battement d'ailes de papillon à Pékin pour modifier la course d'une tornade au Mexique. »

Bien sûr, tout le mystère d'une telle affirmation repose dans les mots « dans certaines conditions ». En effet, le climat est souvent prévisible. Les puissantes machines Cray I, en Amérique comme en Europe, arrivent à prédire le climat qu'il fera dans trois jours avec un bon taux de succès. Et, même pour une semaine, les erreurs demeurent faibles.

Mais il arrive encore qu'apparaisse une tornade qu'on n'avait guère prévue... une heure plus tôt ! On dit alors que le système était instable, qu'un rien l'a fait basculer, qu'on ne pouvait pas savoir. C'est « l'effet papillon », auquel mathématiciens et physiciens ont donné un nom plus technique : la « sensibilité aux conditions initiales ».



LA COURBE DE LORENZ, OU ATTRACTEUR ÉTRANGE, CARACTÉRISTIQUE DE « L'EFFET PAPILLON ».

Chaque point de cette courbe délimite un état particulier d'un système climatique local (par exemple la température en fonction de l'humidité et de la pression). Si on crée artificiellement un climat « improbable », c'est-à-dire dont l'état serait extérieur à cette courbe (un gel au Sahara, par exemple), il sera rapidement ramené vers la normalité. La courbe délimite donc très précisément les états « probables ». Pourtant, la ligne ne repasse jamais deux fois dans les mêmes traces. Et deux états presque identiques, au départ, vont très tôt prendre des routes fort divergentes, d'où l'impossibilité absolue de faire des prévisions à long terme.

LA LEÇON D'UN PENDULE

Q uoi de plus simple qu'un pendule? Une masse qui pend au bout d'un fil. Un mouvement de balancier, répétitif, du moins si l'on considère la masse de la corde et la friction de l'air comme négligeables. Mais, si on accroche un second pendule à la base du premier, le système devient rapidement erratique. En fait, pour des mouvements de très faible amplitude, cela demeure régulier, et donc prévisible, mais, à partir d'une certaine amplitude initiale, c'est le chaos!

Où alors, modifions le système idéal en faisant jouer non pas une seule force, mais trois: la gravitation, au centre, et deux petits aimants déposés sur la table, de part et d'autre du centre. En partant d'un point quelconque, le pendule commence à se balancer.



Il est accéléré par le premier aimant, passe tout droit, monte, redescend, passe vis-à-vis de l'aimant encore une fois; remonte, redescend, jusqu'à ce qu'il se fasse « capter » par l'attraction du second aimant. Nouvelles oscillations sous l'emprise de ce second aimant, nouvelle hésitation, nouveau changement d'influence. Très vite, la trajectoire devient aléatoire. Impossible de prévoir, d'essai en essai, où s'arrêtera en bout de course notre pendule. Du côté du premier aimant ou du second?

Un ordinateur permet de comprendre d'où vient cette incapacité de prévoir. Ici, on peut éliminer totalement les considérations relatives aux vibrations de l'air, aux imperfections de la corde ou à la différence entre les aimants. Juste les équations, si simples, de la physique classique.

Pour voir ce qui se passe, on colorie en rouge les positions de départ qui

aboutissent au premier aimant, l'aimant A, et en vert celles qui aboutissent au second aimant, l'aimant B. Or, ce qu'on découvre, en essayant à tour de rôle chaque point de l'espace, c'est une fascinante courbepointe de rouge et de vert entrelacés. De plus, si l'on reprend l'analyse un peu plus finement, on découvrira que même les zones vertes et rouges contiennent en fait une infinité de points de départ rouges et de points de départ verts.

En somme, pour tout point de l'espace qui aboutit à l'aimant A, il existe un point de départ, *infinitement proche*, qui aboutira à l'aimant B. Aucune prédiction n'est possible, puisque l'on ne pourra jamais connaître le point initial avec une précision infinie!

Pourtant, rappelons-le, les vibrations de l'air n'y sont pour rien, ni les imperfections de la corde. Et les équations du mouvement sont extrêmement simples.

C'est la première leçon de la physique du chaos: l'aléatoire apparaît, même dans les systèmes les plus simples. Il fait partie des lois élémentaires de la nature.

Dans la majorité des systèmes physiques simples, les conditions initiales peuvent être connues de manière légèrement imprécise, sans que cela modifie beaucoup l'état final. Parfois les imprécisions s'annulent, le plus souvent elles demeurent négligeables. Si vous laissez couler de l'eau dans un entonnoir, par exemple, le point de départ du jet importe peu pour en prévoir l'aboutissement. Il en va de même avec le pendule simple: deux points de départ rapprochés donneront toujours des trajectoires très voisines.

Mais beaucoup de situations sont, au contraire, extrêmement dépendantes de leur situation initiale. Essayez de faire tenir un crayon debout sur sa pointe. Il finira toujours par tomber, mais son point de chute est imprévisible. Il dépend très finement de la moindre fluctuation initiale par rapport à la verticale. Et, si la verticale est parfaite, la première molécule d'air qui frappera à gauche fera tomber le crayon à droite. C'est l'effet papillon!

Or, ce qu'on découvre aujourd'hui, c'est que notre univers est fait de tels systèmes fortement dépendants des

Lorsqu'on cherche à représenter les états possibles d'un système sous forme de graphique, on voit apparaître soit un point (pour un système stable), soit une courbe (pour un système qui change d'état).

Prenons d'abord l'exemple d'un système inerte. Si l'on veut représenter la température d'un métal en fonction de sa densité, par exemple, on obtient un point sur un graphique. Au début, ce point peut être instable, si le métal se refroidit notamment. Mais, tôt ou tard, le système se stabilise dans son état final, à son point d'équilibre. Le point alors obtenu sur le graphique est appelé l'attracteur du système, l'état vers lequel il tend.

Dans le cas d'un système qui fluctue périodiquement, le tracé des

variables prendra la forme d'une courbe fermée. Si l'on perturbe intentionnellement le déroulement de ces fluctuations, la courbe peut paraître erratique, pour quelque temps. Puis, elle se stabilise de nouveau en une courbe fermée, en équilibre. C'est son attracteur, son état final.



conditions initiales. Que même les systèmes les plus simples ne sont « linéaires », et donc prévisibles, que dans d'étroites limites, que les ingénieurs ont heureusement appris à maîtriser. Mais que partout le désordre peut surgir, sitôt que l'on quitte ces limites.

À preuve, le vulgaire pendule, utilisé dans tous les cours de physique parce qu'il est justement facile à traiter, devient rapidement chaotique, dès qu'on en modifie quelque peu les conditions d'opération (voir l'encadré: « La leçon d'un pendule »).

LES ATTRACTEURS ÉTRANGES

Comme Henri Poincaré l'avait fait au siècle dernier, c'est du côté de la géométrie qu'Edward Lorenz s'est tourné pour explorer ce vaste domaine des comportements imprévisibles. Mais, contrairement au célèbre mathématicien français, il disposait d'un outil nouveau: l'ordinateur.

En étudiant sur graphique le comportement de certaines caractéristiques

de son climat « synthétique » en fonction d'autres variables (par exemple la température, en fonction de la pression et de l'humidité), Lorenz obtint une courbe dont chaque point caractérisait en somme l'état du climat, à un moment donné.

Le tracé de cette courbe (à gauche) est délimité de manière fort précise dans l'espace. Il y a donc des états que le climat ne peut jamais prendre, spontanément du moins. Pourtant, son tracé ne se recoupe jamais parfaitement. Et deux points situés sur des lignes très rapprochées peuvent demeurer voisins pendant quelque temps, puis s'écarter soudainement de manière très nette. Détail intéressant, dans un espace mathématique à trois dimensions, la courbe de Lorenz prend une forme qui rappelle... les deux ailes d'un papillon!

Ce n'est que 10 ans plus tard, au début des années 70, que le mathématicien allemand Floris Takens et le physicien belge David Ruelle donnèrent à la figure de Lorenz, et à d'autres courbes analogues, obtenues dans l'étude de phénomènes chaotiques, le nom d'« attracteurs étranges » (voir l'encadré: « Les attracteurs étranges »).

Entre temps, en effet, on avait découvert que de telles figures mathématiques pouvaient à la fois servir de « signature » caractéristique d'un phénomène non linéaire et de mesure des limites dans lesquelles ce chaos apparent demeurerait, par ailleurs, confiné. Cet outil permettait d'aborder le désordre dans tous les domaines où l'on retrouve des équations non linéaires, allant de l'étude des écoulements turbulents de liquides ou de gaz, à l'évolution des populations animales en compétition dans des écosystèmes non équilibrés, en passant par les mouvements saccadés du cœur pendant les périodes d'arythmie. Un outil on ne peut plus universel, en somme.

En quelques années, mathématiciens, météorologistes, ingénieurs, biologistes et chercheurs en médecine se retrouvèrent donc en train d'étudier les mêmes équations, de tracer les mêmes figures, de jouer avec des modèles mathématiques analogues. Une nouvelle science était née: la mathématique du chaos! □

Avec les systèmes chaotiques du type qu'avait exploré Lorenz, l'attracteur n'est pas une courbe fermée, mais il possède tout de même un contour bien défini, qui délimite l'ensemble des états possibles.

En somme, bien qu'impossible à prédire et jamais intégralement reproduit, un système climatique ne fluctue pourtant que dans des marges bien définies, à l'intérieur des états représentés par la courbe de Lorenz, en forme de papillon (voir à la page 47).

On voit ci-contre un autre attracteur étrange qui caractérise divers systèmes chimiques: l'attracteur de Rossler. Si on perturbe le système (en en ajoutant des réactifs ou en le chauffant, par exemple), il reviendra très rapidement, de lui-même, à l'intérieur des limites de cet « attracteur ». C'est ce type d'attracteur qui a reçu le qualificatif d'« étrange ».

Et c'est là la seconde leçon de la physique du chaos: un système peut être chaotique... et équilibré, obéir, malgré le désordre apparent, à une géométrie bien définie.

MINI-SUN LITE

Une lampe de poche à peine plus grosse qu'un stylo, mais que son optique de pointe rend 70 fois plus lumineuse que les lampes de même dimension.

Longueur: 14,6 cm
(5,75 po)

Poids: Moins de 56 gr
(2 onces)

SUN-001



Prix : 12,95\$
(Taxes incluses: 14,95\$)



Voir page 4

THERMOMÈTRE ÉLECTRONIQUE



MET-0900

- Thermomètre électronique intérieur/extérieur
- Possède une mémoire
- Enregistre des températures minimales et maximales
- Échelle de -40 à +50 Celsius
- Câble sonde de 3 mètres

Prix : 49,90\$
(Taxes incluses: 57,66\$)



Voir page 4

Les balles sauteuses

par Raynald PEPIN

La balle qu'on laisse tomber à la verticale rebondit moins haut que le point d'où on l'a lâchée, pas vrai? Il doit en être ainsi pour respecter la conservation de l'énergie. Mais que diriez-vous de voir une balle rebondir beaucoup plus haut que sa hauteur initiale?

On décrit la faculté de la balle à rebondir par le coefficient de restitution, qui est égal au rapport de la vitesse de la balle vers le haut, tout de suite après le bond, sur la vitesse verticale de la balle immédiatement avant de frapper le sol. Même pour une superballe, le coefficient est inférieur à 1. En effet, après être entrés en collision, la balle et le sol emportent tous deux de l'énergie cinétique, et une partie de l'énergie initiale se retrouve également sous forme d'énergie sonore (la collision fait généralement un bruit) et de chaleur produite par la déformation de la balle et du sol. La balle qui rebondit a nécessairement moins d'énergie après la collision.

Si on néglige la résistance de l'air, la hauteur atteinte par la balle après le bond est proportionnelle au carré de la vitesse après la collision avec le sol, donc au carré du coefficient de restitution.

Le coefficient de restitution dépend du matériau et de la structure de la balle, du type de surface, et de la vitesse de la balle avant la collision. Les normes du baseball spécifient ainsi que, pour une balle arrivant à 92 km/h sur une surface dure, le coefficient doit valoir entre 0,514 et 0,578. Au sport de la balle-molle, par ailleurs, la balle doit avoir un coefficient d'environ 0,400. Au tennis, ce chiffre doit se situer entre 0,73 et 0,76, pour une balle lâchée d'une hauteur de 2,54 mètres sur une surface dure, coefficient qui augmente légèrement pour des hauteurs moindres. Une superballe, enfin, possède un coefficient de restitution de l'ordre de 0,85.

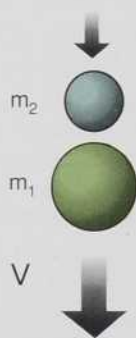
Pourquoi une balle rebondit-elle, et pourquoi certaines balles rebondissent-elles plus que d'autres? Lors du contact avec le sol, une portion de la balle (et du sol, aussi) se déforme. Les chaînes polymériques du caoutchouc de la superballe, par exemple, sont déplacées par rapport à leur position d'équilibre. Ces molécules retournent ensuite à leur position initiale, et c'est leur poussée sur le sol qui produit le rebond. La différence entre deux types de balles dépend de leur capacité respective à se déformer et à restituer l'énergie.



Eve-Lucie Bourque

Il est possible qu'une balle lâchée de la position repos remonte plus haut que son point de départ... mais il faut pour cela qu'elle rebondisse sur un objet inférieur lui-même en mouvement. Par exemple, deux balles lâchées l'une au-dessus de l'autre (figure 1).

Figure 1



Si on exclut la résistance de l'air, les deux balles approchent du sol à la même vitesse V . Qu'arrive-t-il ensuite? Tout dépend des masses respectives des deux balles. Pour simplifier l'analyse, considérons que les collisions sont totalement élastiques, c'est-à-dire sans perte d'énergie cinétique (la qualité de cette approximation augmente avec le coefficient de restitution). Dans ce cas, la première balle entre en collision avec le sol, repart vers le haut

avec une vitesse égale à V et entre en collision avec la deuxième balle.

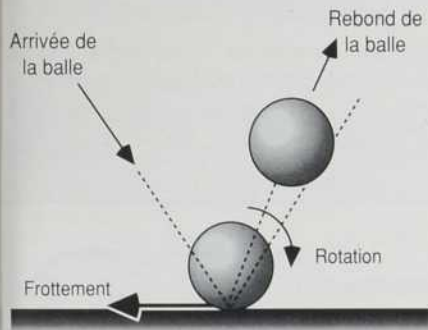
Si la masse de la première balle (m_1) est nettement plus grande que celle de la deuxième balle (m_2) (situation obtenue, par exemple, avec une balle de tennis placée au-dessus d'un ballon de basketball ou de soccer), on peut montrer que la seconde balle repart vers le haut avec une vitesse égale à $3V$ et atteint ainsi un point neuf fois plus élevé que son point de départ! En tenant compte de l'absence d'élasticité des collisions et de la résistance de l'air, la hauteur atteinte est naturellement moins élevée, mais le résultat est tout de même spectaculaire – une expérience à ne pas tenter dans le salon: si la balle supérieure n'est pas exactement centrée sur le ballon, elle jaillira obliquement après la collision et pourrait provoquer quelques dégâts. Pour obtenir un meilleur résultat, laisser un petit espace entre les deux objets.

Comment expliquer ce superbond? Plaçons-nous sur le ballon: après le choc au sol, le ballon remonte à la vitesse V pendant que la balle, elle, descend toujours, également à la vitesse V . Vue du ballon qui remonte, la balle arrive donc avec une vitesse relative de $2V$. La balle rebondit sur le ballon; celui-ci étant beaucoup plus massif, la balle repart vers le haut avec une vitesse de $2V$ par rapport au ballon. Ce dernier remontant déjà à la vitesse V , la vitesse de la balle par rapport au sol est donc de $3V$.

Enfin, d'autres phénomènes intéressants se produisent, quand une balle rebondit sur le sol obliquement plutôt que verticalement (figure 2). La balle est alors soumise à une force de frottement exercée par le sol.

Ce frottement confère à la balle une rotation dans la direction de son mouvement. De plus, la force de frottement diminue la vitesse horizontale de la balle, et celle-ci repart à un angle plus proche de

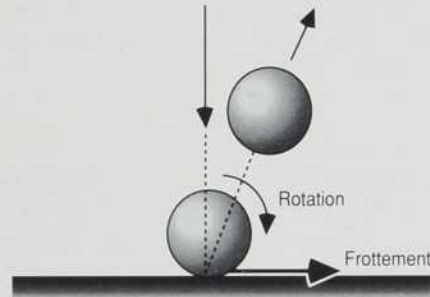
Figure 2



la verticale qu'à son arrivée. La vitesse de rotation et l'angle du rebond dépendent, bien entendu, de la valeur de la force de frottement, qui varie avec le type de balle et de sol.

Qu'arrive-t-il si la balle est déjà en rotation au moment de frapper le sol? Prenons d'abord le cas le plus simple, celui d'une balle tombant à la verticale (figure 3). Au contact du sol, la force de

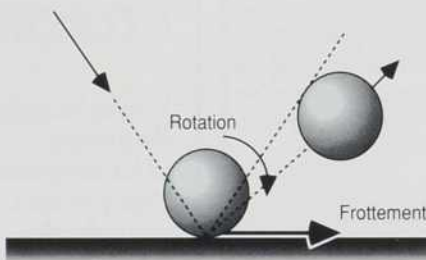
Figure 3



frottement exercée par le sol s'oppose à la rotation de la balle. Cette force horizontale modifie le mouvement de translation de la balle, qui rebondit obliquement.

Si une balle en rotation arrive obliquement et que la rotation se fait dans le sens du mouvement (figure 4), le frottement freine la rotation mais augmente la vitesse horizontale de la balle, qui part donc à un angle plus écarté de la verticale.

Figure 4



GUIDE DES NOUVELLES THÉRAPIES

Les outils de l'espoir

Marquita Riel, Luc Morissette

1984, 288 pages

25,95 \$ (TPS incluse : 27,76 \$)

Une présentation des diverses thérapies qu'on trouve aujourd'hui, qu'elles soient à caractère symbolique, spirituel, social ou corporel. Conseils au « futur participant ».



LE CANCER : MALADIE DE LA VIE

Michel Pagé

1984, 184 pages

18,95 \$ (TPS incluse : 20,27 \$)

Histoire, nature et causes des diverses formes de cancer. Notions fondamentales sur les diverses thérapies pour mieux guérir.

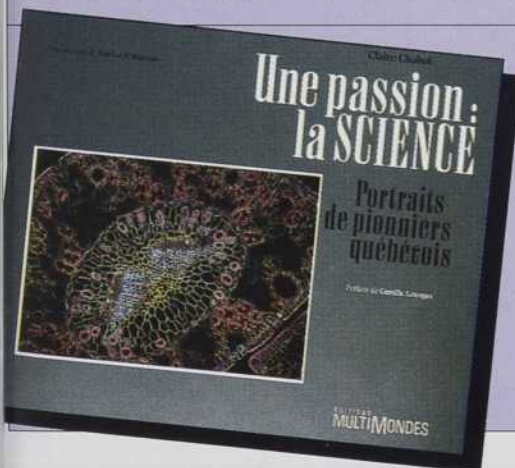
En vente dans toute bonne librairie.

QUÉBEC SCIENCE
ÉDITEUR



Voir page 4

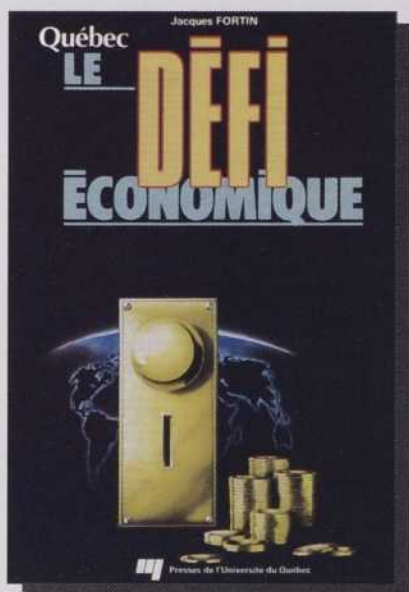
CONCOURS • CONCOURS • CONCOURS



LA SAISON SÈCHE

Il est encore temps de nous faire parvenir votre réponse à la question de février. Vous courez ainsi une chance de gagner un exemplaire de l'ouvrage *Une passion : la science*, de Claire Chabot, gracieuseté des Éditions MultiMondes (une valeur de 19,95 \$).

POUR COMPRENDRE LE QUÉBEC DE DEMAIN



QUÉBEC LE DÉFI ÉCONOMIQUE

Jacques Fortin
1990, 248 pages
ISBN 2-7605-0633-9

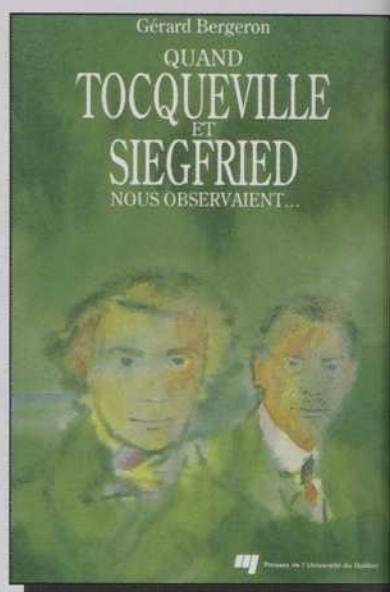
25 \$
26,75 avec TPS

QUAND TOCQUEVILLE ET SIEGFRIED NOUS OBSERVAIENT

Prix Léon-Gérin 1989

Gérard Bergeron
1990, 204 pages
ISBN 2-7605-0571-5

24 \$
25,68 avec TPS



Les pourparlers en cours sur l'avenir politique du Québec seront inévitablement empreints d'un fort contexte économique. Il devient dès lors primordial de savoir si l'économie québécoise pourra relever le défi. Avons-nous vraiment le choix ?

Deux grands noms de la science politique : Alexis de Tocqueville (1805-1859) et André Siegfried (1875-1959). Des textes traitant du destin des Canadiens français et qui éveillent d'utiles résonances en un moment où le Québec s'interroge sur son avenir constitutionnel.

B O N D E C O M M A N D E

EN VENTE CHEZ VOTRE LIBRAIRE

ou chez l'éditeur au (418) 657-3551, poste 2860.
Vous pouvez aussi indiquer le nombre d'exemplaires désiré dans la case placée à côté du prix, et expédier cette annonce avec votre paiement aux :
Presses de l'Université du Québec, C. P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1

Nom

Adresse

Code postal Tél. ()

☐ Chèque ☐ Mandat postal ☐ Visa ☐ MasterCard
Numéro

Date d'exp. Signature

P-16

SPHYGMOMANOMÈTRE

Instrument de mesure standard pour la pression sanguine.

Comprend :

- Un manomètre 300 mm
- Un brassard gonflable, calibré, de couleur bleu
- Une valve automatique
- Un étui de cuvette



Prix : 39,50 \$
(Taxes incluses : 45,64 \$)

MED-420



BAROMÈTRE « CLASSIC »

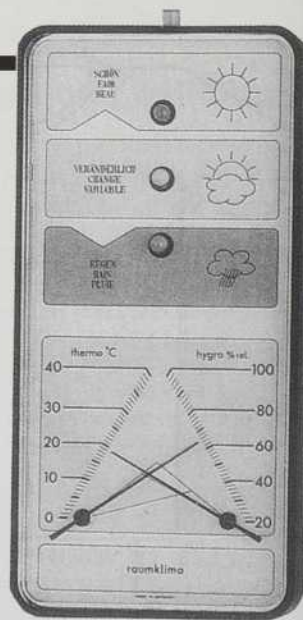
Voici un baromètre électronique où les changements atmosphériques sont indiqués par une petite diode lumineuse.

Pressez le bouton...

- **Lumière verte :** pression atmosphérique à la hausse, belle température, stable.
- **Lumières verte et jaune :** changement de température plutôt à la baisse.
- **Lumière rouge :** baisse de la pression atmosphérique, température devenant ou demeurant mauvaise.
- **Lumières rouge et jaune :** changement de température plutôt à la hausse.

Avec un hygromètre et un thermomètre.

Prix : 84,50 \$ (Taxes incluses : 97,64 \$)



MET-1703



UNE ENCRE ÉCOLOGIQUE

Les imprimeurs canadiens s'éveillent aux vertus de l'encre de soya. À partir de cette plante légumineuse, une firme torontoise commercialise depuis peu une encre d'imprimerie non toxique et entièrement dégradable. Opaque et d'excellente qualité, cette encre végétale permet des couleurs plus pures et plus vives que les encres de synthèse dérivées du pétrole. Des journaux tels le *Toronto Star*, l'*Ottawa Citizen* et le *Regina Leader* en font usage. Au Québec, le magazine environnemental *Écologie* est également imprimé avec cette encre. C'est ce qui s'appelle prêcher par l'exemple.

L'ÈRE DE LA MICROVOITURE

Depuis peu, la microvoiture circule dans les villes de France. Ce véhicule, qui peut être stationné face au trottoir, mesure environ 1,4 m de largeur sur 2,5 m de longueur et pèse moins de 350 kg. Il peut transporter deux passagers et atteindre 45 km/h. De plus, il fait 100 km sur 2 ou 3 l de carburant diesel. Enfin, sa carrosserie de polyester robuste se déplace grâce à un moteur de 1 à 5 ch équipé d'une vitesse avant et d'une vitesse arrière. En 1990, les fabricants français préoyaient vendre 15 000 microvoitures, au prix de 10 500 \$ US. Finis les problèmes de stationnement en ville!



UNIVERSITAIRE À 11 ANS

Ganesh Sittapalam a 11 ans et fréquente une école primaire de Wimbledon, en Angleterre. Ce jeune garçon, qui mène une vie parfaitement normale, aime les ordinateurs, la lecture, les jeux de Lego et surtout... les mathématiques. Cette passion l'a d'ailleurs incité à suivre durant deux trimestres des cours du soir privés sur le programme de maths de première année offert à l'Université du Surrey, au sud-ouest de Londres. Une deuxième place à l'examen final lui permit de s'inscrire, à l'automne 1990, aux cours de deuxième année du programme de maths de cette université. Un prodige qui ira loin!

DU TUNNEL AU CANAL

Après avoir tracé sous la Manche – *Channel* pour les Anglais – quelque 35 km de voie ferrée, les Européens s'apprentent à ouvrir, de la mer du Nord à la mer Noire, une voie d'eau de 3 500 km. La nature ayant déjà creusé le lit du Rhin au nord et du Danube au sud, il reste à percer un canal de 377 km entre les deux. Pour traverser le massif de Fraänkische, à 406 m au-dessus du niveau de la mer, il faudra construire 11 écluses de 25 m de profondeur. La voie d'eau aura une profondeur d'au moins 5 m et sera empruntée par des péniches de 1 350 tonnes. Qui sait, peut-être la prochaine étape consistera-t-elle à relier le tunnel au canal?

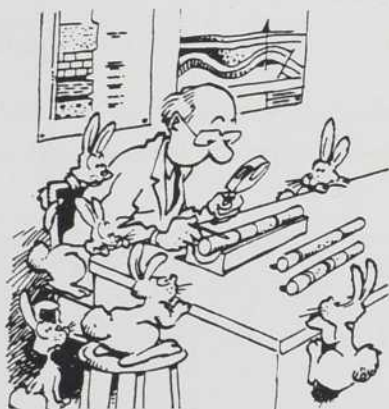
DES MATÉRIAUX RÉVOLUTIONNAIRES

La compagnie américaine General Electric a construit une maison expérimentale faite de matériaux de pointe. Le plastique, utilisé notamment pour les bardeaux du toit, les murs extérieurs, les planchers et la tuyauterie, offre une résistance jusqu'à 10 fois supérieure aux plastiques conventionnels, grâce à l'ajout de fibres de carbone rigides. Sur le marché des nouveaux matériaux, on trouve entre autres un alliage (du cuivre mêlé à du zinc et à de l'aluminium) dont la « mémoire » lui permet de retrouver sa forme d'origine après qu'on l'ait courbé ou tordu. Certains de ces matériaux sont à la fois solides comme du ciment et légers comme du caoutchouc mousse. Une percée technologique qui tombe pile pour la conservation du fer, du bois et du caoutchouc!

LE COÛT DE CIRCUITS QUÉBÉCOIS

À Bromont, on ne fait pas que de la neige artificielle pour le centre de ski. L'usine IBM de l'endroit fabrique des modules de 4 megs et des circuits multicouches destinés aux célèbres ordinateurs. Les circuits de Bromont sont les meilleurs au monde, selon les critères d'IBM même, qui n'accepte que la meilleure qualité. Depuis 1971, l'usine a produit des circuits de mémoire, puis des machines à écrire, et fabrique aujourd'hui de 10 à 12 millions de modules annuellement. Une des recettes du succès de l'entreprise: les employés sont responsables de leur production. Ils sont aussi traités en conséquence – c'est le prix de l'excellence.

LES PLUS VIEILLES CAROTTES



Dans le cadre d'un programme de recherche international, un navire de forages scientifiques a remonté, il y a environ un an, les plus vieilles carottes jamais prélevées au fond de l'océan Pacifique. Le forage a été réalisé par 5 682 m de fond, à environ 1 200 km à l'est des îles Mariannes. Le trépan a d'abord traversé une centaine de mètres d'argile, pour ensuite percer 200 m de matériaux d'origine volcanique. Il a ensuite pénétré des sédiments épais de 140 m, très riches en silice, des roches déposées il y a environ 170 millions d'années. Enfin, le trépan a traversé des basaltes. Un autre exploit pour l'*homo sapiens explorator*!

LE BÉTAIL ET L'EFFET DE SERRE

Les industriels ne sont pas seuls au banc des accusés, dans le dossier du réchauffement de l'atmosphère. Les accompagnent, en effet, les éleveurs du monde entier, dont les cheptels bovins, porcins, ovins et caprins relâchent annuellement 74 millions de tonnes de méthane dans l'air. Ce chiffre dépasse de 9 millions celui des émanations totales de gaz causées par l'activité industrielle mondiale. Les bovins sont responsables, à eux seuls, de près de 75 % des émissions de méthane, gaz produit en bonne partie par la fermentation entérique durant la digestion de la nourriture. Après la pollution de la nappe phréatique, un autre coup dur pour l'agriculture...

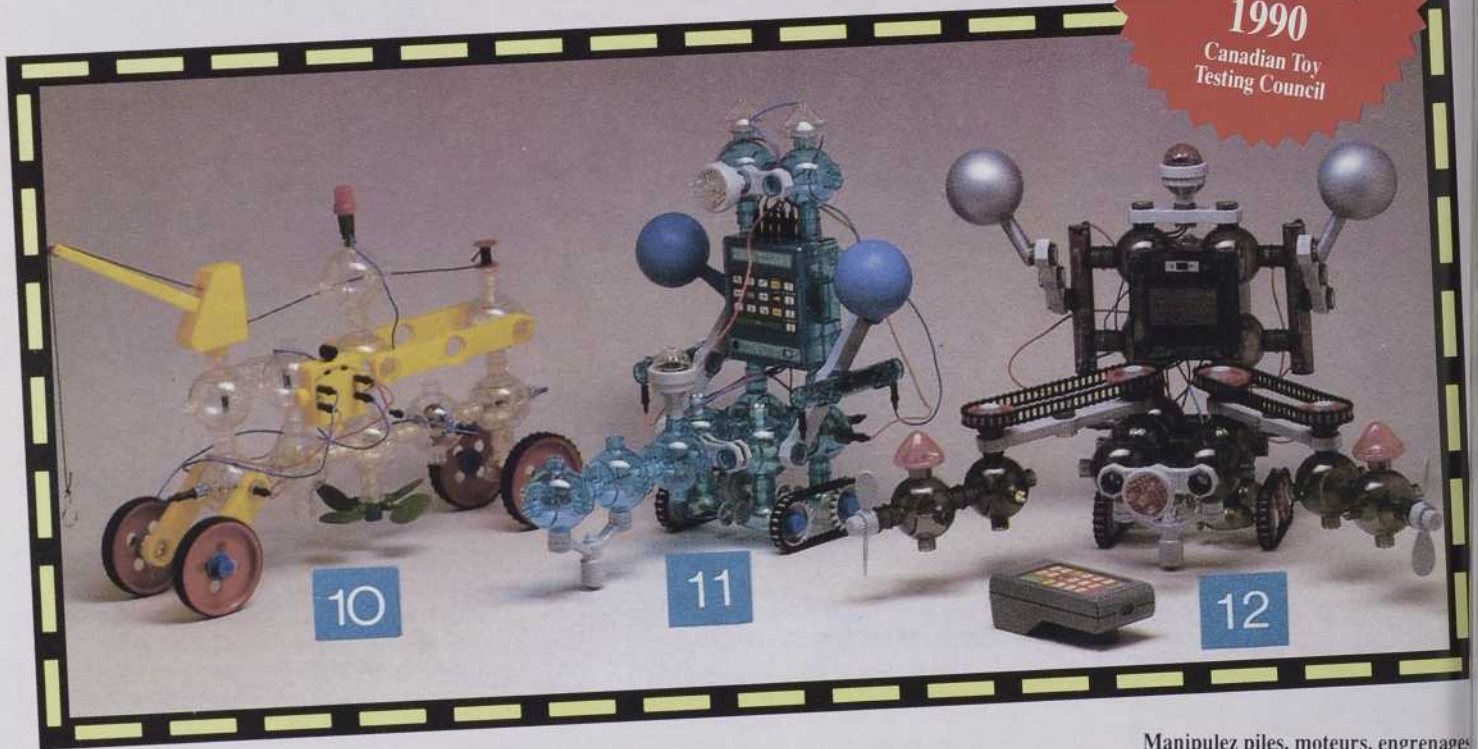


Jeux scientifiques Capsela

par le Dr Clifford Swartz

Apprenez, en vous amusant, les principes scientifiques à la base de la physique: forces, électricité, théorie de Newton, etc. Chaque modèle est accompagné d'un manuel scientifique.

**Meilleure
évaluation
1990**
Canadian Toy
Testing Council



Manipulez piles, moteurs, engrenages, roues; observez comment se transforme l'énergie.

Dès que vous aurez construit tous les modèles, vous serez en mesure d'inventer les vôtres. Vous pouvez créer tout ce que vous voulez, depuis un pulsomètre laser à cinq capsules jusqu'à un super robot mesurant deux mètres et composé de 150 capsules. Les composantes de chaque coffret sont interchangeables.

1. COFFRET PRÉ-SCOLAIRE - N° 75

Âge : 4+ (Français)

18,95 \$ (21,89 \$ taxes incluses)

L'ensemble de construction de base qui permet de créer 10 jouets rotatifs avec 20 pièces.

2. COFFRET DE BASE - N° 175

Âge : 5+ (Français)

24,95 \$ (28,83 \$ taxes incluses)

Construisez 5 modèles motorisés avec les 29 pièces de cet ensemble qui enseigne 4 leçons de science.

3. COFFRET DÉBUTANT - N° 200

Âge : 7+ (Français)

34,95 \$ (40,38 \$ taxes incluses)

Apprenez 6 concepts scientifiques avec ces 10 modèles à construire.

4. AMPHIBAN - N° 120

Âge : 5+ (Anglais seulement)

39,95 \$ (46,16 \$ taxes incluses)

Cet ensemble contient 9 pièces, deux hydro-roues et un moteur à deux vitesses qui lui permet de se déplacer sur terre et dans l'eau.

5. COFFRET DÉBUTANT - N° 250

Âge : 7+ (Français)

44,95 \$ (51,94 \$ taxes incluses)

20 modèles à réaliser qui font découvrir 7 concepts tel l'électricité, les engrenages et le mécanisme d'entraînement.

6. COFFRET INTERMÉDIAIRE - N° 400

Âge : 7+ (Français)

49,95 \$ (57,72 \$ taxes incluses)

Un ensemble de 22 modèles motorisés basés sur 9 principes scientifiques.

7. INVENTOR SET - N° 450

Âge : 7+ (Anglais seulement)

79,95 \$ (92,39 \$ taxes incluses)

Un ensemble qui permet de réaliser 30 modèles motorisés pour découvrir les mécanismes d'entraînement, de friction et d'accélération.

8. COFFRET SUPRA - N° 500

Âge : 7+ (Français)

79,95 \$ (92,39 \$ taxes incluses)

Découvrez des concepts tels l'électricité et l'énergie avec cet ensemble permettant de construire 39 modèles.

9. COFFRET MAJOR - N° 700

Âge : 7+ (Français)

99,95 \$ (115,50 \$ taxes incluses)

L'ensemble idéal pour comprendre des notions comme le vide, ou la compression grâce à la construction de 56 modèles motorisés.

10. COFFRET EXPERT - N° 1000

Âge : 7+ (Français)

124,95 \$ (144,39 \$ taxes incluses)

Cet ensemble de luxe permet de réaliser 100 modèles motorisés terre-mer.

11. COMPUTER PROGRAM - N° 2000

Âge : 9+ (Anglais seulement)

150,00 \$ (173,34 \$ taxes incluses)

Programme de 94 instructions et 17 fonctions incluant le son et la lumière.

12. REMOTE CONTROL - N° 5000

Âge : 9+ (Anglais seulement)

210,00 \$ (242,67 \$ taxes incluses)

Un système informatisé avec commande à distance pour 94 instructions et 17 fonctions incluant le son et la lumière.

UNIQUE • Toute la famille prendra plaisir à apprendre ensemble • NOUVEAU



L'origine de la vie a toujours été un mystère fascinant. Qu'est-ce que la vie? D'où vient l'énergie vitale? Les chercheurs ont répondu à la première question, la deuxième demeure hypothétique. Charles Darwin a bien tenté de résoudre l'énigme par la «petite mare tiède», en situant la naissance de la vie dans des éléments aquatiques.

Louis Pasteur a démontré, au siècle dernier, que la soupe prébiotique était une hérésie scientifique. Le hasard ne peut produire la vie, et un bouillon de culture originel serait empoisonné par le foisonnement des molécules qui s'y trouvent.



DANCHIN, ANTOINE
*Une aurore de pierres :
aux origines de la vie*
Éditions du Seuil, Paris,
1990, 276 pages, 39,95 \$
ISBN 2-02-012140-9

Antoine Danchin, dans *Une aurore de pierres*, explore une autre voie pour découvrir les origines de la vie. Après avoir, dans les premiers chapitres de son ouvrage, décrit et repoussé les diverses hypothèses, il retient la théorie de la surface des pierres, poussières argileuses humides et complexes métalliques, étant donné que la chimie des surfaces, à la différence de celle des solutions aqueuses, favorise à la fois la sélection d'un petit nombre d'espèces de molécules, leur métabolisme et leur reproduction. C'est grâce au développement de la biologie moléculaire et notamment du rôle de l'ARN de transfert, qu'on a pu découvrir une famille de polymères, les acides ribonucléiques, qui permettent aux premiers ensembles de se séparer

de la pierre, de se synthétiser et d'en arriver à l'individualisation et à la maîtrise de l'énergie.

Un pas de plus, et la vie naissait, avec l'apparition de la mémoire héréditaire et de la fonction catalytique.

Dans un style accessible aux amateurs de science, Antoine Danchin, chercheur au Centre national de la recherche scientifique (France), dévoile les grandes étapes de la naissance de la vie, en l'attribuant à une puissance nouvelle.

Gérard Arguin

■ Non, le cosmos n'est pas silencieux. Jean Heidmann, un astronome de l'Observatoire de Meudon, à Paris (France), l'écoute depuis 15 ans et, à son avis, on pourrait même un jour avoir à décoder des messages intelligents venus des étoiles. Si on écoute bien...

Science-fiction? L'existence d'une vie extraterrestre ne fait plus de doute, affirme M. Heidmann dans son dernier livre, *La vie dans l'Univers*. Les éléments qui constituent la vie (carbone, oxygène, hydrogène, azote) sont présents partout dans le cosmos.



HEIDMANN, JEAN
La vie dans l'Univers
Hachette, Paris
1990, 120 pages, 19,95 \$
ISBN 2-01-014461-9

De plus, on a détecté 90 sortes de molécules organiques dans l'espace interstellaire, sur des météorites et sur des comètes. Il ne reste maintenant qu'à vérifier si une vie intelligente existe quelque part ailleurs que sur notre planète.

Pour sa part, la NASA prend au sérieux les recherches scientifiques entourant ce que l'on appelle déjà la bioastronomie. Elle inaugurerait, en 1992, un superrécepteur qui multiplierait par 10 000 notre capacité d'écouter l'Univers. Dix millions de canaux de communication pourraient alors être synthonisés. Il s'agit du programme SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence). «Si un signal est découvert, il appartiendra à l'humanité entière et fera partie de son patrimoine intellectuel», commente Heidmann. N'empêche que le projet de la NASA ressemble à un coup de dé: il existe

pas moins de 100 milliards des canaux possibles dans les ondes de longueur favorable aux transmissions extraterrestres.

Jean Heidmann nous présente donc ce nouveau champ de préoccupation scientifique et nous invite à rompre avec l'anthropocentrisme qui a toujours inspiré nos conceptions de l'Univers. *La vie dans l'Univers* a ainsi quelque chose d'exaltant qui, doit-on l'indiquer au passage, n'a rien à voir avec les best-sellers pseudo-scientifiques rapidement ficelés.

Raymond Lemieux

À SIGNALER



BALOUET, JEAN-CHRISTOPHE
*Ces espèces
qui disparaissent*
Les Éditions Ouest-France,
France, 1990, 188 pages, 79,95 \$
ISBN 2-7373-0468-7

Après le succès de son précédent ouvrage, *Le Grand livre des espèces disparues*, Jean-Christophe Balouet aborde un thème encore plus brûlant, celui des espèces qui disparaissent. Si, dans nombre de cas, il est hélas trop tard, il en est d'autres où il est encore possible d'agir efficacement pour protéger les espèces menacées et aussi celles qui risquent de l'être très bientôt si rien n'est fait.

Très bien documenté, accompagné d'illustrations et de photos en couleurs souvent inédites, ce merveilleux album est un nouveau cri d'alarme lancé par un homme qui a consacré sa vie à la défense de la nature, de la faune et de la flore.

Après avoir répertorié les espèces menacées (animaux et

plantes) par grandes régions et identifié les causes de leur probable disparition, l'auteur propose une série de solutions avec l'espoir qu'on aura le courage de les imposer.

COLLECTIF

*Mieux vivre
avec son environnement*
DSC, Hôpital de l'Enfant-Jésus,
Québec, 1990, 400 pages, gratuit
ISBN 2-921261-03-0



Un outil de référence pour améliorer notre connaissance des problèmes environnementaux et de leur impact sur notre santé. Basée sur le concept de «développement durable», la philosophie de ce guide cherche à répondre aux besoins actuels de la population, sans compromettre la qualité de vie des générations futures. De plus, *Mieux vivre avec son environnement*, qui encourage les gens à passer à l'action, en proposant mille et un trucs qui s'appliquent tant à la maison, au travail qu'aux loisirs, est disponible gratuitement (C.P. 2024, Québec (Qc) G1K 7M9).

DÉCOUVRIR L'ARCHÉOLOGIE À LA POINTE-DU-BUISSON

(Gérald Baril)

Le Parc archéologique de la Pointe-du-Buisson est unique au Québec et tous, tant les futurs archéologues que le grand public, peuvent s'y initier aux fouilles archéologiques. Gérald Baril s'est rendu sur le site et nous parle des découvertes qui y ont été faites et des étapes techniques d'une fouille, mais aussi de la vie des étudiants en archéologie sur ce chantier école.

RIMOUSKI: UNE FENÊTRE OUVERTE SUR LA MER

(Claire Chabot)

L'estuaire du Saint-Laurent: le plus long, le plus large et le plus profond au monde, et aussi le plus étudié. Avec l'arrivée du printemps, Claire Chabot nous convie à accompagner en mer chercheurs et étudiants. Une excursion qui nous permettra de constater jusqu'à quel point ces chercheurs sont parvenus à tracer un portrait-robot du fleuve et de comprendre les défis auxquels ils feront face durant la prochaine décennie.

LES EXPLORATEURS DU CHAOS (Pierre Sormany)

Dans ce second article, Pierre Sormany nous invite à explorer les domaines d'application de la physique du chaos, et ses implications pratiques... et philosophiques.



Si vous croyez que la haute technologie relève de la Science-Fiction, écoutez:

VIRAGE INCONNU

L'émission radio analysant les dérapages technologiques de l'irradiation des aliments, l'intelligence artificielle, l'industrie spatiale...

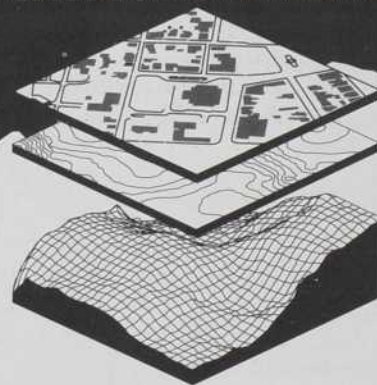
Sur les ondes de:

CINQ-MF	102,3	Montréal
CISM-MF	89,3	Montréal
CRSG-MF	89,1	Montréal
CKRL-MF	89,1	Québec
CHAA-MF	103,1	Longueuil
CFNJ-MF	99,1	St-Gabriel-de-Brandon
CFLX-MF	95,5	Sherbrooke
CKMN-MF	96,5	Rimouski
CHOC-MF	92,5	Jonquière
CIBO-MF	100,5	Senneterre
CKUM-MF	105,7	Moncton (N-B)

Une production de
La Bande Magnétique Inc.



LOGICIELS ET APPLICATIONS SCIENTIFIQUES INC.



UN ALLIÉ SÛR, POUR LA GESTION DES RESSOURCES!

Des outils informatiques appliqués aux sciences telles que l'environnement, l'aménagement, la foresterie, l'ingénierie et l'urbanisme.

Une technologie d'avant-garde adaptée aux budgets d'aujourd'hui.

Système d'information Géographique

Logiciels sur mesure
Base de données
Modélisation
Simulation visuelle



Logiciels et Applications Scientifiques Inc.

2713, rue Beaubien est
Montréal, QC H1Y 1H1
Fax: (514) 727-8236
Tél: (514) 727-8055

DES CARBURANTS DE REMPLACEMENT, PLUS PROPRES ET PLUS EFFICACES

Énergie, Mines et Ressources Canada (ÉMR) favorise la recherche en matière de carburants de remplacement qui mettront ainsi un terme aux émissions de gaz nocifs pour l'environnement et la qualité de l'air. Le Canada ne produit que deux pour cent des émissions de gaz à effet de serre. Cependant, nous utilisons plus d'énergie par personne que n'importe quel autre pays industrialisé. Conjointement avec l'industrie, ÉMR s'efforce de supprimer les obstacles techniques et économiques qui s'opposent à l'usage de carburants moins polluants pour l'environnement tels que le gaz naturel, le propane, le méthane, l'éthane, l'hydrogène ainsi que les batteries électriques et les piles à combustible.

« Maintenant que le Plan vert est complété, de nouvelles mesures seront prises afin de préserver davantage notre environnement », soutient M. Allan Dolenko, directeur de la Division des énergies de remplacement du Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET). « Une part importante de nos efforts pour contrer les dommages causés à l'environnement sera consacrée à la recherche visant l'utilisation de carburants de remplacement. »

Le gaz naturel et le propane sont maintenant considérés au Canada comme des carburants de remplacement valables. En effet, sur les routes canadiennes, plus de 140 000 véhicules fonctionnent déjà au gaz propane alors que 22 000 autres utilisent le gaz naturel. Même s'il en coûte entre 1 400 et 3 000 \$ pour modifier le moteur d'un véhicule en fonction de ces carburants de remplacement, ceux-ci sont vendus à un prix inférieur à celui de l'essence et du diesel. De plus, les émissions de monoxyde de carbone et de gaz à effet de serre (les hydrocarbures réactifs et l'oxyde nitreux) s'en trouvent réduites. CANMET utilise présentement, à titre d'essai, le gaz naturel dans les véhicules des systèmes de transport des villes de Toronto, Hamilton et Mississauga. Il en fera de même, en 1992, à Vancouver. On considère déjà que l'usage du propane convient bien aux véhicules urbains à forte consommation de carburants comme les taxis, les autobus et les voitures de police.

L'éthane et le méthane sont également considérés comme des carburants de remplacement convenables tant du point de vue technique qu'environnemental, qu'ils soient utilisés seuls ou

comme compléments à d'autres carburants. On peut ajouter de l'éthane, alcool dérivé de sucre fermentescible ou de culture de levure, à l'essence jusqu'à concurrence de 10 %, et utiliser ce produit dans les moteurs conventionnels sans en affecter le fonctionnement. On réduit ainsi les émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. On trouve déjà un mélange éthane-essence dans certaines stations de l'Ouest canadien et du nord de l'Ontario.

Le Canada est l'un des plus grands producteurs de méthane au monde. Le méthane, alcool dérivé principalement du gaz naturel, produit moins d'émissions de dioxyde de carbone que l'essence et possède un taux relativement élevé d'octane. Son coût est sensiblement le même que celui du super-carburant, si l'on considère plutôt l'énergie produite que le volume requis.

Le programme, parrainé par ÉMR, de développement d'une technologie favorisant l'usage du méthanol, vise le développement de moteurs utilisant le M85 (un mélange composé de 85 % de méthane et de 15 % d'essence ordinaire). Le projet MILE (Methanol In Large Engines) a récemment permis à ÉMR de compléter les tests concernant l'usage du méthane dans les moteurs des véhicules des systèmes de transport ainsi que dans les moteurs des camions de transport sur de longues distances. En outre, ÉMR s'apprête présentement à amasser les fonds nécessaires afin de permettre au premier autobus articulé fonctionnant au méthane de parcourir le pays d'un océan à l'autre.

M. Allan Dolenko est confiant. Il considère que nous sommes à l'aube d'une nouvelle ère technologique. Nous entrevoyons déjà l'utilisation de sources d'énergie plus variées et de carburants moins nocifs pour l'environnement.

Pour de plus amples renseignements à ce sujet, communiquez avec :

Énergie, Mines et Ressources Canada
Direction des communications
580, rue Booth
Ottawa (Ontario)
K1A 0E4
Téléphone : (613) 995-3065



Énergie, Mines et
Ressources Canada

Energy, Mines and
Resources Canada

Canada

Venez nous rendre visite!

La ligne sous-fluviale Grondines-Lotbinière, une technologie à découvrir:

exposition | vidéos | belvédères



**Le Centre d'information
d'Hydro-Québec,
55, route 138, Grondines**

Du premier mai au 2 septembre
Lundi à jeudi 9h – 17h
Vendredi à dimanche 9h – 20h

Du 3 septembre au 30 avril
Lundi au vendredi 9h – 17h
Pour renseignements : 268-5497



**Le Centre d'information
d'Hydro-Québec,
7801, Marie-Victorin, Lotbinière**

Du premier mai au 2 septembre
Lundi à jeudi 9h – 17h
Vendredi à dimanche 9h – 18h

Du 3 septembre au 30 avril
Sur réservation
Pour renseignements : 796-3165, poste 239



Hydro-Québec