

2,95 \$

Volume 25, numéro 10

JUIN 1987

QUÉBEC SCIENCE

LE MAGAZINE SANS FRONTIÈRES

NUCLÉAIRE **DES REBUTS** **POUR** **LES TEMPS** **FUTURS**

HAWAÏ,
L'ÎLE AUX ÉTOILES

DE L'OBÉISSANCE
À LA TORTURE

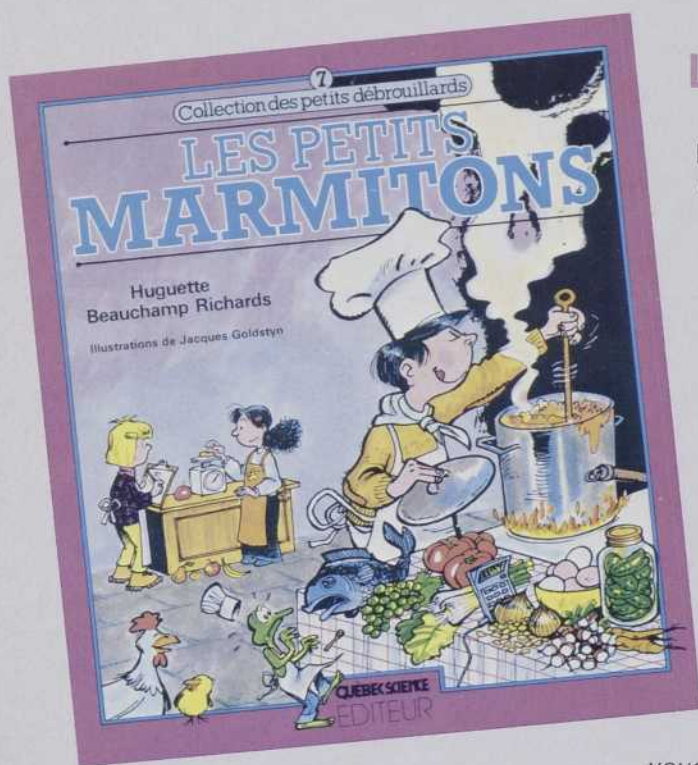
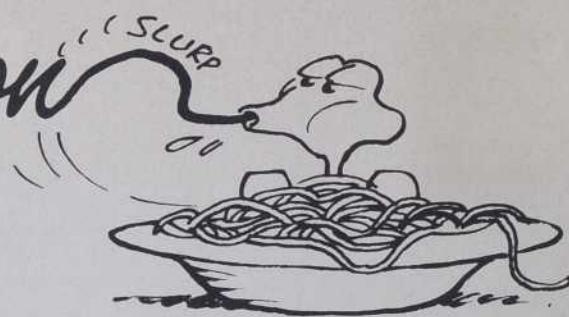
SUBLIMINAL,
MYTHE ET RÉALITÉ

DEMAIN,
L'ORDINATEUR
POLYGLOTTE?

Une nouvelle parution

dans

LA COLLECTION DES PETITS DÉBROUILLARDS



LES PETITS MARMITONS

par Huguette BEAUCHAMP RICHARDS
adjointe du professeur Scientifich
Illustrations de Jacques Goldstyn
96 pages, 9,95 \$

Mon adjointe Huguette Beauchamp Richards a montré à mes jeunes assistants, Caroline, Simon et les autres, comment préparer des mets succulents... et nutritifs.

Vous cherchez de nouvelles idées pour vos repas du midi à l'école? pour une fin de semaine en camping? pour l'anniversaire d'un-e ami-e? Mes petits marmitons vous présentent quelques-unes de leurs meilleures recettes.

Un-e petit-e débrouillard-e doit aussi s'intéresser à la nutrition. Vous découvrirez dans ce livre ce que contiennent vos aliments, quel est le rôle des protéines, des vitamines et des autres nutriments qui s'y cachent, comment vous nourrir sainement.

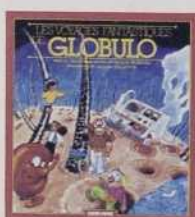
Avec ses recettes, ses expériences toutes «scientifich» pour votre laboratoire culinaire et ses informations précieuses sur la nutrition, *Les petits marmitons* est l'instrument idéal pour tout-e petit-e débrouillard-e qui aime bien manger.

Professeur Scientifich

DANS LA MÊME COLLECTION



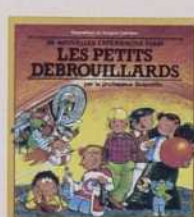
Le petit débrouillard
128 pages
8,95 \$
(couverture souple)



Les voyages fantastiques de Globulo
104 pages, 8,95 \$
(couverture souple)



Jardinez avec le professeur Scientifich
148 pages, 9,95 \$
(couverture souple)



66 nouvelles expériences
144 pages
12,95 \$



Encore des expériences
120 pages
12,95 \$



L'Animalerie des petits débrouillards
96 pages, 8,95 \$

Ces livres sont en vente dans les LIBRAIRIES. Pour les régions non desservies, commander à: Québec Science Éditeur, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 Tél.: 657-3551, poste 2860
Joindre votre paiement.

Le ministère des Affaires culturelles du Québec a contribué au financement de cette annonce publicitaire.



Page 14



Page 22



Page 30

ENQUÊTES / REPORTAGES

Des rebuts pour les temps futurs

Louise Desautels

Comment ne pas léguer aux générations à venir les déchets radioactifs de l'industrie nucléaire? Un problème bien encombrant en mal de solution

14

Hawaï, l'île aux Étoiles

Ève-Lucie Bourque

Du point le plus élevé du Pacifique, des astronomes canadiens, français et américains cherchent à capter avec le maximum de précision les images célestes

22

De l'obéissance à la torture

Claude de Launière

Entre Monsieur Tout-le-Monde et le tortionnaire, la distance n'est pas si grande. Des expériences montrent qu'elle se franchit vite

30

Subliminal, mythe et réalité

Daniel Baril

La détente subliminale n'a pas tous les pouvoirs qu'on lui prête. Elle pourrait cependant jouer un rôle actif dans certaines psychothérapies

36

Demain, l'ordinateur polyglotte?

Anne-Louise Champagne

Les nouvelles voies de la traduction automatique passent par l'analyse grammaticale

40

ACTUALITÉS

Eau potable: pénurie et abondance	5
Des légumes aériens	7
Minéralogie: des sources marines	9
Le Woodstock de la physique	10
Le boom des supraconducteurs	11
Un jeune homme-orchestre	12
S'intoxiquer au Niagara	45
Détente à l'horizon	47
Le rêve en bits	48
Nucléaire: les nuages d'une centrale	49

CHRONIQUES

Post-scriptum Le mot du rédacteur en chef	4
Infopuce L'informatique à votre portée	13
Boîte à livres Nous avons lu pour vous	51
Cinésience La science à l'écran	52
En vrac Les p'tits mots de la fin	53
Mois prochain	54

Le magazine
QUÉBEC SCIENCE

2875, boul. Laurier, Sainte-Foy G1V 2M3
Tél.: (418) 657-3551
Abonnements: poste 2854; Rédaction: poste 2494

DIRECTION

Jacki Dallaire, directeur

RÉDACTION

Vonik Tanneau, adjointe à la rédaction
Gérald Baril, Gilles Drouin, François Goulet,
François Picard, journalistes,
collaborateurs réguliers
Claude Forand, correspondant à Toronto
Ève-Lucie Bourque, recherches iconographiques

PRODUCTION

Richard Hodgson, conception graphique
Line Nadeau, réalisation graphique
Raymond Robitaille, typographe
Alain Vézina, photo couverture
Les ateliers graphiscan ltée
séparation de couleurs
Imprimerie Canada inc., Sillery, Québec
photogravure et impression

PUBLICITÉ

Marie Prince
2875, boulevard Laurier
Sainte-Foy, Québec G1V 2M3
Tél.: (418) 657-3551, poste 2842

COMMERCIALISATION

René Waty, directeur de la commercialisation
Nicole Bédard, abonnements
Messageries dynamiques, distribution en kiosques

 Presses de l'Université du Québec
Québec Science

Abonnements

Au Canada: Régulier: (1 an/12 nos):	25,00\$
Spécial: (2 ans/24 nos):	44,00\$
Groupe: (1 an/12 nos):	23,00\$
(10 ex. à la même adresse)	
À l'étranger: Régulier: (1 an/12 nos):	35,00\$
Spécial: (2 ans/24 nos):	61,00\$
À l'unité:	3,50\$

Voir le coupon d'abonnement à la fin du magazine

QUÉBEC SCIENCE, mensuel à but non lucratif, est publié 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 dus à la rédaction.

Le soutien financier du magazine QUÉBEC SCIENCE est assuré par ses lecteurs, ses annonceurs, l'Université du Québec, le Fonds FCAR pour l'aide et le soutien à la recherche, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, ainsi que le Programme d'appui fédéral à la sensibilisation du public à la science et à la technologie.

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec, deuxième trimestre 1987, ISSN-0021-6127.
Répertorié dans POINT DE REPÈRE.

Courrier de deuxième classe, enregistrement n° 1952. Port de retour garanti. Port payé à Québec.
Télex: 051-31623

Membre de:



CPPA

© Copyright 1987 — QUÉBEC SCIENCE —
PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC.
Tous droits de reproduction, de traduction
et d'adaptation réservés.

Post-scriptum

LE MOT DU RÉDACTEUR EN CHEF

Il commence sur une note bien grave, ce numéro de début d'été, où nous serions plutôt portés à l'insouciance. Malheureusement, les problèmes de la planète Terre ne fondent pas au soleil. Il y en a même de nouveaux qui surgissent avec les années, comme celui des déchets radioactifs. Car, même quand les centrales nucléaires ne craquent pas comme à Tchernobyl, elles produisent des déchets qui risquent d'émettre encore des radiations mortelles dans 1 000 ou 100 000 ans. Alors comment faire pour ne pas mettre en danger nous, nos enfants et les générations futures? Dans les pays «nucléarisés», des scientifiques cherchent LA solution, le dépotoir idéal où la société de l'atome pourra entreposer sans crainte ses déchets dangereux. Louise Desautels nous expose les diverses solutions qui ont été envisagées, en particulier celle que privilégie Énergie Atomique du Canada.

Si le nucléaire risque de nous causer du tracas pendant encore longtemps, la torture, elle, assombrit l'histoire de l'humanité depuis des siècles. Bras droit de la répression, elle est pratiquée par un État sur trois, d'après les chiffres d'Amnistie Internationale. Mais comment peut-on devenir tortionnaire? Contrairement à ce qu'on pourrait penser, les bourreaux ne sont pas forcément des fous ou des sadiques. Aussi inconfortable que soit cette idée, ils ne sont peut-être pas si différents de nous. Claude de Launière nous raconte comment la conscience humaine peut être conditionnée pour transformer d'honnêtes gens en experts du supplice. Inquiétant...

Mais sortons-nous de ces sombres pensées, et préférons la compagnie des astronomes, nettement plus agré-

ble que celle des tortionnaires (ce n'est pas leur faire un bien grand compliment!). Ève-Lucie Bourque a fait un saut d'avion à Hawaï pour rendre visite aux gens de l'observatoire Canada-France-Hawaï. Elle



nous en a rapporté, bien sûr, de belles photographies, mais aussi un article intéressant sur les recherches et la vie qu'on mène au sommet du Mauna Kea. Dans ce lieu de prédilection pour l'étude des phénomènes célestes, les choses ne sont pas toujours aussi faciles qu'on pourrait le croire.

Des étoiles, nous en avons aussi à Québec Science! Diane Dontigny, après avoir passé 12 ans à figner les articles de nos collaborateurs, a connu un départ fulgurant dans le reportage scientifique. Elle vient en effet de remporter un prix de l'Association canadienne des rédacteurs scientifiques pour son article sur le rhume des foins (juin 1986). Bravo Diane!

La rédaction

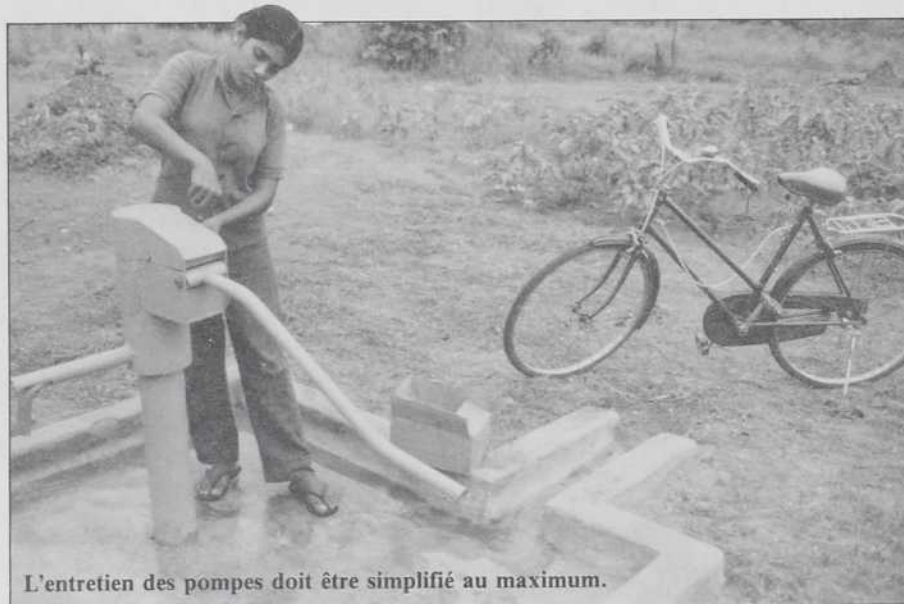
Habitants des pays industrialisés ou des pays en voie de développement, tous semblent forcés de faire de sérieux efforts pour s'approvisionner adéquatement en eau potable. Pourtant, si on se fiait aux quantités d'eau disponible, les pénuries ne seraient pas à craindre. «L'eau se renouvelle continuellement à travers le cycle hydrologique de la nature. Malheureusement, elle semble souvent être disponible au mauvais endroit, au mauvais moment», résume Enzo Fano, chef de la division des ressources hydriques pour l'Organisation des Nations Unies. Monsieur Fano était un des conférenciers invités au congrès annuel de l'Association québécoise des techniques de l'eau, en mars dernier.

Ainsi, le Canada dispose de 9% des réserves d'eau renouvelable de toute la planète. Cependant, 60% de ses eaux s'écoulent vers le nord, alors que 90% de la population vit à moins de 300 kilomètres de la frontière sud. On retrouve un phénomène semblable en Afrique. Les grandes rivières qui coulent sur ce continent pourraient éteindre à elles seules jusqu'à 75% des besoins en eau, si les populations vivaient près de leurs rives. La situation est cependant nettement plus grave dans le deuxième cas. Dans plusieurs pays en voie de développement, seulement la moitié de la population urbaine et 10% de la population rurale ont droit à un approvisionnement adéquat en eau potable. Quinze millions d'enfants meurent chaque année parce qu'ils n'ont pas accès à une eau de qualité.

La liste des problèmes ne s'arrête pas là. Même lorsqu'il y a de l'eau, elle est souvent d'une qualité tellement douteuse qu'on ne peut la considérer comme potable. Certaines villes des pays du Tiers monde croissent au rythme de 7% par année. Une

EAU POTABLE

PÉNURIE ET ABONDANCE



L'entretien des pompes doit être simplifié au maximum.

Neill McKee / CRDI

concentration non planifiée des populations et des industries dans ces agglomérations se traduit par une consommation effrénée. Ainsi, dans la ville de Mexico, sur dix litres d'eau puisés dans la nappe souterraine, quatre ne sont pas remplacés. Conséquence tout aussi désastreuse, ces fortes populations privées de services appropriés contribuent fortement à la pollution des eaux. En milieu rural, plusieurs autres problèmes se mettent de la partie. «La moitié de tous les équipements de pompage des pays en voie de développement ne fonctionne pas», déplore M. Fano.

Cette situation s'explique par le fait que ces équipements proviennent de nombreux pays donateurs et que chacun a fourni du matériel de ses propres marques. Le résultat est

qu'on se retrouve avec une quinzaine de modèles de pompes différents. L'entretien et le remplacement des pièces deviennent un véritable casse-tête. Selon M. Fano, il faudrait limiter à deux ou trois, peut-être à quatre, les types de pompes en circulation.

Par ailleurs, depuis quatre ans, on effectue, dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'environnement, des tests systématiques pour vérifier la fiabilité des pompes. À la suite de ces tests, des marques réputées ont apporté des modifications à certaines composantes de leurs produits. «On devra se diriger vers la fabrication des pièces sur place, pour les rendre moins chères et plus accessibles. Il faut refaire la mentalité des pays donateurs. Ceux-ci ne doivent plus se contenter de

fournir tel ou tel équipement, ils doivent aussi prévoir leur fonctionnement futur», préconise M. Fano. Ainsi, on pourra au moins aller puiser l'eau qui est déjà là.

Du côté de la population, d'autres changements d'attitude seront aussi nécessaires. «Dans les villages, dit M. Fano, les gens ont souvent une mentalité de dépendance envers les équipements venant de l'extérieur. Si une pompe tombe en panne, on reviendra tout simplement à l'ancien système au lieu de penser à la réparer.» De plus, des notions d'hygiène aussi élémentaires que le fait de ne pas boire l'eau d'une rivière fréquemment traversée par le bétail 50 mètres en amont sont encore ignorées dans plusieurs pays.

Même si la nécessité de satisfaire les besoins en eau est souvent associée à la recherche de nouvelles sources d'approvisionnement, c'est l'utilisation plus efficace de l'eau dont on dispose déjà qui pourra le plus diminuer les risques de pénurie. On sait par exemple que de 85% à 90% des systèmes d'approvisionnement en eau servent à l'irrigation des terres. Or, s'il est un secteur où une meilleure utilisation de l'eau peut faire toute la différence, c'est bien celui-là. La plupart des systèmes d'irrigation laissent s'évaporer de 60% à 80% de l'eau utilisée. De nouveaux développements technologiques permettent toutefois de changer cette situation du tout au tout. À titre d'exemple, il existe des systèmes qui amènent l'eau goutte à goutte, directement aux racines des plants. On enregistre ainsi des économies de 20% à 25% par rapport à l'utilisation de gicleurs et de 40% à 60% par rapport à un système à gravité.

Les municipalités peuvent aussi réaliser des économies d'eau considérables. Ainsi, plusieurs grandes villes perdent de 25% à 50% de leur eau d'aqueduc. La raison: des fuites dans le système! À Manille, capitale des Philippines, le système d'aqueduc perdait la moitié de son eau dans les années 70. En 1983, la mise sur pied d'un projet pilote dans le secteur

nord de la ville s'est traduit par une réduction des pertes de 20%. On s'est maintenant fixé comme objectif de limiter les pertes à 30% pour l'ensemble de la ville. On s'attend à ce que l'eau économisée puisse desservir un million de personnes de plus qu'auparavant.

Au Texas, on a calculé qu'en investissant 2,5 milliards de dollars dans un vaste programme d'utilisation plus efficace de l'eau, on économiserait 30% plus d'eau que n'en aurait «produit» un projet de 10 milliards de dollars pour amener l'eau de lointaines rivières. Même si cet exemple provient d'un pays industrialisé, où le gaspillage est plus élevé, des mesures de ce type pourront également améliorer la situation dans les pays en voie de développement, particulièrement pour le secteur agricole.

L'ensemble de ces mesures — autant celles visant à fournir plus d'eau que celles destinées à une meilleure utilisation — seront-elles suffisantes pour éviter les pénuries? Enzo Fano ne se dit pas très optimiste pour le prochain siècle. «En 1977, nous avions prévu qu'il fallait investir 70 milliards de dollars par année dans les pays en voie de développement, dont environ 30 milliards de dollars pour l'eau potable. Ces années-ci, les sommes investies ne dépassent pas 10 milliards de dollars.» Pour contourner cet obstacle de nature économique, M. Fano voit deux solutions: d'abord, maximiser l'utilisation de la main-d'œuvre locale, peu coûteuse, pour la construction de puits, de canaux, etc. Ou encore, fixer des tarifications plus réalistes de nature à intéresser des investissements privés.

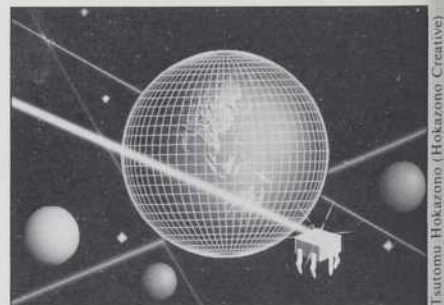
Mais il reste toujours ce problème inquiétant de la croissance de la population. «Depuis 1981, nous avons réussi à fournir de l'eau à 250 millions de personnes qui en étaient privées. Cependant, depuis 1981, la population s'est également accrue d'environ 250 millions de personnes.»

Gilles Parent

CHAUD COMME LE SOLEIL

(D'après Science) Le cœur de la Terre serait plus chaud que la surface du Soleil. Voilà le résultat auquel serait parvenu un chercheur du California Institute of Technology en simulant les pressions qui règnent au centre de la planète. Le cœur intérieur serait à 6 780 °C comparativement à 5 760° pour la surface solaire. Jusqu'ici, on estimait que la température centrale oscillait entre 2 700 et 3 700°. Le noyau interne de la Terre mesure 2 400 mètres de diamètre et se retrouve à une profondeur d'un peu plus de 5 000 kilomètres. Malgré cette température élevée, le noyau est solide, parce qu'il est soumis à une pression énorme.

IMAGES DU FUTUR 87



Tsutomu Hokazono (Hokazono Creative)

Pour son édition 1987, l'exposition Images du futur élargira le panorama des nouvelles technologies appliquées aux arts. Alors que l'événement de l'an dernier était centré sur les images de synthèse électroniques, celui de 1987 fera place à l'holographie, aux images au laser, au son synthétique, aux espaces multisensoriels, aux environnements multimédias et d'art vidéo. Cette année, le Japon sera le pays invité. On y tiendra également la première compétition officielle internationale de vidéos par ordinateur. Images du futur 87 sera présentée dans l'ancienne gare maritime Louis-Joliet (Vieux-Port de Montréal) du 4 juin au 20 septembre.

DES LÉGUMES AÉRIENS

Cultiver des légumes à la verticale, voilà qui peut sembler farfelu! C'est pourtant possible avec la miniserre aéroponique, où les plantes poussent sur une structure inclinée, alimentée par une solution nutritive oxygénée. Mis récemment sur le marché par la firme Aquarecherche de North Hatley, le nouveau concept pour jardinier amateur pourrait bien supplanter la technique hydroponique dont il s'est largement inspiré.

Le support de culture se présente sous forme d'un panneau en fibre de verre moulé percé de trous (33 au total), occupant une surface au sol d'environ un demi-mètre carré. Les végétaux se développent autour de ces ouvertures. L'intérieur du réservoir renferme un mélange de nutriments semblable à celui qu'on utilise en culture hydroponique. L'arrosage est réglé par un dispositif en jet, un genre de brumisateur, contrôlé par minuterie. L'équipement comprend également une pompe, avec un filtre pour recycler l'eau et un chauffe-eau submersible. «Le matériel nécessaire à la culture aéroponique ne requiert aucune expérience ni expertise pour son installation et son fonctionnement», affirme son inventeur, le biologiste marin Karl F. Ehrlich.

L'ensemencement s'effectue dans du perlite, sorte de roche volcanique concassée. Une fois germée, on retire la graine du substrat pour l'introduire dans un petit cylindre en mousse de polystyrène où elle forme ses premières racines. Par la suite, on insère l'éponge contenant le jeune plant dans l'un des 33 orifices du module. Tout au long de leur croissance, les racines nues sont aspergées de sels fertilisants renfermant les éléments nutritifs appropriés (azote,

phosphore, potassium et oligo-éléments) dissous dans l'eau.

Les résultats sont à la hauteur des espérances des concepteurs. «On peut cultiver presque n'importe quoi, à l'exception des légumes-racines (pommes de terre, carottes, etc.)», affirme M. Ehrlich. Les plantes poussent en général plus vite qu'en pleine terre: cela prend environ deux semaines pour qu'une laitue de Boston se retrouve dans votre saladier. Les légumes-fruits tels que l'aubergine, le poivron, le concombre ou la tomate trouvent aussi leur place sur ce chevalet du jardinier. Même les fraisiers voisinent avec le brocoli et les fines herbes. Qui plus est, on prétend qu'il serait possible de récolter des melons-cantaloups si les fruits tombants pouvaient reposer sur une base. En somme, la plupart des variétés recommandées pour la culture hydroponique conviennent au potager aérien.

La culture aéroponique élimine les inconvénients du jardinage traditionnel. Fini les sarclages, adieu mauvaises herbes et parasites du sol! Nous sommes à l'ère des plantes «paresseuses». «En effet, l'énergie normalement déployée par la plante en terre pour quérir sa nourriture et l'eau nécessaire à son développement, explique Karl F. Ehrlich, est concentrée, grâce à ce système, vers le feuillage et les fruits, puisque les sels minéraux et l'eau sont directement administrés aux racines.» De plus, les mécanismes de défense de la plante sont réduits à leur plus simple expression dans ce milieu de culture protégé. On comprend alors pourquoi le rendement de cette méthode est supérieur à celui de la culture en sol (jusqu'à dix fois plus élevé pour certaines espèces, prétend-on).



Aquarecherche

L'aéroponique, une façon originale de cultiver en hauteur et à la verticale et d'allonger la période de croissance de trois à quatre mois au Québec.

L'aéroponique comme forme de culture hors sol possède quelques atouts de plus que l'hydroponique. D'une part, la culture sur un plan vertical demande une moins grande surface au sol. D'autre part, grâce au support de fibre de verre, elle ne requiert aucun milieu inerte de culture comme la vermiculite.

Placée à l'extérieur, la miniserre portant la marque de commerce C.E.O. Ponics permet d'allonger la période de croissance de trois à quatre mois au Québec. Le protecteur solaire et l'abri de polythène placé sur un support métallique, deux accessoires en option, allongent également la saison de culture en climat chaud et froid. Un stabilisateur protège le panneau contre les vents forts et les bourrasques. Installée à l'intérieur, devant une fenêtre orientée au sud ou encore sous lumière artificielle, l'unité de culture permet le jardinage tout au long de l'année.

Conçu pour le grand public, l'ensemble aéroponique coûte près de 1 000\$ à l'achat. Les coûts d'exploitation comprennent les frais d'électricité pour le chauffe-eau et la pompe. Il faut aussi compter une



vingtaine de dollars par année pour la solution nutritive.

De l'avis d'André Gosselin, directeur du Centre de spécialisation des cultures abritées de l'Université Laval, «ce concept d'hydroculture en hauteur est intéressant et original à première vue. La technologie est très semblable à celle de l'hydroponique, mais le principe de croissance en hauteur constitue un avantage au point de vue de l'espace de culture. Cependant, le produit apparaît plutôt coûteux et semble s'adresser à une clientèle sélecte.»

L'aéroponique va-t-elle néanmoins se tailler une place au soleil et gagner la ferveur des adeptes du jardinage biologique? «Les phénomènes de pollution atmosphérique, les résidus de produits chimiques sur les aliments ou encore les problèmes de l'érosion des sols, croit M. Ehrlich, sont autant de facteurs qui militent en faveur des jardins d'intérieur.»

Roger Riendeau

L'ORDINATEUR... SANS HANDICAP

Adapter les ordinateurs aux handicapés, tel est le but de plusieurs recherches actuellement en cours aux États-Unis, et qui font l'objet de brevets d'invention. Ainsi, la compagnie Words, de Sunnyvale, en Californie, fabrique depuis peu un pointeur optique. Ce dispositif simple permet à certains handicapés d'actionner les touches d'un clavier d'ordinateur en pointant une lumière fixée sur un bandeau qu'ils portent autour de leur tête. Une autre invention est celle qu'utilise le célèbre physicien Stephen Hawking, atteint de la maladie de Lou Gehrig, une maladie dégénérative grave, qui lui a fait perdre l'usage presque total de la parole et de la motricité fine. Lorsque Hawking donne des conférences, sa voix parvient à son auditoire par un synthétiseur de voix, qu'il actionne par de tout petits mouvements de son index.

J.-P. R.

NOUVEAU



LES RELAXATIONS

théories et pratiques de quelques solutions de rechange aux médicaments

Jean-René CHENARD

320 pages, 20 \$

Vous voulez interrompre la ronde des pilules que vous consommez? Vous voulez apprendre à maîtriser les composantes de votre environnement

interne, à défaut de toujours contrôler celles de votre environnement externe?

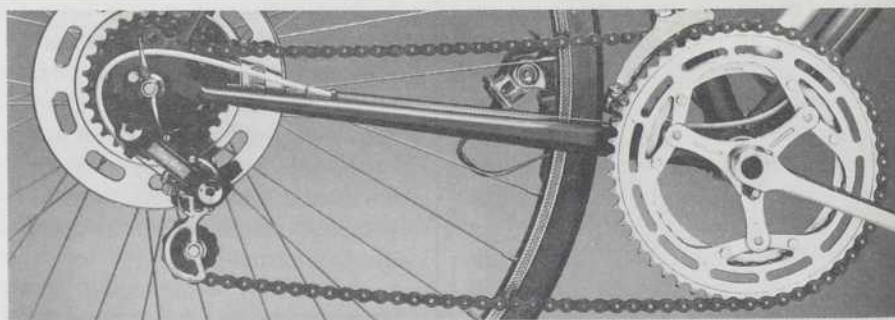
Depuis toujours, la médecine traditionnelle se méfie des apprentissages autonomes, mais doit-on pour autant renoncer à toute pratique visant à partager avec les professionnels la responsabilité de sa santé? Doit-on continuer de consommer ou apprendre?

Voilà le débat. Les relaxations proposent quelques stratégies concrètes d'apprentissage à ceux et celles qui sont attirés par des pratiques autonomes. Sa lecture apportera aussi aux principaux intervenants du domaine de la santé une meilleure compréhension des modèles sous-jacents à ces techniques.

Ce livre est en vente dans les LIBRAIRIES.

Pour les régions non desservies, commander aux:

Presses de l'Université du Québec, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1
Téléphone: 657-3551, poste 2860



BONNE BÉCANE



BONNE FORME

**LA PARTICIPATION,
ÇA PERFECTIONNE!**

PARTICIPATION

Les documents visuels qui accompagnaient les exposés des spécialistes des sciences de la terre, lors du Congrès international sur les sources thermales marines à forte teneur en métaux, montraient bien des nuages de fumée s'élevant de cheminées naturelles reposant sur le fond marin, sous près de deux kilomètres d'eau. Ce phénomène étonnant a été découvert en 1979. Et depuis 1983, il fait l'objet de recherches intensives sur le plan international. Au Canada, l'Institut de recherche en exploration minérale (IREM) s'intéresse à cette drôle de fumée et, surtout, au sous-sol marin d'où elle provient. Organisateur de la réunion qui se déroulait récemment à l'Université McGill, l'IREM regroupe des chercheurs de l'Université McGill, de l'École Polytechnique et de l'Université de Montréal. L'océan Pacifique est loin du Québec, mais l'industrie minière de la province pourrait bien profiter des retombées de ces recherches.

Ces nuages de fumée noire sont en fait de fines particules de sulfures de métaux qui retombent vers le fond après avoir subi le mouvement ascendant de sources thermales. Le phénomène a cependant son origine dans les jeux complexes de glissement, de compression et de tension qui s'exercent entre les immenses plaques rigides qui forment la croûte terrestre. Aux points de rencontre de ces plaques tectoniques, il y a circulation de roches à l'état fluide vers le centre de la Terre et création de nouvelle croûte. Ces interactions provoquent des tensions qui produisent des failles profondes où l'eau peut s'infiltrer.

Or, il y a quelques années, les scientifiques ont constaté que sur la crête médio-océanique, point de rencontre de deux plaques, l'eau froide était aspirée sous la croûte océanique. Les experts pensent que cette eau, en s'infiltrant par de petites fractures, pénètre plus profondément sous la croûte et se réchauffe. Elle entraînerait dans son mouvement des fines particules métalliques arrachées à la

MINÉRALOGIE

DES SOURCES MARINES

roche. Dans ce parcours sous la croûte océanique, les points d'entrée sont beaucoup plus nombreux que les points de sortie, les failles. Il y a donc un processus de concentration.

Lorsque cette eau chaude, à forte teneur en métaux, refait surface par les cheminées formées de dépôts massifs, la rencontre avec l'eau froide provoque la précipitation des sulfures. C'est cette action chimique et la grande concentration de particules qui donnent au spectacle des allures de fumée noire s'élevant du fond océanique. Lentement, du fer, du zinc, du cuivre, de l'argent et de l'or s'accumulent sur le fond marin.

Le phénomène suscite également l'intérêt des biologistes, qui ont repéré autour de ces cheminées des colonies biologiques uniques.

Cette minéralisation hydrothermale du fond marin, les scientifiques l'ont observée à plusieurs endroits, notamment dans la mer Rouge et dans l'Atlantique. Mais, c'est la côte ouest et la pente océanique du Pacifique qui intéressent les chercheurs canadiens. Une première évaluation indique la présence de plus de 100 millions de tonnes de ressources minières de cuivre, de zinc et d'argent,

Colonie biologique de vers tubulaires qui vivent à partir de l'énergie chimique provenant de sources marines à forte teneur en métaux.



R. Hessler, Scripps Institution of Oceanography

dont un gisement ayant un potentiel de 60 millions de tonnes. Sur terre, l'exploitation d'une telle mine serait considérée comme économiquement très intéressante. La région concernée, au large de l'île de Vancouver, fait d'ailleurs l'objet d'un différend frontalier entre le Canada et les États-Unis.

Selon M. Joseph S. Fox, directeur de l'IREM, la mise en valeur d'un tel gisement ne créerait pas de problème technique insurmontable: «En fait, l'élément moteur est le prix des métaux. S'il montait suffisamment, la technologie serait disponible l'année suivante. D'ailleurs, des sociétés allemandes et canadiennes commencent déjà à étudier les problèmes particuliers à ce type d'exploitation.» Le directeur de l'IREM estime que l'épuisement des stocks et la montée des prix ouvriront la porte à l'exploitation de gisements sous-marins dans une quinzaine d'années.

Même si l'intérêt scientifique prime, les travaux de recherche en cours ont également une composante pratique, explique M. Fox: «Nous étudions ces perturbations du fond océanique pour mieux comprendre la formation des gisements miniers continentaux. Et cette découverte semble confirmer la théorie selon laquelle plusieurs de ces dépôts sont le résultat de l'action d'anciennes sources thermales marines. Ils ne sont que plus vieux, de l'ordre de deux à trois milliards d'années, alors que dans les fonds océaniques, le processus date à peine de quelques millions d'années. Plus intéressant, grâce à cette activité minérale sous-marine, nous pouvons observer le processus de formation en action et dégager de cette étude de nouveaux indices qui faciliteront la détection de gisements miniers au Québec.»

Claude de Launière

LE WOODSTOCK DE LA PHYSIQUE

À voir la vague de fans s'engouffrer dans les quatre salles du New York Hilton, s'agglutiner contre les portes, à entendre les grognements des malchanceux refoulés vers les mezzanines où des écrans de télévision avaient été installés à la hâte, à regarder s'agiter tout ce monde criant, gesticulant, s'interpellant, assis, debout sur des chaises, des boîtes ou sur n'importe quoi pouvant acheter une vue, si partielle ou fugace fût-elle, sur ce moment d'histoire que tout le monde attendait, vous vous seriez cru à la dernière partie de la Série mondiale, à l'ouverture des soldes de juillet chez Bloomingdale ou à un concert de Bruce Springsteen. Et quand enfin le pousse-toi-que-je-m'y-mette céda la place à un calme tout relatif, ponctué de chuchotements brefs et de crissements de stylos-feutres, une session spéciale du Congrès annuel de l'American Physical Society s'ouvrit, ce 18 mars 1987, sur ce que les physiciens présents, abandonnant la retenue coutumière du scientifique, qualifièrent de «Woodstock de la physique». Et vraiment, le rayonnement des visages, les regards complices et l'aura de félicité qui planait sur cette assemblée de quelque 5 000 physiciens venus de trois continents pour partager avec leurs collègues du monde l'avalanche de résultats obtenus au cours des semaines et même des jours précédant le congrès ne pouvaient se comparer à rien d'autre qu'à la ferveur qui illumina ce concert légendaire des années 60!

Et pourquoi ce tumulte? La cascade de découvertes dans le domaine de la supraconductivité s'est accélérée à un rythme tel au cours des derniers mois que les journaux de physique étaient débordés et ne réussissaient plus à publier la masse

de résultats qui leur parvenait. Les chercheurs, tout aussi anxieux de connaître les découvertes de leurs collègues que de communiquer les leurs, ont réclamé cette session extraordinaire au cours de laquelle une cinquantaine d'équipes prirent le micro, de 20 heures mercredi soir jusque vers trois heures jeudi matin. Dans cette atmosphère tendue et studieuse, où tableaux, graphiques et explications se succédaient dans un style télégraphique, éclatait de temps à autre un tonnerre d'applaudissements se répercutant dans les mezzanines, où les «moins chanceux» se joignaient, eux aussi, à l'allégresse générale chaque fois qu'une température critique plus élevée était annoncée. Lorsque le docteur Bertram Batlogg, des laboratoires AT&T Bell, sortit de sa poche de veston un ruban de céramique supraconductrice, semblable au toucher à du vinyle, s'écriant d'une voix éraillée par la fatigue et l'émotion: «Je pense qu'en ce jour nos vies ont changé!», l'assemblée explosa en rires et en cris de joie.

Et finalement, lorsque le professeur Zhongxian Zhao, de l'Académie des Sciences de la République populaire de Chine, après avoir présenté les résultats décisifs obtenus par son équipe, exprima la fierté de la communauté scientifique de son pays d'avoir pu apporter cette contribution à la science moderne, l'émotion gagna tout l'auditoire et, pour quelques instants, ce fut le silence, puis, un tremblement de rires, lorsque le professeur Anderson, de la Princeton University, la plus grande autorité en matière de théorie de la supraconductivité, raconta qu'il avait pris connaissance des travaux réalisés en Chine non pas, bien sûr, par les journaux de physique qui étaient sub-

mergés, mais par le *Quotidien du Peuple* auquel un de ses étudiants, chinois, avait accès!

Quels sont ces matériaux miracles qui font courir et s'émouvoir la communauté scientifique du monde entier? Au moment du congrès, au moins huit de ces matériaux avaient été découverts. Ceux qui sont les plus prometteurs, sous forme cristalline, sont des composés d'yttrium, baryum et oxyde de cuivre, ou de lanthanum, baryum et oxyde de cuivre. Ce sont des céramiques qui deviennent supraconductrices à 90 °K ou plus.

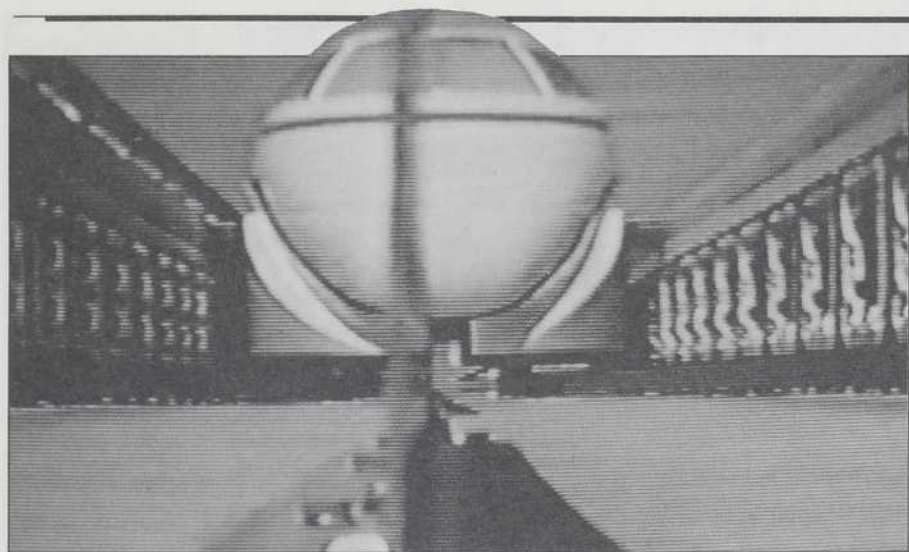
Autre avantage considérable: le procédé de fabrication des céramiques est une technologie très simple, connue depuis longtemps. Si simple, en fait, que selon des chercheurs du Laboratoire national de Los Alamos, au Nouveau-Mexique, vous et moi pourrions en obtenir une fournée à partir d'environ 75\$ de produits chimiques, mélangés suivant «la recette», et d'un four à micro-ondes!

Andrée Tremblay

DES NŒUDS, DES NŒUDS...

Ils fascinent les mathématiciens depuis des siècles; ils alimentent notre frustration: les nœuds. Mais depuis trois ans, ils sont aussi l'objet d'une nouvelle chasse au trésor en mathématiques; depuis qu'un certain Vaughan Jones, de l'Université de Californie à Berkeley, a découvert une nouvelle formule, dite polynomiale. Celle-ci, jointe à d'autres découvertes récentes, permet de voir les nœuds sous un angle tout à fait neuf. Tout cela pourrait n'être que pur plaisir intellectuel, mais en réalité on entrevoit des applications très concrètes à la théorie des nœuds: en biologie moléculaire, elle permettrait de mieux comprendre la géométrie de l'ADN; en chimie, de mieux comprendre comment la structure tridimensionnelle d'une molécule influence son comportement chimique. J.-P. R.

LE BOOM DES SUPRACONDUCTEURS



Graig David / Sygma

Une bombe vient de réchauffer le milieu de la physique des basses températures. Jusqu'à l'année dernière, les meilleurs matériaux supraconducteurs connus ne cessaient d'opposer une résistance au courant électrique qu'à des températures inférieures à 23 kelvins (-250 °C), ce qui demandait un refroidissement (coûteux) à l'hélium liquide. Une série de percées majeures vient de faire éclater cette limite et permet même d'espérer un supraconducteur fonctionnant aux températures ordinaires, ce qui révolutionnerait complètement l'utilisation de l'énergie électrique.

Alex Müller et Georg Bednorz, des laboratoires IBM à Zurich, en Suisse, ont lancé le mouvement en janvier 1986, en découvrant qu'un oxyde particulier, composé de lanthane, baryum, cuivre et oxygène, subissait la transition vers l'état supraconducteur à 30 K. Après la publication de ces résultats en septembre 1986, plusieurs équipes de chercheurs ont exploité le filon. À la mi-février, un groupe de Houston et un autre de l'Université de l'Alabama annonçaient la découverte d'un com-

Les progrès réalisés dans le domaine des supraconducteurs permettront de créer plus facilement les champs magnétiques élevés nécessaires aux trains à sustentation magnétique.

posé, obtenu en remplaçant le lanthane par de l'yttrium, qui devenait supraconducteur à 98 K sous pression ordinaire. On peut ainsi effectuer le refroidissement avec de l'azote liquide (point de liquéfaction: 77 K), qui est facile à obtenir et coûte moins cher que du lait! Plusieurs autres laboratoires sont entrés dans la course et ont déjà reproduit sans difficulté ces résultats. Il a également été question d'un autre composé qui serait supraconducteur à plus de 100 K (-173 °C!). Mais ce résultat provenant de groupes de Houston et de Berkeley n'a pas encore été confirmé.

De plus, ces matériaux produisent des champs magnétiques jamais observés jusqu'à présent. D'après des estimations du National Magnet Laboratory de Cambridge au Massachusetts, il semble que ces champs magnétiques peuvent atteindre de 800 000 à 3 000 000 gauss, alors que

les plus puissants aimants actuellement en usage n'atteignent qu'environ 200 000 gauss.

Ces progrès inespérés pourraient complètement transformer la technologie de l'électricité. Les nouveaux supraconducteurs, plus commodes à utiliser, permettraient de fabriquer des ordinateurs plus rapides, de diminuer la taille des moteurs et de créer facilement les champs magnétiques élevés nécessaires pour les réacteurs à fusion, les trains à sustentation magnétique et les accélérateurs de particules comme le supercollisionneur supraconducteur projeté aux États-Unis. Hydro-Québec y trouverait aussi son compte: il serait possible de diminuer les pertes de puissance de 10% entre la production d'électricité à la centrale électrique et son utilisation par les consommateurs. C'est suffisant pour diminuer le nombre de centrales à construire.

Raynald Pepin

DES OURAGANS PLUS FORTS

(D'après *The New York Times*) Un hypothétique réchauffement de la Terre pendant le prochain demi-siècle pourrait avoir comme conséquence d'engendrer des ouragans de 40 à 50% plus destructeurs. L'effet de serre augmenterait la température des océans. Comme la chaleur des océans «alimente» les ouragans, ces derniers seraient plus forts et plus rapides. Toutefois, de tels calculs reposent sur des éléments incertains. Ni le réchauffement, ni l'effet des océans plus chauds sur la dynamique des tempêtes ne peuvent être établis avec précision.

Il fut un temps où la littérature attirait les très jeunes créateurs: Rimbaud publia ses premiers écrits à l'âge de 16 ans. Plus près de nous, Émile Nelligan composa son œuvre poétique avant d'avoir atteint sa vingtième année.

Les adolescents de la fin du 20^e siècle, eux aussi reflets de leur époque, ont délaissé les vieilles muses pour mettre leurs talents au service de l'informatique. Chez Logidisque, on a accueilli plusieurs jeunes auteurs de logiciels qui, à 15, 16 et 17 ans, avaient mis au point un programme informatique.

Francis Malka, 17 ans, fait partie de cette nouvelle génération pour qui le jeu et l'apprentissage sont passés, entre autres, par l'ordinateur. Il programme comme d'autres se servent des mots, pour exprimer sa vision du monde, sa façon de comprendre les choses. Il a déjà sorti deux logiciels pédagogiques: chez Logidisque: *Géographie du Canada* et *Géographie de France*. «J'aimais la géographie et j'adorais dessiner des cartes», explique-t-il. Il achève actuellement la programmation d'un système de traitement de texte, travail autrement plus complexe qui, d'après M. Roger Desroches, de Logidisque, monopolise habituellement toute une équipe d'informaticiens expérimentés.

«Au début, je le faisais pour m'amuser. Puis, ça a pris de plus en plus de place dans ma vie, déclare Francis. Mais cela m'étonnerait que j'en fasse une carrière. Je change tellement vite. Peut-être que dans deux ans je ne toucherai plus à ça.»

Il veut faire autre chose. Un jeune mordu de l'ordinateur ne passe donc pas toute sa vie devant son clavier? Pas Francis en tout cas. En vérité, il aime bien troquer le clavier de l'ordinateur pour celui du piano. La musique est d'ailleurs apparue dans sa vie bien avant l'informatique, puisqu'il a étudié le violon alto pendant 11 ans, dont cinq ans au Conservatoire de musique de Montréal, et qu'il fut membre non seulement de l'orchestre symphonique du Conservatoire, mais aussi de celui d'Anjou.

UN JEUNE HOMME-ORCHESTRE



D'un clavier à l'autre, Francis Malka n'est nullement menacé par l'ennui.

S'il préfère maintenant le piano, c'est qu'il lui permet de composer plus facilement. «J'aime la musique de mon temps, dit-il. Je veux partir un groupe rock. Actuellement, je compose, je chante et je joue du piano. Je fais ça pour le plaisir, mais j'aimerais produire un disque.»

Ainsi, son existence se déroule entre deux claviers? Pas vraiment, car le jeune homme aime aussi aller au cinéma, faire du sport. «Le cinéma est important pour moi, dit-il. Par contre, je ne regarde jamais la télé. Je trouve ça passif. On se fait remplir comme des cruches. Le cinéma est social, on y va entre amis.»

Ses amis, il semble leur accorder une grande place. Ils sont partout présents à ses côtés: devant l'ordinateur, autour du piano, au cinéma, à l'école et sur les pentes de ski.

Actif, Francis Malka l'est bien évidemment. C'est aussi un garçon enjoué, spontané et déterminé. Entre

deux occupations, il fréquente le Cégep du Bois-de-Boulogne où il est inscrit en sciences pures. «Je me suis inscrit en sciences pures par formalité, parce que c'est polyvalent. Comme la plupart de mes collègues, je ne sais pas encore ce que je veux faire plus tard», avoue-t-il.

Le jeune cégépien tient cependant à expliquer que, s'il adore les mathématiques, il déteste par contre les cours. Il n'apprécie pas les méthodes pédagogiques utilisées par les professeurs. Cela le contrarie tellement qu'il décide d'apprendre seul. L'an dernier, il s'est procuré les manuels de maths qu'il aurait à apprendre au cégep et les a lus et assimilés de la première à la dernière page. «Je suis un autodidacte. Je n'aime pas les choses trop planifiées. Aller à l'école, j'ai fait ça toute ma vie. J'ai hâte de passer à autre chose», conclut-il doctement.

Marie Quinty

DEVINETTE

Qu'est-ce qui est puissant, qui a la taille d'un classeur, est monté sur roulettes,



discret et même esthétique? Peu d'informaticiens penseront qu'il s'agit d'un mini-ordinateur. Ce sont pourtant les caractéristiques du dernier-né de Control Data, le Cyber 930, qui est aussi facile d'utilisation et coûte moins de 100 000\$.
 INFO.: Marc-André Paré
 (514) 284-7476

L'UNIVERSITÉ CHEZ SOI

L'Université Harvard a lancé dernièrement le projet Calculus. Il s'agit d'une expérience d'enseignement à distance d'un genre nouveau. Chaque étudiant suivra les cours d'où il veut, de chez lui, d'une école, d'un bureau... Il disposera d'un ordinateur compatible PC et d'un modem spécial qui permet la retransmission simultanée de la voix et des données. L'écran servira de tableau pendant que le professeur donnera son cours. Les étudiants en difficulté pourront aussi faire appel au professeur en dehors des cours afin de recevoir des compléments d'information.

INFO.: University Tech-Tel Corp.
 4720 Montgomery Ln.
 Suite 1100, Bethesda
 MD 20814
 Tél.: (301) 652-0871

TOUJOURS PLUS VITE!

Les micro-ordinateurs n'auront bientôt plus rien à envier aux mini-ordinateurs 500 fois plus coûteux. De mois en mois, en effet, les fabricants de microprocesseurs annoncent de nouvelles performances atteintes par leurs produits. Vers la mi-mars Hewlett-Packard déclarait qu'elle avait mis au point un microprocesseur capable d'exécuter 15 millions d'instructions par seconde. Quelques jours plus tard cependant, la compagnie Advanced Micro Devices présentait une puce pouvant accomplir 17 millions d'opérations du même genre en une seconde, ce qui correspond à la vitesse de gros ordinateurs de la série 3090 d'IBM.

LE DISQUE EST LANCÉ

Le marché du disque optique utilisé comme moyen de stocker les données d'ordinateur devrait passer de 400 millions de dollars cette année à 2 milliards de dollars en 1992. Tel est le résultat d'une étude que vient de publier la firme de consultants américaine International Resource Development Inc. Le disque optique devrait très rapidement remplacer le microfilm comme méthode d'archivage des entreprises. Dans la même étude, on fait remarquer qu'aucun fabricant d'ordinateurs aux États-Unis n'est encore engagé dans ce marché, plutôt concentré entre les mains des fabricants de films et d'appareils photographiques, comme Bell & Howell ou Kodak, qui ont suivi de près l'évolution des technologies dans ce domaine. On s'attend donc à une concurrence rapide et puissante des Japonais.

UN IBM BREVETÉ POUR VRAI

La compagnie IBM a obtenu plus de 100 brevets pour son nouvel ordinateur Personal System 2, présenté au public il y a quelques semaines, et elle est bien décidée à poursuivre jusqu'au bout tous les contrevenants. Les compagnies Compaq et Tandy ont cependant déjà annoncé qu'elles réussissent à contourner ces brevets pour arriver à sortir, de façon tout à fait légale, leur propre micro-ordinateur compatible avec le System 2.

APRÈS LE PC, LE PS

Début avril, IBM dévoilait à New York le Personal System/2, une toute nouvelle série de micro-ordinateurs. Chacun des modèles présentés a d'excellentes capacités graphiques (256 couleurs simultanément), moins d'accessoires que le PC, des unités de disquettes de 3,5 pouces et il fonctionne à partir d'un nouveau système d'exploitation mis au point par la compagnie Microsoft. Le Personal System/2 peut utiliser les logiciels du PC, mais le contraire est impossible.

IBM a présenté le modèle 30, avec un processeur Intel 8086 sous deux configurations possibles, le modèle 50 ainsi que deux versions du modèle 60 qui utilisent le Intel 80286 et le modèle 80 qui est basé sur un microprocesseur Intel 80386. Le modèle 30, prévu pour remplacer le PC, serait 2,5 fois plus rapide que le PC-XT. Le modèle 50 est assez compact pour pouvoir tenir dans un tiroir de bureau. Il est deux fois plus rapide que le PC-AT. Le modèle 80 est le plus puissant des PS/2, avec 3,5 fois la vitesse d'un PC-AT. Ce serait un excellent appareil multitâches.

La plupart des fabricants de logiciels ont annoncé qu'ils auraient une version PS/2 de leurs best-sellers au cours des prochains mois.

UN ORDINATEUR POUR L'ÉDUCATION

Steve Jobs, l'un des créateurs de l'Apple II, qui avait quitté Apple pour former sa propre compagnie, NeXT Inc., a décidé d'offrir aux étudiants mieux qu'un Macintosh, un micro-ordinateur mieux adapté à leurs propres besoins. Cet appareil, qui coûtera entre 3 000 et 5 000\$, sera 10 à 20 fois plus rapide que les micro-ordinateurs actuels et il pourra produire des graphiques, de l'animation et de la simulation à un niveau jamais atteint jusqu'à présent. Selon l'un des directeurs de la compagnie, cet appareil qui sortira au début de 1988 devrait révolutionner le monde de l'éducation.

François Picard

On peut écrire à l'auteur de cette chronique ou laisser un message par courrier électronique sur Infopuc (INFOPUC) ou CompuServe (ID 72135, 1410).

NUCLÉAIRE

DES REBUTS POUR LES TEMPS FUTURS

LOUISE DESAUTELS



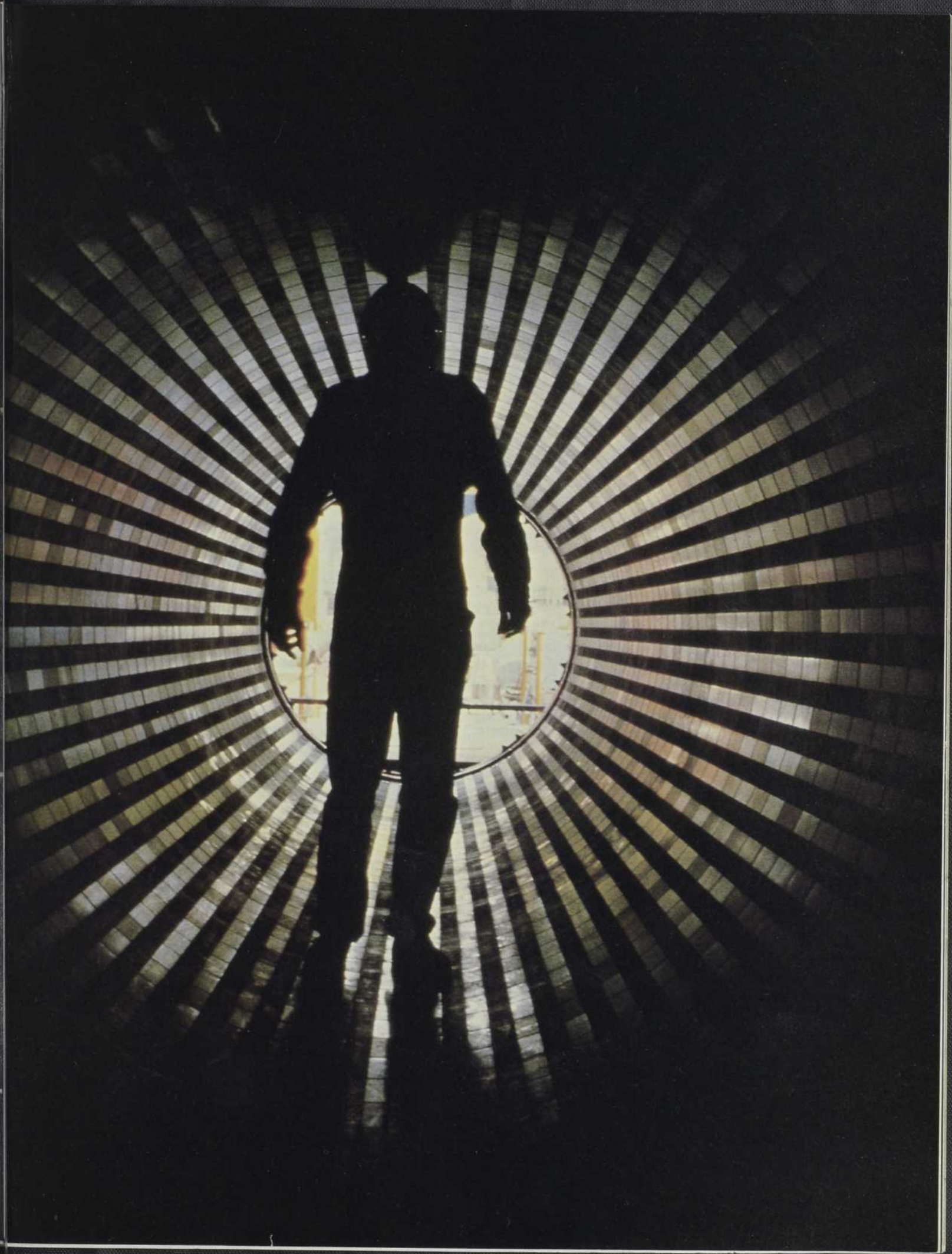
Les paniers contenant les grappes radioactives sont empilés au fond de la piscine avant le transfert dans les silos.

Comment ne pas léguer aux générations à venir les déchets radioactifs de l'industrie nucléaire? Un problème bien encombrant en mal de solution

Dommage que le matin du septième jour, Dieu ne fit pas un effort supplémentaire avant le repos mérité. Juste le temps d'une ultime création, après le ciel, la terre, l'eau et la vie: un vaste dépotoir, isolé des gens comme des bêtes. Dans ce lieu, qui fait cruellement défaut quelques millénaires plus tard, le monde moderne pourrait entreposer sans crainte ses déchets dangereux. Mais peut-être le Tout-Puissant n'estima-t-il pas que cela était bon! Et, présomptueux comme toujours, l'être humain a cru pouvoir aisément combler la divine lacune...

Impossible d'y échapper: l'énergie nucléaire engendre inévitablement des déchets radioactifs. «Mais il sera bientôt facile de s'en débarrasser à jamais», ont soutenu les promoteurs de centrales thermonucléaires dans les années 60. On croyait alors qu'il suffisait d'un bon budget de recherche et d'une poignée de scientifiques bien outillés pour trouver la technique. Déjà, on privilégiait une solution: enfermer le matériel hautement radioactif dans des contenants hermétiques avant de l'enfouir profondément dans le sol. Et l'oublier là pour des siècles et des siècles...

E
S
mir
re?
pas
uste
erre.
tume
l'ain
rrait
être
pre-
vour
ndre
rait
mo-
On
e et
er il
er le
nétic-
bles
cas



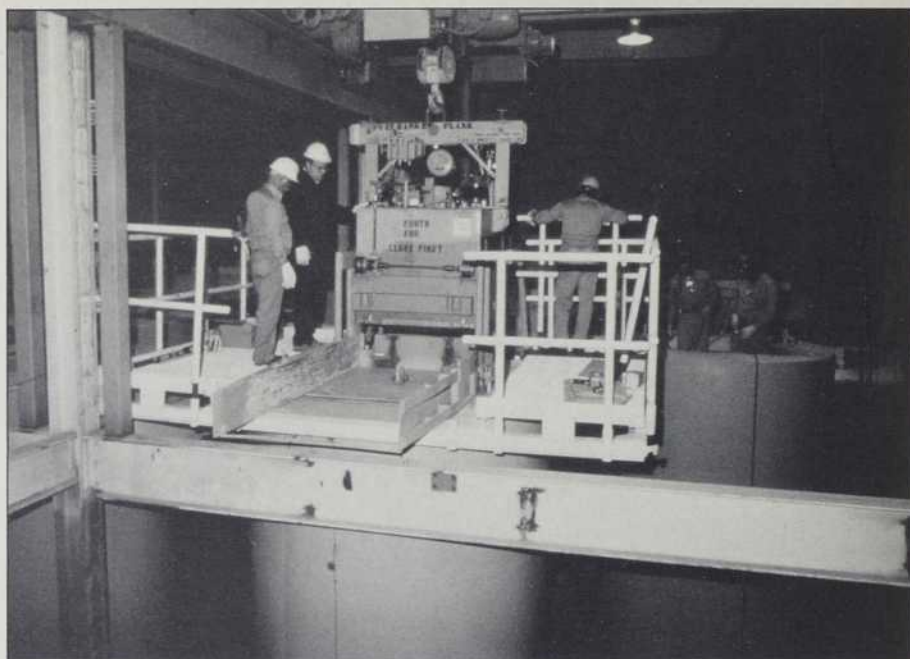
Vingt-cinq ans plus tard, pas une seule petite parcelle de déchet n'a trouvé son tombeau éternel dans quelque pays que ce soit. Pas d'évacuation définitive au Canada, bien que chaque année la société d'État Énergie nucléaire du Canada Limitée (EACL), fournisseur de technologie nucléaire, investisse 30 millions de dollars en recherche sur l'enfouissement. Pas de solution non plus aux États-Unis, ni en France, où pourtant 65% de l'électricité est produite grâce à la fission du noyau de l'atome.

Autour du monde, les sous-produits dangereux de l'énergie nucléaire se retrouvent donc isolés dans des piscines, aussi longtemps que les centrales restent en activité. Mais depuis peu, plusieurs centrales ont atteint l'âge de la retraite et le problème reprend de l'actualité. D'autant plus que leurs réacteurs hors d'usage viennent grossir le lot annuel des rejets fortement radioactifs. Au Canada, Gentilly 1 et Douglas Point (Ontario) ont été fermées. Leurs déchets? Provisoirement entreposés à sec dans des silos sur leur site respectif et gardés sous surveillance. Une surveillance qui ne pourra bien sûr s'étendre sur les 100 000 années durant lesquelles la matière irradiée reste potentiellement mortelle pour qui l'absorbe.

Le Canada compte actuellement sept centrales nucléaires en activité. Seulement deux se trouvent à l'est des Grands Lacs: Gentilly 2, au Québec, et Point Lepreau, au Nouveau-Brunswick. Les cinq autres, sont installées en Ontario, abritent 14 réacteurs, produisent 40% de l'électricité provinciale et... 90% des déchets hautement radioactifs du pays.

POUDRE DE PERLIMPINPIN

À première vue, une centrale nucléaire ne se distingue pas tellement d'une centrale qui emploie le charbon comme combustible. Dans les deux cas, on chauffe de l'eau, dont la vapeur sous pression fera tourner une turbine. Le mouvement entraîne l'alternateur qui produit l'électricité.



Transfert d'un panier dans un conteneur d'entreposage à sec (silo), à l'aide d'un château de transfert.

La différence réside donc dans l'origine de cette chaleur.

Quelque 26 pays utilisent aujourd'hui le nucléaire comme source d'énergie à la fois très puissante et peu coûteuse. Avec le système Candu, conçu et utilisé au Canada, l'uranium naturel sert de combustible. Après un séjour de 18 mois dans le cœur du réacteur, où les noyaux de ses atomes éclatent à la queue leu leu jusqu'à produire une énergie continue, la poudre d'oxyde d'uranium doit être retirée: sa structure atomique modifiée en fait un ensemble de nouveaux produits de moins en moins aptes à la réaction en chaîne. Ce combustible épuisé ne peut pourtant pas être simplement évacué, puisque certains de ses éléments émettront encore des radiations puissantes dans 10, 1 000 et parfois 100 000 ans. Le stock de poudre inutile représente la principale source de déchets fortement radioactifs. Le pays en compte actuellement une dizaine de milliers de tonnes, temporairement stockées près des centrales.

Lorsqu'il arrive à l'usine nucléaire, l'uranium est enfermé dans des capsules glissées à l'intérieur de petits cylindres de métal. Réunis en une grappe qui a, curieusement, la gros-

seur d'une bûche, ces cylindres sont introduits et retirés du réacteur par un bras téléguidé. Avant leur séjour dans le réacteur, les cylindres sont faiblement radioactifs et on peut sans grand danger les prendre dans la main. Mais au bout d'un an et demi, un seul cylindre émet, outre une chaleur intense, un rayonnement qui suffirait à tuer sur le champ un être humain. Cinq cents ans plus tard, on peut à nouveau le manipuler, mais inhaler ou avaler une partie de son contenu serait toujours mortel. Des machines se chargent donc de le plonger sous quelques mètres d'eau, dans des piscines aux parois de béton. L'eau qui y circule assure un premier refroidissement et constitue une barrière suffisante pour bloquer les radiations. Ces bassins sont construits pour garder les capsules d'uranium pendant 20 à 30 ans, l'intention des concepteurs étant de transporter ensuite le combustible dans un site permanent.

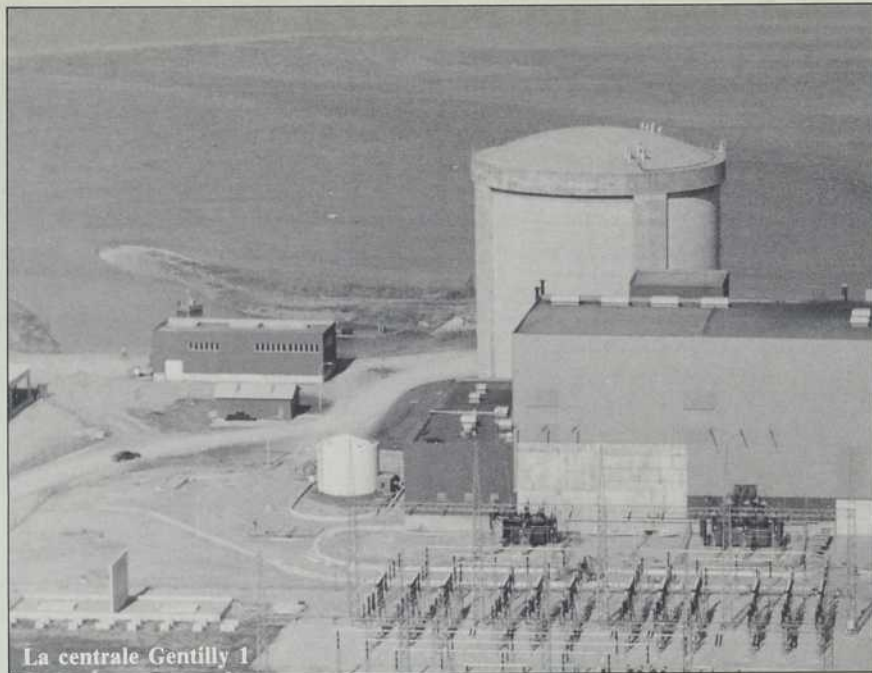
HORS DE LA VUE

Aux quatre coins du monde, on a avancé plusieurs solutions pour se débarrasser de façon définitive de ce tracas radioactif. Enfouir les déchets

En 1970, la première centrale nucléaire établie au Québec a commencé à fonctionner à plein rendement. Propriété de la société d'État Énergie Atomique du Canada Limitée, Gentilly 1 avait été conçue pour expérimenter à l'échelle commerciale une variante du système Candu. Aujourd'hui, bien que son réacteur se soit définitivement éteint, on «expérimente» toujours à Gentilly 1: au printemps 1986, cette centrale est devenue la première du Canada — et peu s'en faut du monde — où l'on ait terminé toutes les opérations de «mise au rancart»; c'est également le seul endroit où l'on se soit servi de silo de béton pour l'entreposage à sec de combustible irradié. Après avoir ainsi appris à piéger la radioactivité, éprouvé ses modèles, raffiné ses techniques, EAACL possède une expertise qu'il peut maintenant appliquer aux autres centrales à condamner. On s'affaire déjà sur celle de Douglas Point, en Ontario.

Lorsque les administrateurs décident d'interrompre les activités d'une centrale, ils ne peuvent simplement abandonner les lieux. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), dont le siège est à Vienne, a établi trois niveaux de déclasserement d'une centrale nucléaire entre lesquels on doit choisir. Les deux premières options sont temporaires: elles repoussent d'un siècle la nécessité d'évacuer de façon définitive les déchets nucléaires. En attendant, il subsiste de la matière radioactive sur le site de la centrale. Avec la première solution, métal, béton, filtre irradiés (et parfois même combustible épuisé) restent en place dans la centrale, mais on prévient toute fuite radioactive vers l'extérieur. Il est donc impossible de circuler sans combinaison spéciale à l'intérieur et la surveillance est maintenue. Dans le deuxième scénario, tous les déchets radioactifs sont enfermés dans l'enceinte du réacteur. Les autres bâtiments sont totalement décontaminés par sablage des surfaces, filtration des gaz, prélèvement des matériaux contaminés. On peut y circuler sans danger.

L'idéal réside bien sûr dans la troisième option. Celle qui permettrait — pour reprendre une image évoquée par un porte-parole d'Hydro-Québec — d'installer des tables à pique-nique sur le site remis à neuf! Les Américains la nomment *green grass stage*. Il s'agit de démanteler complètement la centrale dès l'arrêt du réacteur: tout gaz, liquide, pièce d'équipement ou



La centrale Gentilly 1

EAACL

d'entretien, toute poussière issue du sablage, bref toute matière est classée selon sa radioactivité et dirigée vers les sites d'enfouissement adéquats. Il est facile de déceler ici l'aberration: pour les déchets hautement radioactifs, il n'existe toujours pas de dépotoir. L'an dernier, les administrateurs de la centrale américaine de Shippingport ont fait face à ce problème. Ils ont finalement résolu de transporter par bateau le réacteur et son combustible jusqu'à une autre centrale où la surveillance est assurée.

À Gentilly 1, de l'avis de Fernand Paré, directeur des projets aux bureaux québécois d'EAACL, «il n'était pas nécessaire de se rendre au *green grass*, puisque le site garde sa vocation nucléaire avec Gentilly 2». EAACL a donc opté pour un stade intermédiaire entre l'option 1 et 2 de l'AIEA. Toute l'opération a demandé deux ans de travail et coûté 26 millions de dollars.

L'année 1984 a été consacrée à la planification de l'opération: inventaire des zones radioactives, évaluation de la condition des systèmes, établissement d'un calendrier. Comme la centrale n'a fonctionné à plein rendement que 183 jours, aucune mauvaise surprise n'attendait les gens d'EAACL. Moins chanceux, les responsables du démantèlement à la centrale américaine de Shippingport ont découvert presque au même moment du béton très dégradé et des pièces du système caloporteur rendues plus radioactives que prévu.

Puis, à Gentilly 1, a suivi l'étape du grand ménage: nettoyage, balayage, sablage, parfois même concassage. L'ob-

jectif précis: rendre certaines parties des bâtiments complètement libres de radiations, avant de céder ces espaces à Hydro-Québec. Les locaux remis à neuf servent actuellement d'école, où l'on forme les experts québécois en électro-nucléaire.

Le combustible a été retiré de la piscine où il était jusqu'alors maintenu, afin de l'isoler et de le refroidir. Les 3 000 grappes ont été introduites dans des paniers d'acier que l'on pourra ensuite transporter vers un éventuel site d'enfouissement. Finalement, ces paniers sont entreposés dans des silos de béton et laissés dans le bâtiment de la turbine. À Douglas Point, en Ontario, les silos seront plutôt installés à l'extérieur et contiendront 23 000 grappes.

Cet «ensilage» est une première au Canada. Le système, mis au point à Whiteshell, a cependant un équivalent américain. Au début des années 80, on a ainsi entreposé du combustible épuisé pour refroidissement passif sur le site d'une centrale. Des citoyens se sont alors rebiffés contre cette pratique, soulignant surtout que cela maintenait un danger potentiel sur les lieux de la centrale, même après sa fermeture, alors que la population estimait avoir déjà supporté un grand risque en tolérant cette centrale. À Gentilly, par contre, les oppositions ont été rares. Puisqu'elle permet d'éviter un transport de matières dangereuses, en attendant une solution de stockage définitif, la méthode indispose peu.

dans les glaces polaires? À condition qu'ils ne les fassent pas fondre. Les lancer dans un vaisseau spatial? Mais la perspective d'un décollage à la Challenger a condamné l'idée. Les diluer dans la mer comme le Royaume-Uni l'a déjà fait avec ses produits faiblement radioactifs? Il en a été question, mais cette méthode a vite été décriée par la communauté internationale. Aux États-Unis, on a même travaillé sur un projet où des réservoirs en forme de cône, remplis de déchets, seraient balancés dans l'océan; ils s'enfonceraient d'environ 30 mètres dans le fond marin, selon les calculs... qui ne fixent cependant pas le moment où le métal corrodé laissera échapper son contenu.

La solution officiellement privilégiée par beaucoup de pays reste l'enfouissement dans des formations rocheuses stables, situées à quelques centaines de mètres dans le sol. Dans l'étude de cette option, le Canada se situe dans le peloton de tête avec son laboratoire souterrain, construit au sud-est du Manitoba. Au moment où, aux États-Unis et en France, on cherchait le site idéal d'enfouissement, EACL a opté pour une autre stratégie. «C'est le seul cas au monde où on a choisi de séparer la sélection du site définitif et la mise au point de la technologie», observe avec fierté Egon Frech, directeur des relations publiques aux installations manitobaines d'EACL. Dans un premier temps, on effectue donc l'expérimentation concrète, mais sans utiliser de déchets nucléaires, sur un site qui ne sera pas forcément sélectionné comme lieu d'enfouissement... ce qui inquiète moins la population locale. Ensuite, si le modèle fait ses preuves, on recherchera et on désignera un site de stockage permanent. La ruse désamorçait les oppositions du milieu, évitant d'autres épisodes comme celui de Madoc, un village ontarien où, en 1977, EACL comptait mettre au point sa méthode d'enfouissement. «S'il n'y a aucun danger, allez enterrer vos déchets sous la colline du parlement», avait été la réponse ferme des citoyens!

Depuis 1986, on effectue des expériences dans le laboratoire sou-

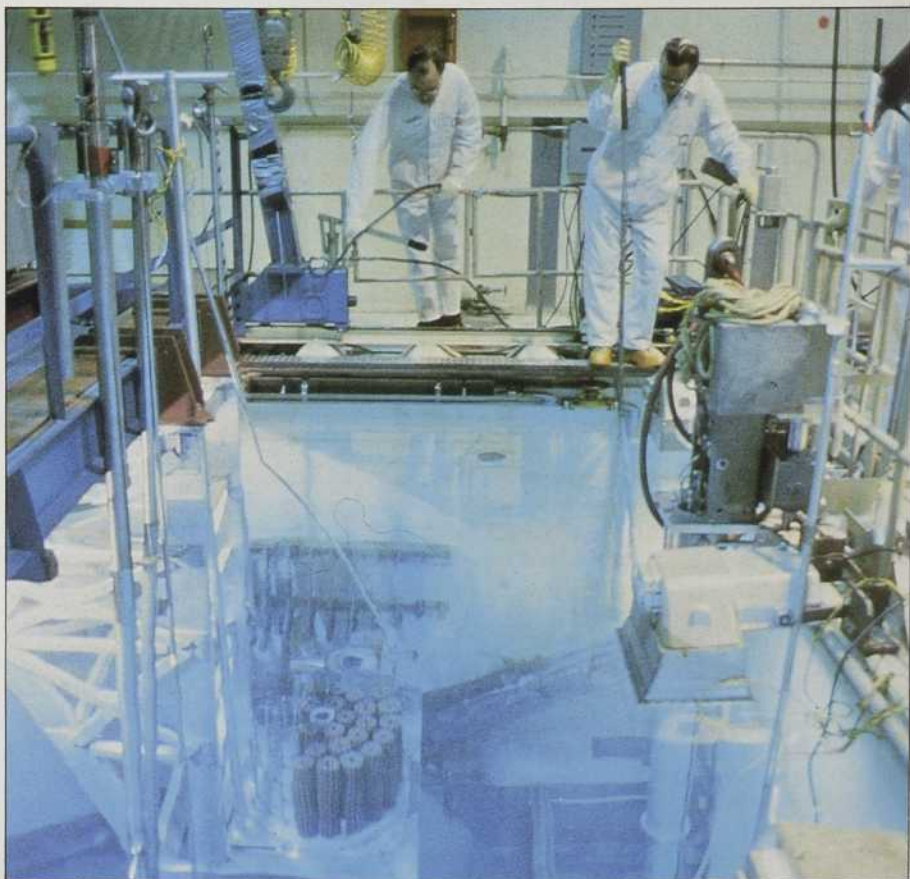
terrain du lac du Bonnet. On y investit chaque année 30 millions de dollars — jusqu'ici fournis par le gouvernement fédéral, qui a cependant annoncé cette année son intention de solliciter une partie du financement auprès des provinces productrices de déchets. Le but des recherches sous terre: recueillir des données géologiques et éprouver les modèles de prévision. L'hypothèse qu'on cherche à appuyer sur des éléments concrets est la sécurité, pour plusieurs millénaires, de l'entreposage dans des voûtes hermétiques, creusées à plus de 500 mètres de profondeur dans les roches plutoniques du Bouclier canadien. Ces formations rocheuses, écrit EACL, «remontent à 1,6-2,6 milliards d'années. La majeure partie d'entre elles sont demeurées stables depuis leur origine, bien que légèrement perturbées par certains facteurs tels que la glaciation». Aux installations du lac du Bonnet, on évalue donc les réactions thermiques, mécaniques et hydrologiques de la roche

sous l'effet d'une excavation et d'un entreposage de produits, en simulant cette source de chaleur et de radiations. On met aussi au point les matériaux de remblayage chargés d'isoler les déchets pour des siècles. Enfin, on prête beaucoup d'attention à l'écoulement des eaux souterraines.

SCIENCE-FISSION

Avec l'option de l'enfouissement, il faut éviter à tout prix que les matériaux radioactifs ne soient un jour remis en contact avec la biosphère. Cette éventualité peut se produire de deux manières: soit que les déchets se trouvent un jour exhumés, soit que l'eau souterraine s'y infiltre et revienne se mêler à l'eau de surface que consomment plantes ou animaux.

Le premier cas semble assez improbable à notre esprit habitué à penser en terme d'années ou de décennies. Mais voilà, avec les déchets hautement radioactifs, il faut prévoir des scénarios aussi lointains dans le



Transfert des grappes sous l'eau et à distance, dans les paniers à combustible.



L'excavation du laboratoire souterrain du lac du Bonnet, où EACL effectue des essais d'enfouissement dans le roc.



Le site des installations de surface avec le schéma du puits et des paliers d'expérimentation à 240 et 440 mètres.

futur que l'est l'apparition de l'homme de Néandertal dans le passé. Un bouleversement géologique ou l'exploitation de la roche, pour une raison qui nous échappe aujourd'hui, sont à envisager. Si farfelu que cela puisse paraître, des anthropologues américains se sont, par exemple, penchés sur une façon de signifier aux générations de l'an 9 722 ou 33 873 qu'il ne faut pas creuser à tel ou tel endroit! Clôtures et avis écrits sont bien entendu exclus... À l'emplacement des déchets, le Département de l'Énergie des États-Unis pense installer une petite pyramide où serait gravé un avertissement en symboles réputés universels. Un anthropologue de l'Université d'Indiana suggère en plus un système de « prière atomique », qui serait mémorisée et transmise de génération en génération...

Beaucoup plus près de nous dans le temps et dans la logique, le danger d'un contact avec l'eau souterraine préoccupe tout le monde. EACL cherche les matériaux les plus résistants à la corrosion et aux radiations pour ses contenants, se penche sur la meilleure façon de sceller les ouver-

tures pratiquées dans la roche, établit un protocole pour repérer la formation rocheuse la moins fissurée et la plus stable. Mais Gordon Edwards, mathématicien montréalais, président du Regroupement pour la surveillance du nucléaire et critique écouté, reste sceptique: « L'enfouissement est une alternative intéressante, mais il reste à en démontrer la faisabilité technique et à évaluer son potentiel dangereux. Peut-on parler de roches stables lorsqu'on les perturbe en creusant? À première vue, on trace la voie à l'eau pour qu'elle s'infiltre et aux radiations pour qu'elles s'échappent. »

Ce qui inquiète surtout M. Edwards et les autres contestataires du programme fédéral, c'est le fait que EACL conduise lui-même les études. Cette situation place, selon eux, la société d'État en conflit d'intérêt. « EACL, estime M. Edwards, ne peut tout simplement pas se permettre de conclure à l'impossibilité d'enfouir en toute sécurité! Dire qu'il n'existe pas de solution à l'accumulation des déchets nucléaires impliquerait qu'on arrête d'en produire avec les centra-

les, et cela détruirait tous leurs espoirs de vendre de nouveaux réacteurs. Leur propre verdict les condamnerait à fermer boutique. »

Les arguments de M. Edwards risquent d'ailleurs d'être repris lors de l'annonce du choix d'un site, prévue vers 1990. « Je ne suis pas convaincu, lance Norman Rubin, responsable du secteur nucléaire de Energy Probe à Toronto, que la population accordera automatiquement toute sa confiance à un projet indépendant. Mais si la recherche est menée par EACL, l'opposition sera phénoménale, ça j'en suis sûr! »

Cette annonce surviendra deux ans après le dépôt des conclusions d'EACL. « Déjà toutes les études que nous avons menées nous indiquent que nous sommes sur la bonne voie », confie Egon Frech d'EACL. À moins d'une grosse surprise, nous allons recommander l'enfouissement des déchets. » Les sites privilégiés devraient alors être situés dans le nord de l'Ontario, puisque c'est cette province qui est aux prises avec le plus de combustible épuisé, bien que le modèle puisse s'appliquer à toute

formation cristalline, y compris celles du sud du pays. «Mais il n'est pas dit que cette province voudra des déchets de Gentilly 1 et 2», glisse M. Frech. «Ni même que notre combustible passe sur leurs routes», renchérit Gordon Edwards, du Regroupement pour la surveillance nucléaire.

En effet, l'attitude du Québec lui-même va déjà dans ce sens. Au ministère de l'Environnement, on reprend pour l'Ontario les mêmes arguments que ceux qui avaient été avancés pour le Vermont, au moment où les États-Unis avaient sur leur liste de sites d'enfouissement potentiels une région attenante aux Cantons de l'Est. «Notre position est simple à tenir, expose Jean Roy, chargé du dossier au Menviq. Nous ne voulons pas de site d'enfouissement sur notre territoire, ni à moins de 40 kilomètres de nos frontières ou d'un bassin de drainage.»

Que faire alors du combustible radioactif de Gentilly? M. Roy ne voit pas de problème pour les prochaines décennies à cause des piscines et des silos d'entreposage à sec (voir encadré). «Je ne pense pas que l'on ait à exercer une surveillance pendant 100 000 ans, assure-t-il. J'ai foi en une solution future, genre recyclage.» Pourtant, cette solution ne semble pas encore se dessiner. Pour l'instant, le retraitement constitue le seul recyclage possible et il ne réduit ni le volume ni le danger des déchets.

RECYCLER

Au Canada, on n'a jamais retraité le combustible comme on le fait en France. Cette opération consiste à extraire le plutonium contenu dans l'uranium irradié. Certains systèmes électro-nucléaires peuvent fonctionner avec ce plutonium... de même que les armes atomiques. Pour cette dernière raison et aussi parce que le procédé exige un transport de matière dangereuses et plusieurs manipulations, les opposants sont nombreux. À l'époque où la filière nucléaire semblait prometteuse au pays, on a envisagé le retraitement du combustible. Mais vu l'existence de



Décontamination de la piscine afin d'éliminer toute trace de radiation.

nombreuses mines d'uranium au Canada et la faible croissance des centrales, on repousse maintenant cette éventualité. «On ne croit pas avoir besoin de retraiter avant environ 70 ans», soutient M. Frech. Il soutient que EACL emplira donc une première voûte avec du combustible directement issu des réacteurs, chaque voûte d'environ 1 kilomètre pouvant abriter, au rythme actuel, la production canadienne de 50 ans. Les déchets venus d'une usine de retraitement se présentent sous forme liquide et doivent pas conséquemment être vitrifiés. EACL a abandonné ses études sur le sujet depuis septembre 1985. Quant à stabiliser les déchets radioactifs, c'est un autre cul-de-sac, puisque ce procédé requiert une source activée pour son bombardement... et donc encore plus de combustible irradié!

Si le recyclage du combustible n'apporte aucune solution, que les glaces polaires, l'espace et la mer ne sont d'aucun secours; si le type d'enfouissement proposé par EACL semble peu souhaitable au gouvernement québécois, au Regroupement pour une surveillance du nucléaire, à Energy Probe et que même Egon Frech laisse voir son scepticisme quant à l'acceptation d'un site par la

population; bref, si les options se font rares et que le flottement persiste, c'est tout le nucléaire qui est remis en question.

Trouverions-nous une solution de rechange, comme le souhaite Daniel Granger, des services environnementaux à Hydro-Québec, la recette pour remplacer la fission nucléaire par la fusion nucléaire qui produit électricité et atomes stables, qu'il nous faudrait quand même assurer la gestion des déchets jusqu'à accumulés. À côté des raisons économiques qui incitent encore — malgré quelques désenchantements — à développer l'industrie nucléaire, les risques environnementaux sont considérés de plus en plus sérieusement. L'affirmation de Gene Rochlin, de l'Institut Berkeley, publiée dans *La Recherche* en 1981, est ressentie avec davantage d'acuité. Les décisions quant au développement de l'énergie nucléaire ne peuvent être prises, disait-il, «que sur la base d'une foi sociale, foi dans les scientifiques, dans les ingénieurs et dans les modèles mathématiques et foi dans le fait que les gouvernements et les industries ne choisiront pas une option de stockage à la seule fin de se débarrasser rapidement des déchets dans le sous-sol». □

ENFIN! UNE FOIRE DE TECHNOLOGIES À LA MESURE DE VOTRE INDUSTRIE

Venez y exposer vos technologies à des acheteurs de plus de vingt pays. Profitez de l'occasion pour vendre vos brevets, pour conclure des ententes de fabrication sous licence ou pour étendre votre réseau de distribution.

Transtech International 87, c'est une autre manière de faire des affaires. A la mesure de votre capacité et des marchés auxquels vous avez accès.
Du 25 au 29 novembre, au Palais des Congrès de Montréal.

Reservations:
 Tél. (514) 340-4266
 Téléc. 05826852



TRANSTECH INTERNATIONAL 87

Attention!

N'OUBLIEZ PAS
 la chronique de

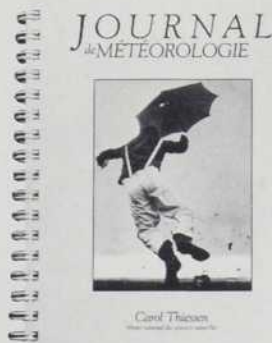
QUÉBEC SCIENCE

sur les ondes de
CKAC
 et ses stations
 affiliées,
 tous les mardis à
 17 h 40

Nouveauté du Musée national des sciences naturelles

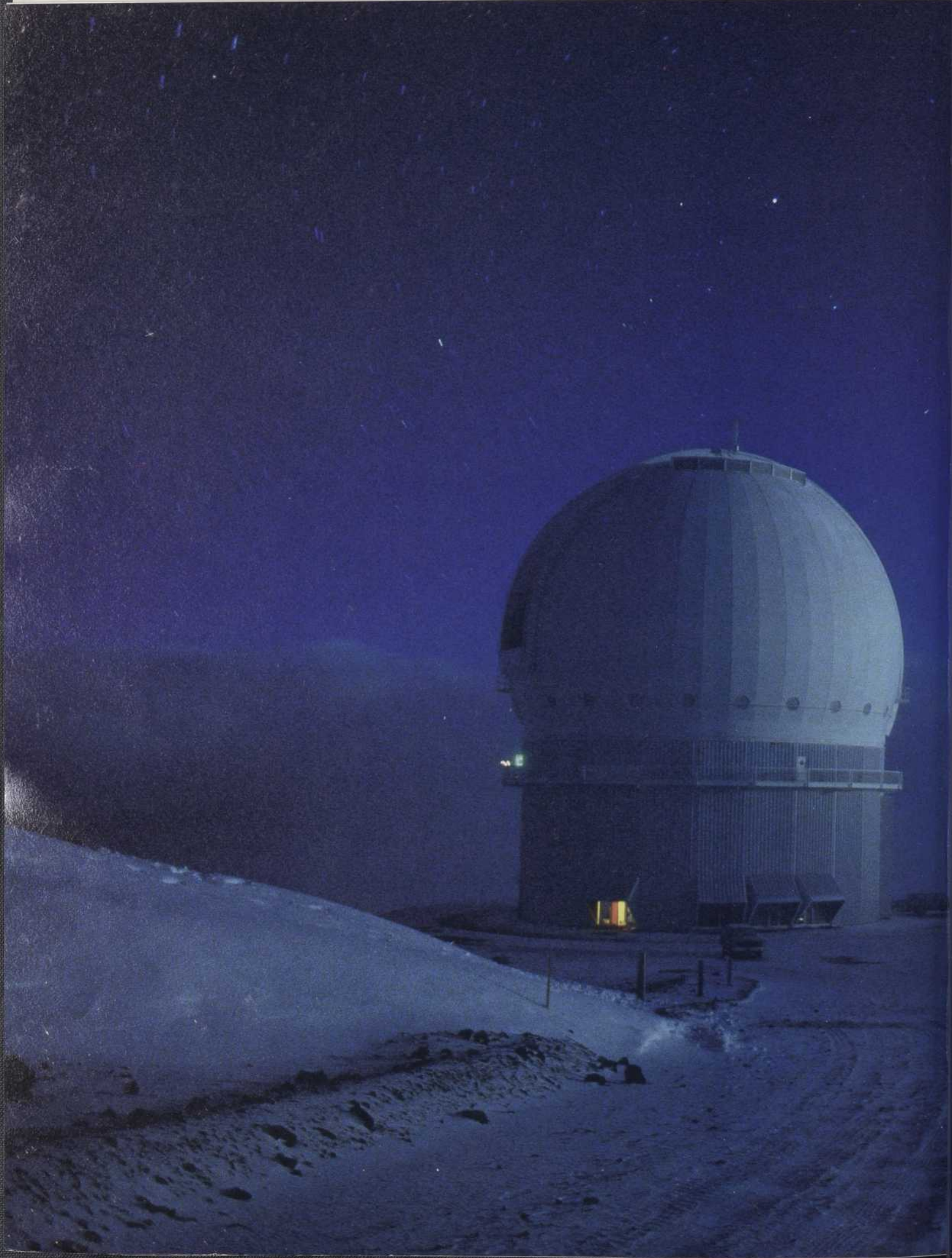
Journal de météorologie

Ce calendrier-agenda peut s'appliquer à n'importe quelle année.



Disponible chez
 votre libraire!
 7,95 \$





HAWAÏ

L'ÎLE AUX ÉTOILES

**Du point le plus élevé du Pacifique,
des astronomes canadiens, français
et américains cherchent à capter
avec le maximum de précision
les images célestes**

Texte et photographies de ÈVE-LUCIE BOURQUE

Ici, la nuit est ensorcelante d'étoiles. Au sommet du volcan endormi, à plus de quatre kilomètres d'altitude, le bâtiment du télescope se profile sur l'immensité du ciel. Le visiteur qui s'aventure sur la passerelle entourant la coupole fait bloc avec l'obscurité, et son regard n'en finit pas de se perdre dans le labyrinthe des lumières célestes.

Les cieux de cristal du Mauna Kea (la montagne blanche), sur l'île d'Hawaï, permettent aux astronomes qui utilisent les neuf télescopes qui s'y trouvent, dont le télescope Canada-France-Hawaï (TCFH), d'observer dans un site exceptionnel et d'y faire régulièrement des découvertes majeures.

Au mois de janvier dernier par exemple, le Canadien John Kormendy, de l'Observatoire fédéral d'astrophysique de Victoria (OFA), réussissait à mettre en évidence l'existence d'un trou noir géant équivalant à dix millions de masses solaires, au cœur de la galaxie Andromède. C'était une première.

«C'est effectivement la qualité du site et l'altitude qui font de ce télescope un intermédiaire entre la majorité des télescopes terrestres et le télescope spatial», affirme le directeur du TCFH, l'astronome français Gérard Lelièvre.

À cause de la remarquable stabilité de l'atmosphère au sommet de cette île du Pacifique, les astronomes obtiennent des images à haute résolution, très précises. Ils disposent aussi de très bonnes conditions météorologiques, avec 75% de nuits claires par année, les nuages se formant habituellement à une altitude plus basse.

LA DANSE DES ÉTOILES

Les images obtenues au TCFH sont réputées pour leur qualité. Cependant, l'effet perturbateur de l'atmosphère dégrade partiellement la lumière provenant des objets célestes.

Il se produit, entre la haute atmosphère et le miroir du télescope, une oscillation de la lumière, une «danse» des étoiles, qui nuit à la résolution des images; les astronomes appellent «étalement» cette distorsion atmosphérique des images qui, au TCFH, est en moyenne légèrement inférieure à la seconde d'arc, ce qui est le mieux qu'on puisse obtenir au sol.

Mais des chercheurs du TCFH tentent de réduire encore cet étalement des images inhérent au site, pour améliorer la capacité du téles-



Gérard Lelièvre, directeur du TCFH, se promène sur la passerelle entourant le dôme, juste avant une nuit d'observation.

cope et capter encore plus de détails. Plusieurs méthodes seront bientôt au point. On veut, entre autres, doter le télescope d'un système permanent, qui corrigera partiellement cette oscillation.

René Racine, ancien directeur du TCFH et astronome à l'Université de Montréal, cherche ainsi à mettre au point, en collaboration avec R.D. McLure, de l'OFA de Victoria, une optique adaptative. «Elle rehaussera les qualités du TCFH en donnant des images deux fois plus fines», mentionne-t-il. Autrement dit, à l'aide de cette optique, l'étalement sera abaissé à 0,5 seconde d'arc.

MIROIR, MIROIR...

L'équipe du TCFH, avec l'aide de spécialistes français, procédait en décembre et mars derniers à une expérimentation singulière visant à améliorer la résolution des images. Mais ici, la démarche était tout à fait différente.

Jacques Boulesteix et Étienne Le Coarer, de l'Observatoire de Marseille, sont venus se joindre à l'équipe du TCFH avec leur deux tonnes et demie de matériel, incluant une caméra à comptage de photons extrê-

mement perfectionnée. Au foyer du TCFH, elle peut percevoir des flux très faibles, comme l'éclat d'une bougie située à cinq millions de kilomètres de la Terre!

L'équipe a procédé à la «segmentation» du miroir et à la collecte des données. M. Lelièvre, qui dirige les travaux, explique la manipulation: «À l'aide d'une petite lentille faite de neuf prismes, nous fragmentons optiquement le faisceau lumineux reçu par le grand miroir du télescope pour obtenir neuf images différentes du même objet, chacune formée par un segment différent du miroir. Ces images, indépendantes les unes des autres, bougent dans tous les sens à cause de la perturbation atmosphérique. Chaque observation recueillie par la caméra à comptage de photons est traitée et épurée individuellement par ordinateur; les oscillations les plus marquées sont éliminées. Les images individuelles sont ensuite recentrées et recombinaées dans la mémoire de l'ordinateur.»

«C'est un peu comme si j'avais une masse de glaise dans les mains, que je pétrissais pour en faire une boule, et que je répétais l'opération pour les neuf images, poursuit M. Lelièvre. La boule finale sera

représentée par la superposition des données obtenues; les résultats nous permettent de dire que cette méthode s'avère très efficace, puisqu'en l'utilisant, nous avons réduit l'étalement de l'image à 0,25.»

Cette équipe met au point, en quelque sorte, une technique de chirurgie esthétique de la lumière. Le bistouri-ordinateur épure les formes, recrée artificiellement l'aspect originel de la lumière avant son entrée dans l'atmosphère. En éliminant le plus possible la «danse» des objets, on obtient une image de plus en plus nette. Les astronomes ont cependant remarqué que les images se dégradent au cours de la nuit. Des fluctuations de température à l'intérieur de la coupole pourraient en être responsables. Pourtant, depuis 1985, on a entrepris une véritable chasse aux sources de chaleur. On les traque avec une caméra à infrarouges, qui enregistre les écarts de température. Et, une fois qu'on les a repérées, on les couvre d'un isolant ou encore, on les réfrigère.

Ainsi, pour éviter les contrastes avec la température extérieure, le plancher de la coupole qui serait trop chaud est réfrigéré par des tuyaux serpentant juste en dessous. Le système de climatisation qui alimente, entre autres, la salle informatisée où travaille les astronomes est reliée à

des conduits souterrains, qui rejettent l'air à plus de 100 mètres du bâtiment du télescope. «Je reçois régulièrement les rapports de l'ingénieur chargé de placer des détecteurs à différents endroits, et il semble qu'il y ait toujours quelque chose à améliorer», dit Gérard Lelièvre.

LE TALON D'ACHILLE CANADIEN

Les Français ont acquis une formidable expertise sur le plan de l'instrumentation, car en France, la recherche en astronomie est fortement encouragée. Et le TCFH est un instrument qui met en relief la différence d'équipement entre astronomes Français et Canadiens.

D'après Jean-René Roy, astronome québécois de l'Université Laval, régulièrement en mission au Mauna Kea, «le TCFH a beau être un télescope de réputation internationale, il n'est qu'un simple collecteur de lumière. Ce qui est encore plus important, c'est ce qu'on lui greffe comme matériel pour améliorer son rendement.»

En plus des instruments d'usage général qu'offre le TCFH, les équipes françaises y apportent avec elles une technologie de pointe «Au Canada, on ne mise pas autant sur l'instrumentation», poursuit l'astronome.

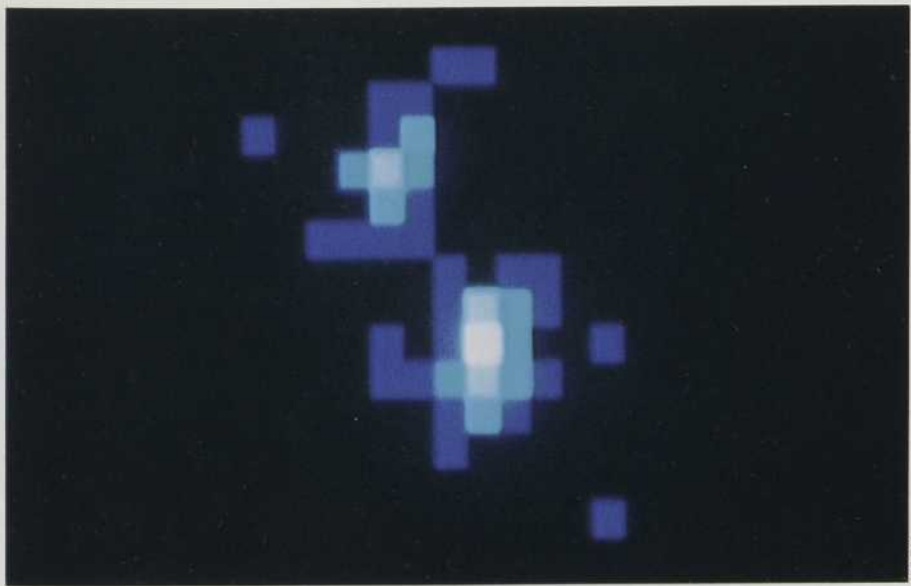
WAIMEA À MAUNA KEA, J'ÉCOUTE

L'isolement du TCFH constitue à la fois sa force et sa faiblesse. En effet, ces instruments de pointe que sont les ordinateurs, les caméras électroniques et le télescope lui-même sont sujets à des bris occasionnels, comme dans tous les autres sites d'observation.

Bien sûr, l'équipe de base chargée de l'entretien quotidien veille au grain. Mais lors de pannes majeures, dues par exemple à l'usure de pièces clés, on doit faire preuve d'une logistique implacable. C'est le branle-bas de combat général. Des renforts sont appelés sur les lieux pour effectuer les réparations dans les délais les plus courts. Et pour cause! On évalue une nuit d'observation à environ 25 000\$ canadiens.

Deuxième inconvénient, les astronomes doivent s'acclimater à un air pauvre en oxygène, environ 40% moins dense qu'au niveau de la mer. Au tout début, il faut se déplacer lentement pour éviter les étourdissements, les maux de tête. La mémoire à court terme aussi fait des siennes; on oublie facilement des détails. Au sommet, les astronomes ont tout intérêt à se faire une liste précise des étapes à suivre pour leur mission, afin de minimiser les risques d'erreur. De plus, les astronomes doivent manipuler un matériel qu'ils ne connaissent pas toujours aussi bien que leurs propres instruments. Des erreurs de «pitonnage» peuvent se produire.

Pour remédier à cet inconvénient de taille, un important projet de communication est à l'étude. «Il devrait apporter un soutien majeur aux chercheurs, souligne le directeur, M. Gérard Lelièvre, puisque les astronomes en mission au TCFH seront pilotés depuis Waimea, le siège social du télescope. En effet, à l'aide d'un système de transmission rapide, un habitué du site ou un collègue en mission les aidera en permanence. Des moniteurs télé permettront de se voir. De plus, les ordinateurs du TCFH et de Waimea seront reliés par ce que j'appellerais une boîte magique, permettant ainsi un débit plus important d'information et un traitement plus efficace.»



TCFH

Photo d'une étoile double obtenue par la méthode de fragmentation. Les carrés élémentaires représentent la résolution de la caméra à comptage de photons.

«Certains instruments du TCFH, tels que le spectromètre Fourier, mis au point par J.-P. Maillard, de l'Observatoire de Paris, et qui permet de travailler dans l'infrarouge, sont cependant uniques au monde et sont utilisés par quelques Canadiens. Mais en comparant les deux pays, nous pouvons nous rendre compte que nous sommes en présence de deux philosophies bien distinctes.»

D'après M. Roy, la recherche canadienne est handicapée à long terme. «Le budget total attribué à toutes les universités canadiennes pour l'instrumentation en astronomie s'élève à peine à 200 000\$ par année, ce qui est très peu», affirme-t-il.

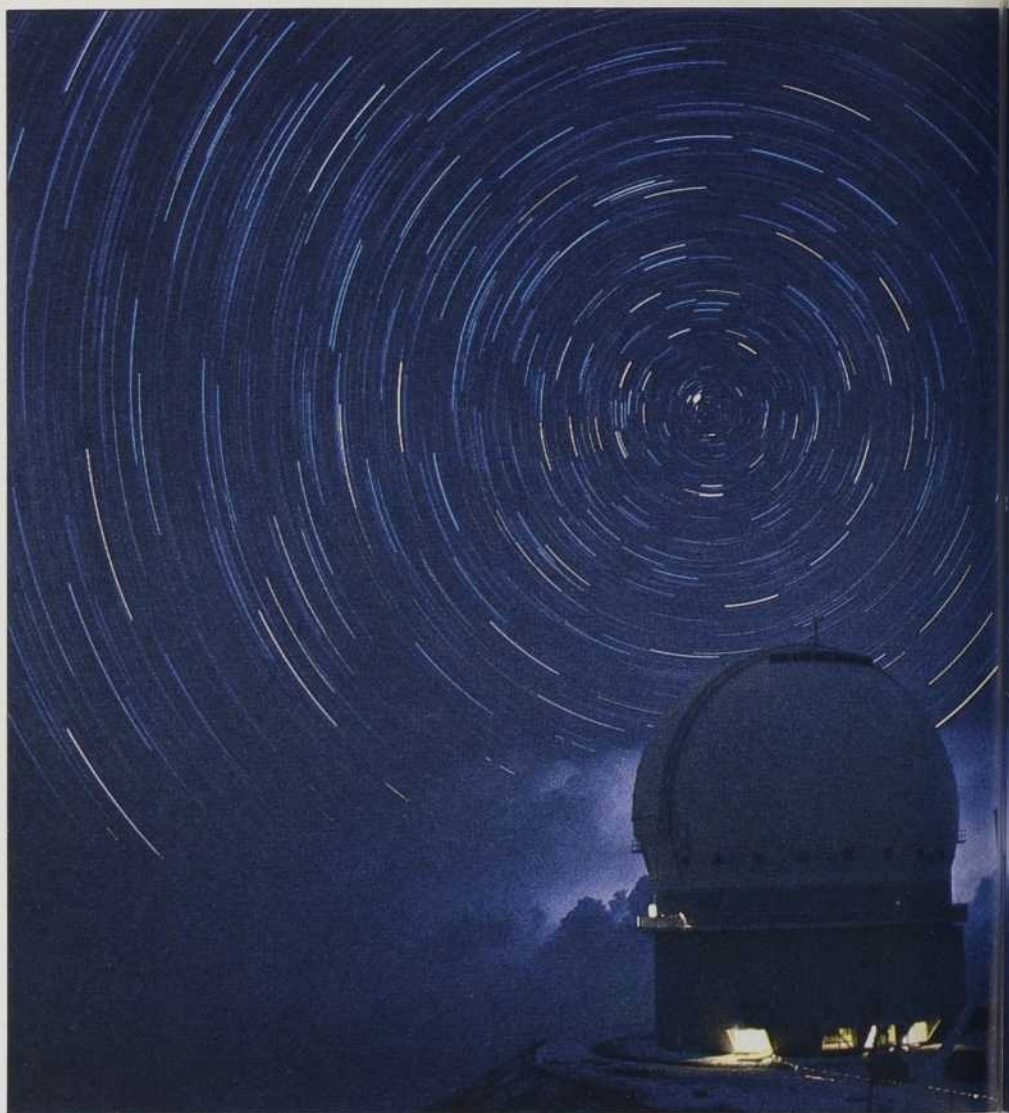
Pour faire avancer leurs travaux, certains chercheurs sont prêts à construire leurs propres instruments. Toutefois les sommes allouées — lorsqu'il y en a — sont tellement infimes qu'il leur est très difficile d'en construire à l'intérieur de délais raisonnables.

FABRIQUER OU PUBLIER

«J'ai fabriqué un spectromètre, mais je peux dire que je ne suis pas prêt à recommencer», raconte l'astronome. À l'aide de cet instrument qu'ils ont utilisé au TCFH et aussi à l'Observatoire du mont Mégantic, Jean-René Roy et Robin Arseneault, un étudiant au doctorat, ont récemment mis en lumière un paramètre nouveau concernant la turbulence des nébuleuses géantes, tout en créant un nouvel instrument de mesure pour les chercheurs.

«Je ne regrette certainement pas d'avoir fabriqué cet appareil qui me permet de pousser plus loin mes recherches. Mais il a fallu y consacrer beaucoup de temps. Automatiquement, les publications se sont faites moins nombreuses. Et comme les octrois sont accordés en fonction des publications!...»

Pourtant, on a avantage à encourager les astronomes à construire leurs instruments de pointe, car cela crée une dynamique permettant de lutter contre une certaine inertie qui menace les grosses installations scientifiques.



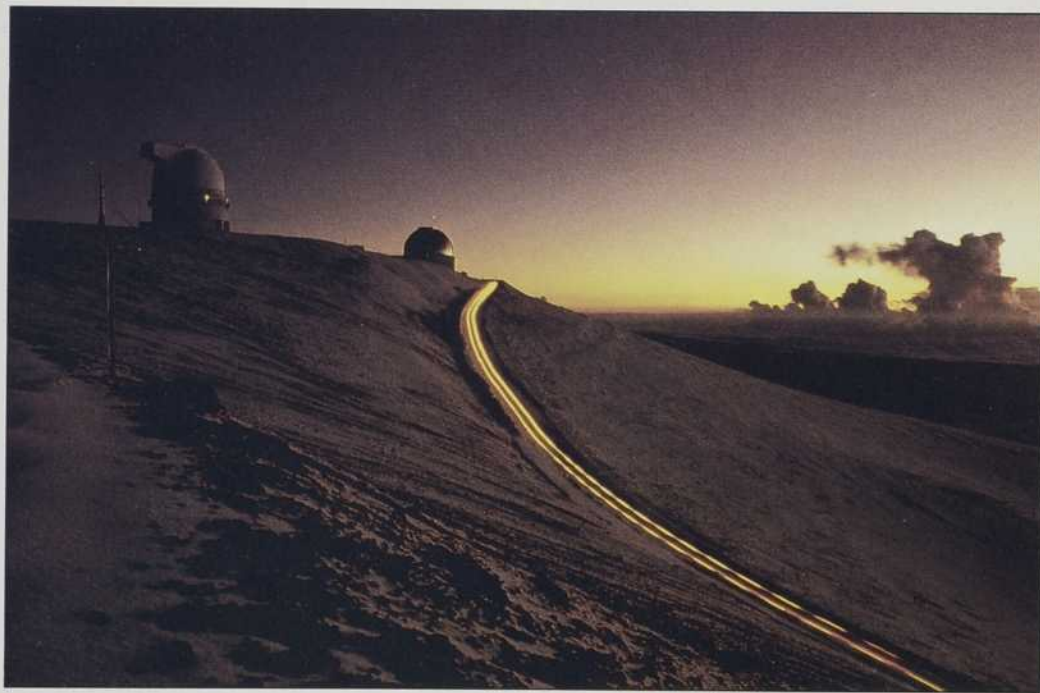
Une équipe d'astronomes français en train d'enregistrer le spectre d'un quasar.



Le télescope Canada-France-Hawaï.



Face-Hawaï.



△
À gauche, se dresse le télescope de 2,20 mètres de l'Université d'Hawaï et, à droite, le télescope infrarouge de 3,90 mètres du Royaume-Uni.

DOMES SWEET DOME

De Waimea, le siège social, à Hale Pahaku, la résidence des astronomes en mission, il faut compter environ trois quarts d'heure de route. On quitte l'herbe tendre et les cactus de Waimea pour longer des pâturages où paissent les bovins le long de la Saddle Road, une route très étroite, toute en lacets.

Partout, le paysage est fabuleux, extrêmement changeant. En quittant la Saddle Road pour une route secondaire menant à la résidence, on ressent progressivement les effets de l'altitude, la tête se fait plus pesante. On passe aussi rapidement un lainage, puis son parka, en l'espace d'à peine 15 minutes.

Et voici Hale Pohaku, ce qui signifie «maison de pierres». Elle mériterait plutôt le titre de maison du silence... Très souvent, dès 19 heures, il ne reste plus qu'un mince filet de lumière provenant d'une veilleuse dans la cafétéria. Et surtout, il n'y a pas un bruit, les astronomes récupérant le jour et travaillant toute la nuit. À l'occasion, quelques-uns jouent au billard dans la salle commune, comme ces Américains dont les caisses d'instruments ont été égarées par la compagnie d'aviation, quelque part sur le continent.

Dès 16 heures, on réchauffe les moteurs des jeeps qui font la navette entre Hale Pahaku et le sommet. Le stationnement est archiplein, Hale Pohaku pouvant recevoir jusqu'à 40 astronomes en mission à l'un ou



l'autre des neuf observatoires installés au sommet du Mauna Kea.

Outre le TCFH, on y compte trois télescopes appartenant à l'Université d'Hawaï, un à la Grande-Bretagne, un à la NASA, l'observatoire Caltech de l'Institut de technologie de Californie, un autre partagé entre la Grande-Bretagne, la Hollande et le Canada. Le télescope Keck de l'Université de Californie, qui sera, avec ses 10 mètres d'ouverture, le plus grand télescope optique du monde, est en construction, et le site d'un grand observatoire japonais, déjà déterminé.

Les astronomes devant aller en mission sur la Lune sont venus ici pour s'entraîner psychologiquement à la vue d'un paysage désolé. Rien ne pousse ici, les saisons n'ont pas de prise sur cette

«Un appareil qu'on installe au TCFH et qui est destiné à de nombreux utilisateurs doit être absolument parfait. Sa mise au point demande beaucoup de temps. Le chercheur qui en construit un pour les besoins d'une expérience et qui en sera pratiquement le seul utilisateur prendra infiniment moins de temps et pourra le modifier au besoin», nuance M. Roy. «Quoi qu'il en soit, le TCFH a beaucoup d'avenir, et celui-ci dépendra de l'originalité des

projets qui seront soumis et de la possibilité de les réaliser sur ce site exceptionnel», conclut-il.

Le télescope du TCFH dessert une population d'astronomes qui scrutent les objets célestes les plus divers, des planètes aux galaxies situées à des milliards d'années-lumière. Un terrain de recherche qui paraît sans limite.

Au sommet du Mauna Kea, les coupoles blanches des différents télescopes forment une couronne

**Brouhaha sous la coupole!
Ingénieurs et techniciens
s'affairent à régler
le télescope.**

terre faite de cendre volcanique, si ce n'est la neige qui s'étale en coulis sur les parois des cônes. Mais quelle vision absolue!...

Je peux m'imaginer sans peine l'anxiété des astronomes qui ont envoyé par avion un matériel de précision qui devra fonctionner au sommet. Ce matériel, soigneusement entreposé dans des caisses de métal ou de bois bien rembourrées, doit aussi être enveloppé de plastique pour affronter la poussière de la route qui monte au sommet.

Et sous la coupole, il y a souvent des petits imprévus, des petits pépins de dernière minute. Selon Jean-René Roy, une équipe gagne à être composée d'un «analyste» de pépins et d'un «colmateur» qui s'occupe de les régler. «Le propre de la recherche, c'est effectivement d'avoir à fonctionner régulièrement à la limite de tout, et il faut savoir franchir allègrement les obstacles qui se dressent», ajoute-t-il.

Et quand sous la coupole, dans la salle des ordinateurs, une image apparaît à l'écran au premier soir d'une mission, c'est l'euphorie la plus totale, car cela signifie qu'on retournera chez soi les valises pleines de données. En quelques nuits d'observation, les recherches ont, en quelque sorte, avancé à la vitesse de la lumière.

impressionnante qui ressemble étrangement à un *lei*, la traditionnelle guirlande de fleurs de la Polynésie. Ce parc de haute technologie possède d'ailleurs comme voisinage invisible, sur un cône volcanique sacré, la demeure des dieux hawaïens qui veillent sur cette île. Peut-être veillent-ils aussi sur les astronomes qui leur offrent, avec ce *lei* métallique, un hommage permanent pour les remercier d'avoir accès à un site légendaire, sur l'île aux étoiles. □



PLUIES ACIDES LE SAUMON ATLANTIQUE, MENACÉ

par André DELISLE

LE SAUMON ATLANTIQUE subit lui aussi les contrecoups des précipitations acides. L'effet néfaste de l'acidification sur son milieu de vie est en voie de démonstration par les scientifiques canadiens du ministère des Pêches et des Océans, à l'intérieur d'un programme systématique d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières à saumons de la Côte-Nord au Québec.

Avec le phénomène des pluies acides, le problème de la pollution transfrontalière préoccupe de plus en plus les scientifiques de l'Est du Canada. Dans cette perspective, un programme de recherches s'étendant sur une décennie a été mis sur pied par le ministère des Pêches et des Océans, responsable de la protection des poissons et de leur habitat. Depuis ses débuts en 1981, ce programme a suscité la mise en oeuvre d'importantes ressources techniques et scientifiques.

Au cours des cinq premières années des travaux, y ont participé une quinzaine de chercheurs soit du mi-

nistère même, soit d'organismes universitaires ou privés familiers avec ce domaine de recherche. Les études effectuées à l'intérieur du programme de recherche sur les précipitations acides ont ainsi conduit à des connaissances nouvelles ou des confirmations de données connues: près de 15 rapports scientifiques et autant de publications et conférences ont été diffusés durant la période d'étude.

Entre 1981 et 1985, une grande partie des efforts a été consacrée aux inventaires du niveau d'acidification du milieu, de même qu'à l'évaluation en laboratoire et sur le terrain de l'incidence des dépôts acides sur le pois-

son et son habitat. À mi-chemin de ces travaux scientifiques et techniques d'importance, on a procédé récemment à un bilan des acquis.

Ce bilan est l'occasion de faire le point sur le phénomène global des précipitations acides au Québec et plus particulièrement sur la menace qu'il fait peser sur les milieux aquatiques sensibles. Les premiers résultats obtenus permettent déjà de lever le voile sur certaines facettes de ce vaste problème, notamment son influence sur les composantes chimiques et biologiques des écosystèmes.

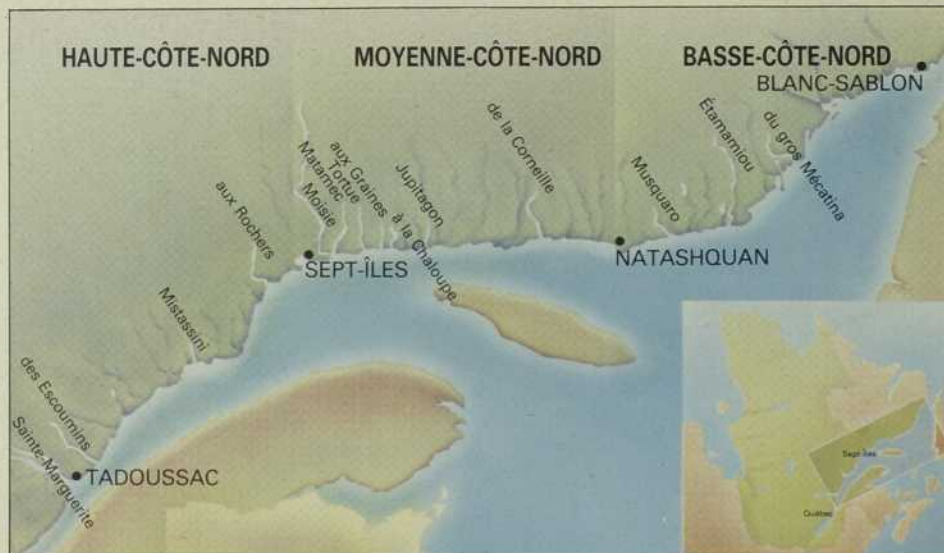


RIVIÈRES EN DIFFICULTÉ

L'incidence des précipitations acides sur les lacs du territoire québécois est maintenant bien connue;

le constat de cette détérioration environnementale a été largement documenté et diffusé par les travaux de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) Section Eau, pour le compte du ministère des Pêches et

des Océans, d'Environnement Québec ou d'Environnement Canada. Par contre, la réaction des rivières à l'acidification du milieu est moins bien connue et comprise. Les chercheurs du ministère des Pêches et des Océans



RIVIÈRES SOUS SURVEILLANCE

se sont donc attachés à cet aspect du problème, plus particulièrement en ce qui concerne le cas des rivières de la Côte-Nord.

Entre 1981 et 1986, les chercheurs ont vérifié à intervalles réguliers la qualité des eaux de 33 rivières se jetant dans le golfe du Saint-Laurent pour y évaluer l'influence des dépôts acides sur le saumon et son habitat. Bien que ces cours d'eau soient éloignés des sources d'émission de polluants atmosphériques, ils sont touchés par les apports acides dus à l'activité humaine, apports auxquels ils sont très sensibles à cause de la nature des sols de leur bassin versant. Comme elles drainent les régions géologiques du Bouclier canadien, qui sont des régions très vulnérables aux retombées acides, les rivières à saumons de la Côte-Nord subissent des effets de l'acidification du milieu, et certaines d'entre elles ont déjà perdu leur capacité naturelle de neutralisation des acides de provenance atmosphérique.

Le phénomène est particulièrement grave au printemps, au moment où les eaux de fonte chargées de matières polluantes viennent gonfler les cours d'eau, y provoquant un véritable choc acide.

Les poissons les plus fragiles, les jeunes saumons notamment, sont les premiers touchés par ces soudaines fluctuations des caractéristiques physiques et chimiques de leur habitat. Toutes les rivières à saumons ne réagissent pas avec la même intensité



On a dénombré en 1979 quatre sources locales d'émission de polluants acides dont l'apport total atteint annuellement plus de 30 000 tonnes.

aux apports acides; les études n'en démontrent pas moins que les augmentations printanières de l'acidité, combinées aux teneurs élevées de métaux toxiques tels que l'aluminium qui sont observées en périodes de forte acidité, peuvent devenir critiques pour les saumoneaux et entraver, dans certaines conditions, l'éclosion normale des oeufs de saumons.

DES SOURCES LOINTAINES

L'inventaire et la surveillance physico-chimiques des rivières à saumons visent à mettre en relief l'influence des dépôts acides d'origine atmosphérique. Tout au long de son programme de recherche, le ministère poursuit l'échantillonnage périodique des paramètres physico-chimiques des rivières et étudie les répercussions d'apports acides extérieurs sur les communautés aquatiques.

Bien que les retombées de polluants atmosphériques soient plus abondantes dans le sud-ouest du Québec, principalement à cause de la proximité des sources d'émissions, les rivières de la Côte-Nord n'en subissent pas moins les contrecoups de cette force de frappe atmosphérique. Déjà, on constate que les apports aériens de sulfates atteignent dans ces cours d'eau un niveau considéré comme critique dans le cas de milieux aquatiques sensibles. Une légère augmentation des retombées atmosphériques acides pourrait par conséquent s'y traduire par une hausse substantielle de l'acidité des eaux.

L'ensemble des constatations et des analyses effectuées au cours des travaux ont permis une classification des rivières de la Côte-Nord, selon leur résistance à l'agression acide.

Certaines grandes rivières comptent ainsi parmi les plus résistantes; c'est le cas notamment des rivières Sainte-Marguerite dans le bassin du Saguenay ainsi que des rivières Laval, Moisie et des Escoumins. D'autres rivières présentent des conditions de forte acidité, cette situation s'expliquant en partie seulement par les apports atmosphériques de sources lointaines; les rivières Matamec, Pigou, Tortue, aux Graines, à la Chaloupe et Jupitagon sont de ce nombre. Certaines petites rivières de la Moyenne et de la Basse-Côte-Nord, par exemple les rivières de la Corneille, Musquaro, Étamamiou et du Gros Mécatina, semblent naturellement acides et peu touchées par les retombées atmosphériques. Situées près de villes minières importantes, les rivières Mistassini et aux Rochers forment une catégorie à part, puisqu'elles sont apparemment affectées par des sources locales d'émissions acides.

L'effet des dépôts acides se manifeste surtout par la présence accrue de substances sulfureuses dans les rivières de la Haute-Côte-Nord, cet effet spécifique semblant moins marqué en Moyenne et Basse-Côte-Nord. Il faut cependant noter que l'acidité naturelle de ces dernières les rend spécialement vulnérables à tout apport supplémentaire de matières acides.



CHOISIR LES INDICATEURS

La compréhension du processus d'acidification des milieux aquatiques et des effets sur les organismes demande une connaissance précise des changements qui s'y opèrent. Pour arriver à cette connaissance, les scientifiques ont recours à des indicateurs de l'évolution physico-chimique du milieu, de même qu'à des organismes témoins des perturbations qui y sont associées.

Pour leur part, les chercheurs du ministère des Pêches et des Océans ont observé les variations de l'alcalinité et de la conductivité des eaux. Ces paramètres fournissent des indices de la sensibilité des cours d'eau à l'acidification et de leur degré de détérioration sur ce plan. La concentration en sulfates fournit aussi une mesure significative de l'apport de polluants atmosphériques dans les cours d'eau. Enfin, la présence d'aluminium est une donnée essentielle à cause de sa relation directe avec l'acidité de l'eau: sa concentration, qui augmente avec cette acidité, joue un rôle prépondérant dans le contrôle des dommages potentiels aux organismes aquatiques.

Les précipitations acides favorisent en effet une libération des métaux des sols et des sous-sols, puis leur entraînement vers le milieu aquatique environnant. Ces métaux, tels que le cadmium, le manganèse, et surtout l'aluminium, peuvent atteindre des concentrations toxiques pour les organismes aquatiques. Dans le cas de l'aluminium, le problème est d'autant plus grave que les formes les plus toxiques de ce métal se retrouvent dans les eaux plus acides.

Pour déterminer les formes précises des métaux dans le milieu et leur toxicité pour les êtres vivants, les chercheurs ont mené plusieurs études parallèlement aux travaux d'échantillonnage sur le terrain. Ils ont ainsi démontré, par exemple, que l'aluminium s'accumule rapidement dans les oeufs de saumons qui y sont exposés, particulièrement au moment de la formation des embryons.

Des outils biologiques très raffinés ont dû être développés pour faciliter l'explication des modifications ap-

portées par les précipitations acides dans les écosystèmes aquatiques. Ainsi, on s'est attaché à mesurer l'activité respiratoire des organismes de décomposition, ces communautés bactériennes et fongiques qui colonisent les eaux courantes. On a aussi étudié les populations d'organismes peuplant les fonds et les sédiments



La couche superficielle de sol, contenant des eaux riches en aluminium et en matières organiques, joue un rôle de réservoir pour l'aluminium qui est lentement dégagé et entraîné vers les rivières par les précipitations acides.

de ces cours d'eau. Enfin, on s'est intéressé plus directement au taux de survie et au développement des oeufs et des alevins de saumons.

Malgré la difficulté à démontrer avec certitude les répercussions des précipitations acides sur ces communautés biologiques, les inventaires et les études dans des sites choisis ont permis de détecter une baisse de l'activité de décomposition; ils laissent également entrevoir une tendance à la diminution de la diversité des organismes dans un milieu acide. De tels dommages écologiques sont peu évidents en ce qui concerne les poissons. C'est ainsi que les effets sur les saumons sont difficiles à mesurer avec certitude, du fait qu'ils évoluent dans des milieux ouverts et que les conditions y sont en perpétuel changement.

UN RÉSEAU DE SURVEILLANCE

Sans pouvoir évaluer avec certitude le degré d'acidification des rivières à saumons et la part de ce processus attribuable aux polluants atmosphériques d'origine lointaine, le groupe de recherche sur les précipitations acides du ministère des Pêches

et des Océans du Canada a néanmoins obtenu certaines informations essentielles à la continuation des travaux scientifiques dans ces milieux exposés et vulnérables. La question de la fragilité des milieux fluviaux à l'acidification de même que celle des conséquences de cette acidification sur les communautés aquatiques pourront dorénavant être abordées plus systématiquement, en référence à des processus mieux connus en théorie.

Ainsi, l'effort mis principalement sur les inventaires durant la première phase des travaux est maintenant déplacé vers la surveillance écologique des milieux aquatiques en tant qu'habitats du poisson. Depuis 1984, un réseau de surveillance a été constitué pour suivre de près l'évolution des rivières et des lacs représentatifs de la situation québécoise.

Dans cette optique, le suivi physico-chimique saisonnier des principaux cours d'eau sera maintenu durant les prochaines années. Au cours de cette période, l'accent sera mis sur l'identification et la validation d'indicateurs biologiques des perturbations de l'environnement aquatique imputables au stress acide. De la



Les chercheurs du ministère des Pêches et des Océans du Canada ont mis au point une méthode de datation biochimique d'oeufs morts, très utile dans l'opération du réseau de surveillance écologique des rivières.

même façon qu'au cours de la période des inventaires, les recherches sur le terrain et en laboratoire serviront à une meilleure compréhension des processus biologiques et physico-chimiques en présence. D'une part, le rapport de cause à effet entre l'al-



tération chimique des habitats aquatiques et les réactions des organismes exposés sera approfondie. D'autre part, on cherchera à distinguer les parts respectives de l'acidité naturelle et de l'acidité d'origine humaine dans le processus d'acidification du milieu.

Ces nouvelles connaissances scientifiques, tout autant que le savoir-faire technique acquis au fil des recherches et des expériences, visent à doter les gestionnaires du milieu d'instruments d'alerte face à l'imminence du danger de destruction irréversible de milieux ou de communautés biologiques, et à leur fournir des méthodes appropriées pour minimiser l'impact des précipitations acides sur les populations de poissons, notamment le saumon atlantique.

L'acquisition d'un tel savoir-faire scientifique et technique, dans le cas précis de la protection de l'habitat du saumon atlantique, est une des dimensions très concrètes de la politique de gestion de l'habitat du poisson dont s'est doté le ministère des Pêches et des Océans du Canada. La cueillette des informations et le développement des techniques nécessaires pour la conservation, la reconstitution et l'aménagement d'habitats du poisson, comptent au nombre des priorités de cette politique. Utiles pour étoffer le dossier de la pollution transfrontalière et des précipitations acides, les connaissances sont aussi transmises aux ministères provinciaux responsables de la gestion et de l'exploitation des pêches.

Espèce de grande valeur écologique et commerciale, le saumon atlantique s'inscrit évidemment à l'agenda des ressources à protéger. L'influence des dépôts acides sur les rivières à saumons doit, dans cette perspective, être bien comprise et surtout minimisée par tous les moyens connus.

Références scientifiques

Ministère des Pêches et des Océans, 1986. *Effets des précipitations acides sur les écosystèmes lacustres et fluviaux du Québec: rétrospective des activités de recherche (1981-1985)*. Rapport technique, Québec.

Walsh, G. et Y. Vigneault, 1986. *Analyses de la qualité de l'eau de rivières de la Côte-Nord du golfe St-Laurent en relation avec les processus d'acidification*. Rapport technique, Pêches et Océans Canada, Québec.



Les analyses en laboratoire sont effectuées à l'Institut Maurice-Lamontagne. Ce nouvel Institut, situé à Sainte-Flavie, entre en opération en 1987.

UN MILIEU CALBRÉ, UN DOSSIER DE CALIBRE...

Les recherches du ministère des Pêches et des Océans apparaissent comme des compléments aux travaux engagés par plusieurs ministères et organismes de recherche pour en savoir davantage sur le phénomène des précipitations acides. Elles ajoutent à ces travaux une perspective globale par la considération de très grands territoires et de milieux représentatifs des grands écosystèmes aquatiques québécois.

Le programme d'inventaire de la qualité physico-chimique des eaux a ainsi porté sur un grand nombre de lacs et de rivières. L'analyse des données recueillies sur quelque 350 lacs et 35 rivières à saumons du Québec a montré que sur une bande de territoire de 300 kilomètres de largeur, qui s'étend de l'Outaouais au Labrador selon un axe parallèle à la rive nord du Saint-Laurent, les apports atmosphériques acides exercent une influence significative sur la qualité des eaux de surface. Les effets les plus importants sont observés au sud-ouest du Québec, dans les régions de l'Outaouais, de la Mauricie et de l'Abitibi. La détérioration se fait sentir principalement par un remplacement dans l'eau des lacs des bicarbonates naturels par les sulfates d'origine atmosphérique.

On constate aussi que dans la partie du Québec située au sud du 52° parallèle la sensibilité à l'acidification augmente graduellement du sud-ouest vers le nord-est, avec un maximum atteint sur la Côte-Nord. À l'inverse, les apports atmosphériques de polluants sont plus abondants au sud-ouest du territoire et vont en dimi-

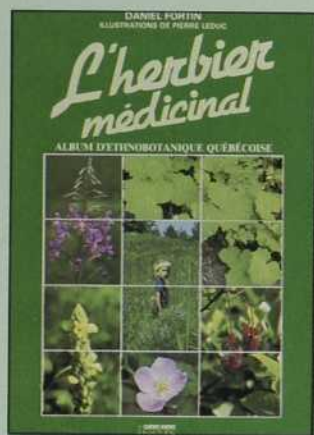
nuant à mesure que l'on s'éloigne des sources dans une direction nord-est. L'action combinée de ces deux facteurs se fait ainsi sentir sur l'ensemble du territoire québécois, quoique à des degrés divers.

Pour parvenir à déterminer des normes satisfaisantes de protection des habitats aquatiques, le ministère des Pêches et des Océans doit disposer de bases de comparaison pour évaluer l'impact des précipitations acides et les risques pour les écosystèmes aquatiques. Les inventaires menés au cours de la première phase du programme de recherches sur l'influence des précipitations acides avaient précisément pour but de bâtir ces données calibrées, représentatives de l'ensemble du territoire et susceptibles de servir de références pour l'appréciation de la situation dans des milieux spécifiques, les lacs des Laurentides ou les rivières à saumons par exemple.

Sur un plan plus pratique, les résultats de ces recherches visent notamment à étoffer le dossier canadien des répercussions du transport à grande distance des polluants aéroportés en vue de l'élaboration d'un traité canado-américain sur la limitation des sources de pollution atmosphérique. Sans pouvoir relier de façon absolument certaine l'acidité des lacs aux apports atmosphériques de polluants, les études permettent tout de même de déduire avec une certaine évidence que l'augmentation de la concentration de sulfates dans les lacs a suivi de près celle des émissions d'anhydrides sulfureux dans l'air au cours des dernières décennies.

Canada

Profitez du retour des beaux jours



L'HERBIER MÉDICINAL ALBUM D'ETHNOBOTANIQUE QUÉBÉCOISE

Cet album dans lequel vous pourrez collectionner vos propres spécimens offre l'avantage d'être parfaitement adapté à la flore du Québec.

Quarante-six espèces, généralement faciles à trouver, y sont décrites et soigneusement illustrées. Pour chacune d'elles, nous avons rapporté les usages qu'en faisaient les différentes nations autochtones, les propriétés médicinales, la composition chimique et le mode d'emploi traditionnel, ainsi que la manière de préparer les différentes potions.

par *Daniel Fortin, Estelle Lacoursière*
et *Pierre Leduc*
Série QUÉBEC SCIENCE NATURE
Québec, 1983, ISBN 2-920073-28-1
27,5 x 38 cm, 120 pages, **14,95 \$**

L'ARBRIER QUÉBÉCOIS

par *Estelle Lacoursière* et *Pierre Leduc*
Série QUÉBEC SCIENCE NATURE
Québec, 1981, ISBN 2-920073-17-6
27,5 x 38 cm, 64 pages, **8,95 \$**

L'HERBIER QUÉBÉCOIS

par *Estelle Lacoursière* et *Pierre Leduc*
Série QUÉBEC SCIENCE NATURE
Québec, 1982, ISBN 2-920073-22-2
27,5 x 38 cm, 104 pages, **13,95 \$**

L'ÉTANG, UN MILIEU DE VIE

Une superbe gravure doublée d'un véritable cours de sciences naturelles.

Il suffit en effet de l'observer durant quelques secondes pour s'imprégner du foisonnement de vie qui s'y déroule: en tout, 88 espèces animales et végétales y sont représentées, ainsi que l'évolution du cycle de vie de certaines d'entre elles.

Une innovation pédagogique d'importance.

par *Estelle Lacoursière*
illustration de *Claire Tremblay-Aubé*
Série QUÉBEC SCIENCE NATURE
Québec, 1981, ISBN 2-920073-19-2
format 66 x 92 cm, standard: **6,95 \$**
laminé sur carton: **14,95 \$**



PLANTES SAUVAGES DES VILLES, DES CHAMPS et en bordure des chemins

par le *Groupe Fleurbec*
208 pages, 95 photos couleurs
ISBN 2-920174-07-X, **12,95 \$**

Dans la collection FAIRE: OBSERVEZ LES OISEAUX AU QUÉBEC

par *Normand David* et *Michel Gosselin*
Québec, 1981, ISBN 2-920073-12-5
12,5 x 18 cm, 268 pages, **14,95 \$**, 2e édition

LIVRET-GUIDE GÉOLOGIQUE de la région de Trois-Rivières

Par les données de base et les cas types qu'il contient, ce livret fait connaître la géologie de la région de Trois-Rivières.

Écrit dans un langage accessible, il présente à l'excursionniste désireux de s'initier à la géologie des sites sauvages hors des circuits traditionnels et lui permet de découvrir cette région sous un aspect original.

par *Claude Genest*
Québec, 1985, ISBN 2-920073-36-2
29 cartes et tableaux, 8 photographies, 72 pages, **9,95 \$**

Veuillez m'expédier les titres cochés

Titre du livre	Prix
<input type="checkbox"/> L'HERBIER MÉDICINAL	14,95 \$
<input type="checkbox"/> L'ARBRIER QUÉBÉCOIS	8,95 \$
<input type="checkbox"/> L'HERBIER QUÉBÉCOIS	13,95 \$
<input type="checkbox"/> L'ÉTANG, UN MILIEU DE VIE (standard)	6,95 \$
<input type="checkbox"/> L'ÉTANG, UN MILIEU DE VIE (sur carton)	14,95 \$
<input type="checkbox"/> PLANTES SAUVAGES DES VILLES, DES CHAMPS	12,95 \$
<input type="checkbox"/> LIVRET-GUIDE GÉOLOGIQUE	9,95 \$
<input type="checkbox"/> OBSERVEZ LES OISEAUX AU QUÉBEC	14,95 \$

Chèque Mandat postal Mastercard Visa

N° _____ Date d'expiration _____

Signature _____

Nom _____

Adresse _____

_____ Code postal _____

Ces livres sont disponibles dans les librairies. Pour les régions non desservies, commander aux:
Presses de l'Université du Québec, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 Téléphone: 657-3551, poste 2860

DE L'OBÉISSANCE À LA TORTURE

Entre Monsieur Tout-le-Monde et le tortionnaire, la distance n'est pas si grande. Des expériences montrent qu'elle se franchit vite

CLAUDE DE LAUNIÈRE

« **Y**a pas d'quoi fêter! » Ce mot d'ordre lancé au début de l'année dernière par Amnistie internationale pour souligner ses 25 ans d'existence est on ne peut plus à propos. Le bilan de la pratique de la torture et du non-respect des droits de l'homme dressé par l'organisation humanitaire a de quoi effrayer: alors que les gouvernements condamnent universellement la torture, plus d'un État sur trois l'utilise ou la tolère. Des États qui délibérément tuent, torturent, emprisonnent ou font disparaître des milliers de citoyens.

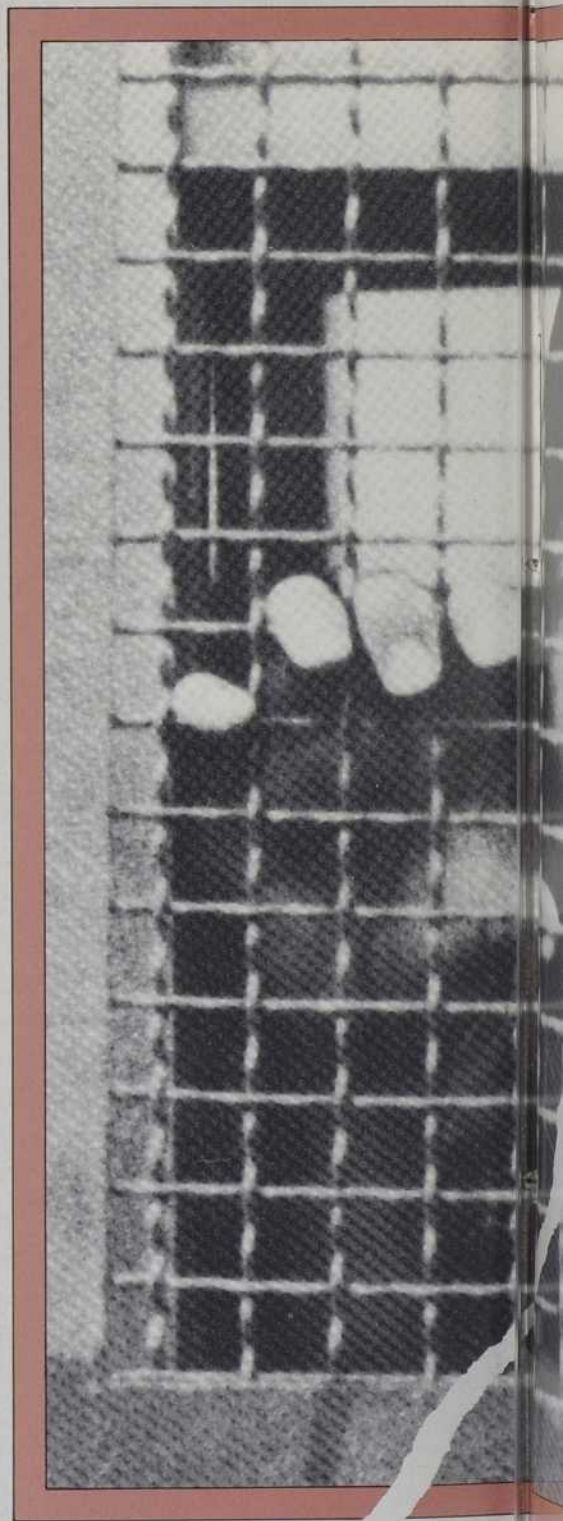
Quelques exemples: l'Uruguay, un petit pays d'Amérique du Sud dont 10% de la population a connu l'emprisonnement et la torture durant les années 70 (imaginez, 600 000 Québécois!); Le Salvador, où Amnistie

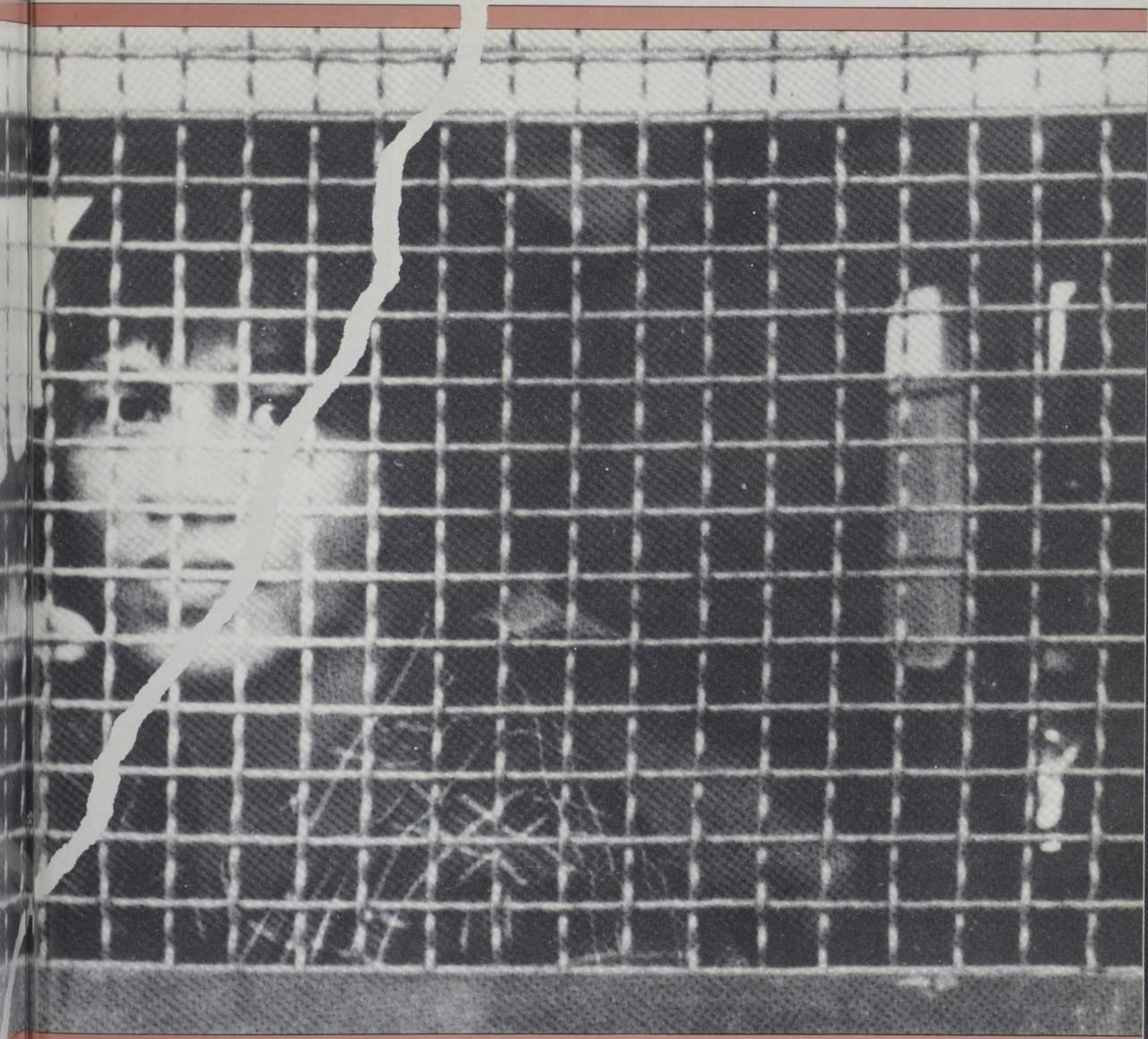
estime qu'il y a eu plusieurs milliers d'assassinats politiques ces dernières années! Enfin, le pays de l'apartheid, l'Afrique du Sud, où la répression bat son plein. Et Amnistie internationale, avec de faibles moyens, ne s'attaque qu'à la torture institutionnalisée, celle que l'État autorise ou qui se fait avec sa complicité.

Pour réaliser ces actes de répression, il faut bien sûr des exécutants. Des milliers, des fonctionnaires rédigeant l'ordre de torture ou fermant les yeux jusqu'aux bourreaux de première ligne: ceux qui lancent les insultes, menacent, exercent des violences physiques et sexuelles, obligent la victime à manger ses propres excréments... Ceux qui, en Iran, contraignent des enfants à assister aux tortures infligées à leurs mères. Ou ceux qui, en Amérique du Sud, torturent les enfants des accusés pour

leur soutirer des aveux. À ces « cols bleus » de la torture, il faut ajouter dans plusieurs pays de nouveaux bourreaux, membres de professions libérales, psychologues, psychiatres et médecins, qui participent, par leurs conseils ou directement, au règne de la terreur.

Que penser de ces gens qui contribuent à ce processus que l'on est





Amnistie internationale

tenté de qualifier d'inhumain et auquel seules les sociétés humaines ont recours? Des individus particulièrement sadiques et agressifs, des psychopates, pensez-vous?

«Sûrement! Quelques-uns d'entre eux... une minorité», explique le docteur Guy Cormier. Directeur de la clinique psychiatrique de l'Université McGill et de l'hôpital Victoria,

ce psychiatre montréalais s'est beaucoup intéressé à la psychopathologie des génocides. «Après la Deuxième Guerre mondiale, on a dit que ceux qui formaient la *main-d'œuvre* chargée d'exterminer chaque jour les victimes des camps nazis étaient tous des cas psychiatriques, des fous furieux... C'était une façon de se rassurer en se disant qu'ils n'étaient

pas des hommes ordinaires.» Et pour le docteur Cormier, les bourreaux d'aujourd'hui ne diffèrent pas de ceux du IIIe Reich: «Les acteurs ne sont pas différents, c'est le contexte qui l'est!»

Gabriel Régallet, président de la section canadienne francophone d'Amnistie internationale, abonde dans le même sens: «L'analyse que



De 1975 à 1981, Pol Pot fit régner un régime de terreur sur le Cambodge. Transformé en musée, l'ancien lycée de jeunes filles garde le souvenir des atrocités commises par le régime Khmer rouge.

nous avons pu faire partout dans le monde prouve que, s'il y a des sadiques chez les tortionnaires, ils sont une minorité; la plupart sont des gens ordinaires qui se retrouvent dans ce rôle essentiellement par un processus d'obéissance.»

PAR OBÉISSANCE

Tout semble donc débuter avec cet empressement à obéir, que la psychologie sociale expérimentale a bien démontré. Pour le saisir, il faut reculer dans le temps d'une vingtaine d'années. Imaginez-vous dans un laboratoire de psychologie de l'Université Yale, en train de participer à une expérience touchant l'effet des punitions sur l'apprentissage et la mémoire. Vous jouez le rôle du professeur. Devant vous se trouve un deuxième participant, l'élève. Il est attaché à une chaise et des électrodes entourent ses poignets. Le chercheur responsable de l'étude vous amène dans une salle voisine, où se trouve un générateur de chocs doté de 30 sélecteurs de voltages allant de 15 à 450 volts. L'expérimentateur vous

explique votre tâche: l'élève devra répéter une suite de mots que vous prononcerez; à chaque erreur, vous devrez lui infliger un choc d'intensité croissante.

En fait, l'élève est un complice qui devra simuler la douleur. Et, contrairement aux affirmations du chercheur, un nommé Stanley Milgram, l'expérience ne vise pas l'apprentissage. Ce qu'il veut plutôt observer, c'est votre comportement lorsque ses demandes entreront en conflit avec votre conscience.

L'expérience démarre. L'élève commet une première bévue. Vous lui infligez un premier choc. Le temps passe, les erreurs s'accumulent et le sujet gémit. Les douleurs infligées deviennent insoutenables. Le scientifique derrière vous vous rappelle que l'expérience doit continuer, pour le bien de la science.

Vous pensez probablement que tout individu normal refuserait d'infliger à un inconnu ne fût-ce que le premier choc et quitterait rapidement le laboratoire. Malheureusement, aucun des participants à l'expérience n'a agi ainsi. Certains sujets

«Le pouvoir est la variable la plus importante de la psychologie sociale et la plus négligée, affirme Philip G. Zimbardo, psychologue à l'Université Stanford. Il réside dans les interrelations multiples entre les membres d'un groupe et il constitue le fondement de tous les systèmes sociaux.»

Son exercice peut modifier radicalement le comportement d'un individu et engendrer des gestes asociaux, particulièrement dans les milieux où règne l'anonymat. L'équipe du psychologue américain a pu l'observer à l'œuvre dans un endroit très particulier: la «prison» du Stanford Research University. Onze gardiens, onze prisonniers et un chercheur y prenaient place... Tous étaient en bonne santé physique et psychologique, et ils ne se connaissaient pas. C'était en 1975.

La prison, située dans les sous-sols de l'université, n'était en fait qu'une reconstitution d'une vraie prison et les 22 participants, des gens conscients du fait qu'il s'agissait d'une simulation. Le psychologue voulait répondre aux questions suivantes: comment un individu se comporte-t-il dans une situation où il se voit privé de sa liberté, de ses droits civils et de son intimité? Et comment agit celui qui, à titre de gardien, se voit investi d'un nouveau pouvoir? Toutes les conditions et les rapports entre prisonniers et gardiens étaient calqués sur la réalité. Les prisonniers étaient vêtus d'un sarrau portant un numéro et avaient la tête rasée; les policiers portaient un uniforme et des lunettes teintées réfléchissantes empêchant tout contact visuel direct.

L'expérience devait durer deux semaines. Au bout de six jours, on dut l'interrompre! Les prisonniers présentaient des troubles psychologiques et un groupe de gardiens, un comportement excessif qui justifiait l'arrêt de l'expérience. Alors que toute résistance de la part des prisonniers s'était évanouie, l'utilisation de la force physique et de l'agression verbale par les gardiens face aux prisonniers suivait une courbe ascendante.

La «pathologie» du pouvoir avait envahi la prison universitaire: «Des individus choisis avec soin pour leur normalité, leur jugement sain et leur personnalité homogène, avaient adopté, en l'espace de quelques jours, des comportements qui, dans un autre contexte, auraient été qualifiés d'anormaux, de psychotiques et même de sadiques. Dans la prison, le pouvoir était devenu la dimension majeure à partir de laquelle tout était défini...», concluait M. Zimbardo.

semblaient même complètement indifférents aux cris et supplications de leur victime. Quelques-uns protestèrent auprès de l'expérimentateur, mais plus de 60% (26 sur 40) des participants ont été jusqu'au bout, infligeant le choc maximal à la victime «agonisante». Et 100% des sujets ont atteint l'étape du choc considéré comme intense (285 volts).

«La publication des premiers résultats de Milgram a eu l'effet d'une bombe, explique le docteur Robert J. Vallerand, directeur du Laboratoire de psychologie sociale de l'Université du Québec à Montréal. Avant de réaliser cette expérience qui est aujourd'hui un «classique» de la psychologie sociale, Milgram avait consulté des psychiatres et des psychothérapeutes qui avaient prédit que moins de 2% des sujets accepteraient d'infliger des chocs douloureux à un inconnu.»

Les critiques adressées au chercheur tournent autour de deux points: on juge les participants à l'expérience non représentatifs de l'ensemble de la population ou encore, on estime que nombre d'entre eux ne croyaient pas réellement qu'ils infligeaient des chocs électriques. Les rencontres qui ont suivi l'expérience et les manifestations psychosomati-

ques observées durant son déroulement montrent que, si quelques participants ont douté de la réalité des chocs électriques, la grande majorité a sauté à pieds joints dans le «bateau expérimental». Quant à la représentativité des échantillons choisis, on ne peut plus en douter, car il y en a eu de nombreux autres depuis. En effet, le chercheur américain a poursuivi ses travaux durant près de dix ans. L'expérience initiale et ses nombreuses variantes ont été répétées et confirmées dans plusieurs pays, avec toutes les couches de la population.

DANS LA VRAIE VIE AUSSI

Du laboratoire à la réalité, on pourrait croire qu'il y a une grande marge. André Normandeau, directeur du Centre international de criminologie comparée à l'Université de Montréal, ne le croit pas: «Une des conclusions inévitables du travail du psychologue Milgram est que des citoyens calmes et tranquilles, simplement en exécutant leur travail, et sans hostilité particulière, peuvent devenir des agents d'un terrible processus destructif.» Pour le professeur Vallerand, il y a bien sûr des différences énormes entre les situations

en temps de guerre et la situation expérimentale créée par le psychologue américain. Mais on peut sûrement s'attendre à ce que l'autorité d'un militaire soit beaucoup plus forte que celle d'un universitaire qui ne possède aucun moyen autre que son statut de représentant de la science.

Ces résultats montrent que, parmi toutes ces valeurs subjectives qui devraient être, notre vie durant, les guides indispensables de nos jugements, c'est le respect à l'autorité qui semble l'emporter. La chose n'est pas aussi étonnante qu'on pourrait le penser: en passant du stade de nouveau-né à celui d'adulte, l'individu doit assimiler les règles de base de la vie en groupe et, surtout, apprendre à obéir à l'autorité «officielle»; celle de ses parents, celle du professeur, etc.

Une deuxième constatation ressort de l'ensemble de ces études: nous n'agissons pas selon nos valeurs, mais selon ce qui fonctionne le mieux dans une situation donnée. Nous nous adaptons... La pression du groupe, tout autant que l'autorité, peut exercer un poids important sur notre jugement et nous faire mettre ces valeurs «sous le tapis», le temps d'un acte répréhensible. D'ailleurs, de nombreux rapports d'Amnistie signalent que les tortionnaires n'agissent jamais seuls. Ils sont toujours entourés de confrères qui les encouragent, les surveillent ou les menacent.

LA CONSCIENCE ÉTOUFFÉE

Dans le rapport de son expérience, Milgram explique l'obéissance comme une conséquence de la structure hiérarchique de l'autorité. Une personne continue d'obéir pour deux raisons: premièrement, un ensemble de facteurs qui l'enchaînent à la situation et, deuxièmement, un rajustement de sa pensée, qui réduit

Tous les jeudis pendant des années, les mères et les épouses des disparus argentins ont défilé devant le palais présidentiel de Buenos Aires pour réclamer la vérité.



Sygnia

les conflits internes en faveur de l'autorité. Tout l'objectif de la formation militaire est d'accroître les facteurs «enchaînant» et de réduire les problèmes de conscience, en éliminant chez la recrue toute trace d'ego, en vue d'une acceptation inconditionnelle de l'autorité militaire. On ne peut douter du haut degré d'efficacité de cette formation quand on sait qu'en période de guerre une personne normale peut, après quelques mois de «mise au pas», finir par tuer des hommes, des femmes et des enfants, sans que sa conscience en soit profondément affectée, et souvent pour des raisons qu'elle ignore.

La torture se retrouve surtout dans le monde militaire et paramilitaire, où la rapidité à obéir est développée au plus haut point. Ce milieu, hautement hiérarchisé, constitue l'assise principale des États totalitaires. Mais la torture n'est pas que le fait des militaires. Les fonctionnaires qui transmettent les ordres, autorisent les actes, les psychologues, médecins et psychiatres qui acceptent de coopérer avec le pouvoir en place participent également à la torture et sont, pour la plupart, dans le même processus de conditionnement que les militaires.

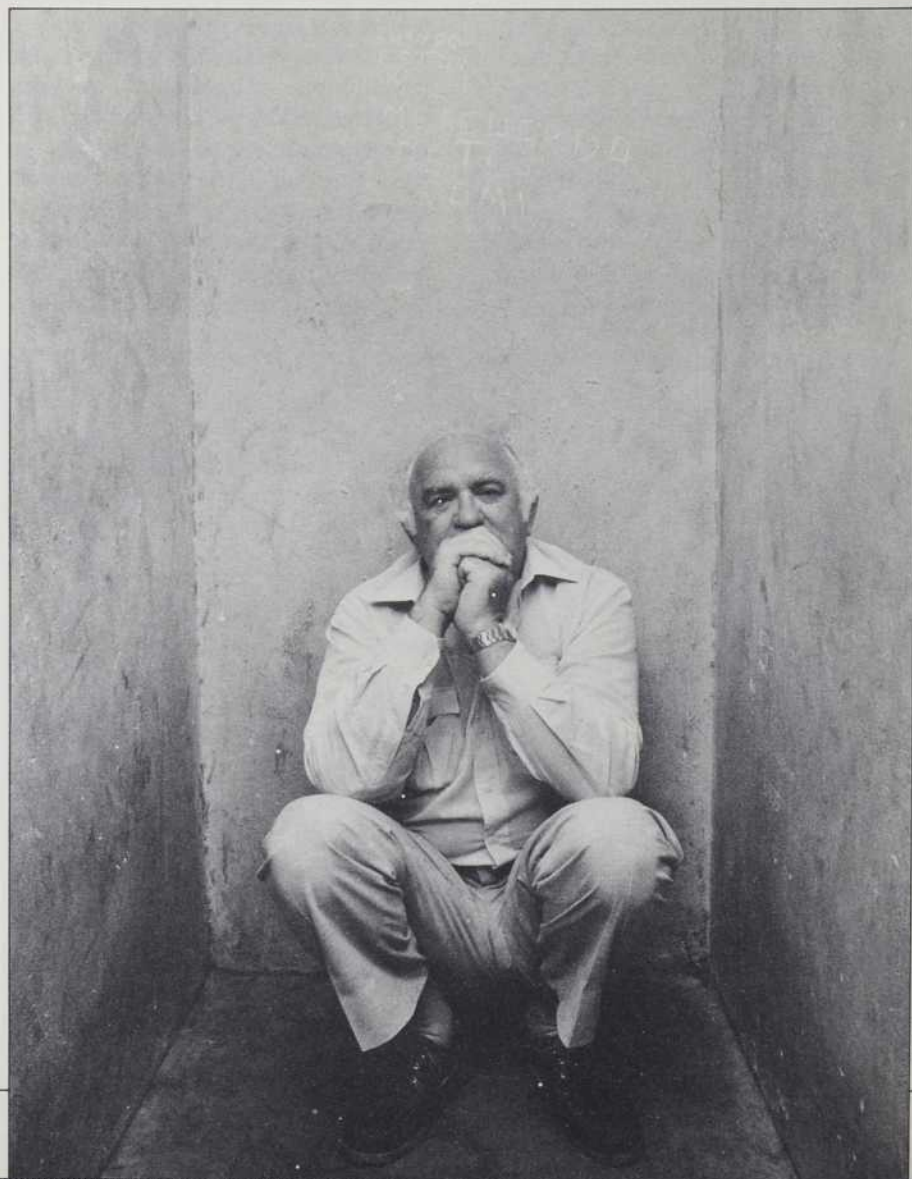
Selon Amnesty internationale, il est de plus en plus question de tortionnaires «scientifiques» dans les témoignages des rescapés de la torture. L'autorité fait appel à ces spécialistes de la «santé» pour falsifier des rapports d'autopsie, modifier des rapports médicaux. Mais également, pour concevoir de nouvelles techniques de torture aussi cruelles que les méthodes conventionnelles, qui ont cependant l'avantage de ne laisser aucune trace physique. Parmi celles-ci, il y a l'utilisation d'amphétamines pour rendre le sujet anxieux et «bavard», d'agents psychotiques pour induire la confusion ou le suicide. Et aussi, d'une façon croissante, le recours à des drogues cancérogènes qui provoquent des maux violents et même la mort de l'individu, quelque temps après sa libération. À cet arsenal chimiothérapique, il faut ajouter depuis quelques années des techni-

ques psychologiques, comme la déprivation sensorielle et l'exposition constante à des bruits assourdissants ou à des lumières aveuglantes. Le tortionnaire porte, de plus en plus, le sarrau du scientifique.

Soulignons que tous ces complices ont souvent du mal à se sentir responsables des conséquences de leur action bien que sa finalité ne leur soit pas inconnue. Les spécialistes soutiennent que dans nos sociétés modernes, complexes et très hiérarchisées, il est psychologiquement facile pour un individu d'ignorer sa responsabilité, lorsqu'il ne constitue qu'un petit rouage d'une chaîne d'événements aboutissant à un acte répréhensible.

Une des variantes de l'expérience de Milgram montre très bien cette particularité du comportement humain. Ainsi, lorsque le sujet transmet la responsabilité d'infliger le choc électrique à une troisième personne, 90% des sujets vont jusqu'au bout de l'expérience, infligeant par l'intermédiaire de l'exécutant le choc maximal, sans se sentir vraiment concernés par les conséquences de leurs ordres. Les exécutants, pour leur part, reportent la responsabilité de leurs gestes sur l'autorité. Cette dernière attitude est une des constantes du monde de la torture. Les bourreaux du régime des colonels grecs, qui répétaient inlassablement aux membres du jury qu'en torturant ils

Pendant plus de deux ans, le célèbre journaliste argentin Jacobo Timerman a connu l'enfer des prisons du régime militaire. Après le retour à la démocratie, il visite la cellule où il était incarcéré.



ne faisaient que leur devoir, adoptaient un raisonnement commun à la plupart des individus qui se retrouvent coincés dans un rôle d'exécutant à l'intérieur d'une structure hiérarchique.

DIVISER POUR TORTURER

On retrouve également, chez ces acteurs de première ligne qui pratiquent régulièrement la torture, d'autres mécanismes psychologiques d'adaptation. Robert Jay Lifton, psychiatre à l'Université Yale, parle de «barrière psychologique», qui permet à l'individu de collaborer avec le pouvoir tout en conservant une bonne estime de lui-même et de bien séparer son travail de bourreau durant le jour de ses activités de bon père de famille.

Il faut donc l'admettre: du tortionnaire à monsieur tout-le-monde, la distance semble bien courte. Même si certains individus sont plus doués que d'autres pour la tâche, la qualité de «sadiques» n'est nullement un préalable à l'emploi. Elle pourrait même être un handicap, les véritables sadiques fonctionnant difficilement à l'intérieur d'un cadre rigide comme celui de l'armée.

Mais le problème de l'obéissance à l'autorité n'est pas seulement psychologique. Il faut plus que des tortionnaires potentiels pour que le mal s'infilte dans une société, explique le docteur Cormier: «La forme de la société est également importante. Ainsi, dans les camps de concentration allemands, il existait une atmosphère collective qui était le résultat de dix années de propagande raciste.» Les témoignages de survivants nazis, condamnés par la suite (recueillis par le cinéaste Claude Lanzmann dans le documentaire *Shoah*, 30 ans plus tard) montrent d'une façon bouleversante l'effet de la propagande sur le tissu social. Cette déshumanisation de l'adversaire, poussée à un degré extrême, est importante dans l'implantation de traitements inhumains. Il est beaucoup plus facile de tuer quand on est persuadé d'avoir des monstres en face de soi.



Une arrestation au Salvador. La force des armes et l'habitude de l'obéissance aident à voir l'adversaire comme un simple gibier sur lequel on a tous les droits.

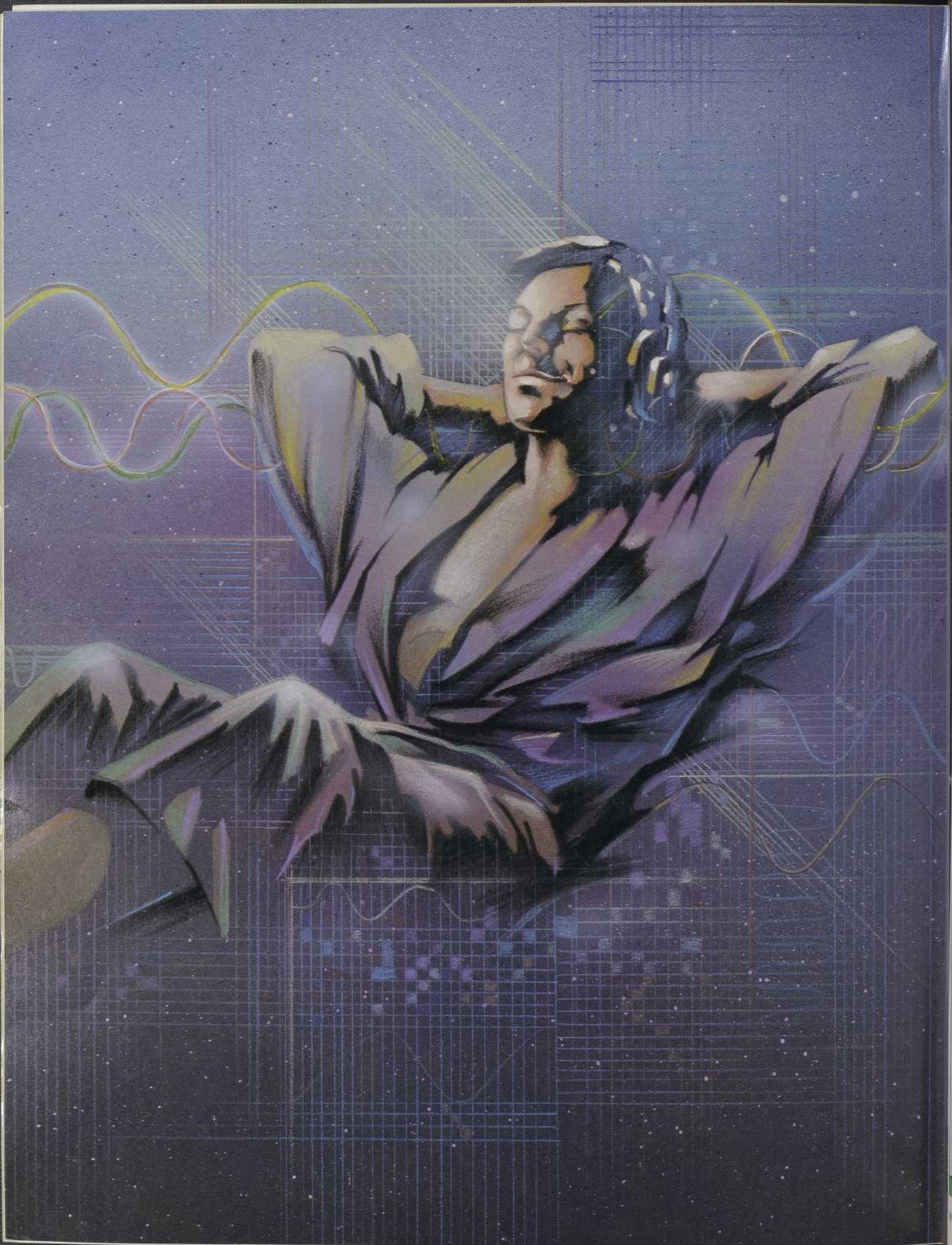
Sygm

De plus, selon Ervin Staub, psychologue à l'Université du Massachusetts des études révèlent une tendance profondément ancrée chez les humains à diviser le monde en deux groupes, «nous» et les «autres», et à se distinguer des autres selon des critères très discutables. Dans les pays en situation de guerre ou dans les États d'extrême-droite ou d'extrême-gauche, le pouvoir utilise amplement cette tendance naturelle. La situation de crise qui a cours est habituellement définie d'une façon grossière qui justifie les comportements inhumains et la torture. Bien sûr, ce processus de déshumanisation se fait à l'intérieur d'une idéologie. La bonne cause qui permet tout. Un exemple parmi d'autres: «... les gardiens de la révolution... se mettent à la place du fusillé (en pensée, bien sûr) et, par la même occasion, se débarrassent de tout ce qui pourrait faire d'eux des tyrans...» (Message publié le 24 avril 1979 par le Tribunal islamique).

Et avant aujourd'hui, avant le IIIe Reich, avant la purge stalinienne et avant bien d'autres grands moments de notre époque, la torture était déjà bien installée. Il suffit de

retourner quelques siècles en arrière pour le constater: carcans, piloris, fouets, gibets et bûchers faisaient partie du paysage du Moyen Âge et de la Renaissance. L'épreuve de la question à laquelle était soumis tout suspect ou déviant était en fait une séance de torture dont la pratique était codifiée dans les lois. Et les exécutions qui suivaient les aveux étaient des spectacles populaires.

Les mœurs actuelles sont moins violentes, les conditions de vie moins difficiles, du moins pour une partie de l'humanité. Mais la torture demeure omniprésente et ses utilisateurs lui confèrent un objectif beaucoup plus ambitieux qu'à l'époque de la question: celui d'asseoir le Pouvoir. Elle ne constitue cependant plus un acte «qui va de soi». Des individus et des groupes comme Amnistie internationale, tentent de dépister cette pratique et de la dénoncer. Et pour le docteur Cormier, l'amélioration globale de la qualité de la vie sur la planète et l'explosion des moyens de communication font qu'il existe maintenant une «sensibilité collective» face à ces comportements... humains et condamnables. □



T

mus
nou
com
rela
[...
aux
D
100
ont
auss
n'ont
subi
et re
E
son,
sur le
dusa
deter
me, v
Ce d
s'adr
prom
subit

D

Mais
perce

OLIVIER SCH

SUBLIMINAL

mythe et réalité

**La détente subliminale n'a pas tous les pouvoirs qu'on lui prête.
Elle pourrait cependant jouer un rôle actif
dans certaines psychothérapies**

Tous les soirs à 23 h, CIME-FM invite ses auditeurs à une «cérémonie personnelle de détente». «Pendant que la musique accapare votre conscient, nous dit-on, des suggestions subtiles commandent à votre inconscient un relâchement physique et psychique [...]. Cette émission ne s'adresse pas aux automobilistes...»

Depuis le 25 septembre 1978, 10 000 à 13 000 personnes par jour ont entendu ce message. Elles ont aussi reçu d'autres messages qu'elles n'ont pas entendus: des suggestions subliminales leur procurant détente et relaxation.

Devant le succès de cette émission, la Fondation pour la recherche sur les impressions subliminales produisait en 1980 un premier disque de détente subliminale. Puis un deuxième, un troisième... et un quatrième. Ce dernier, lancé en octobre 1986, s'adresse aux enfants, et on nous promet qu'il y en aura d'autres. Le subliminal se vend bien.

DES VOIES NOUVELLES

Mais que savons-nous au juste de la perception subliminale? Les seules

données ayant été largement diffusées à ce jour proviennent d'une enquête maison effectuée en 1980 par CIME auprès des auditeurs de *La détente subliminale*. Cette «vérification» n'avait rien de vraiment scientifique.

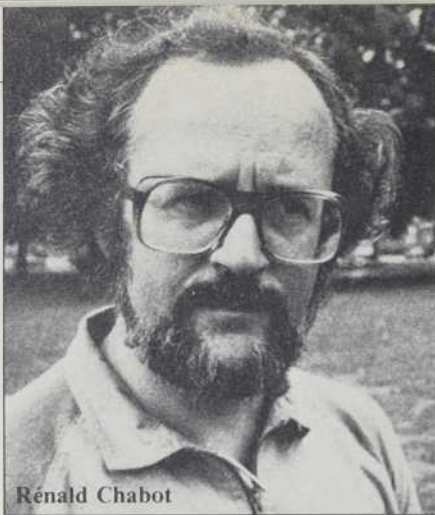
Pourtant, depuis dix ans, des scientifiques tentent de faire avancer nos connaissances sur ce mode de perception inconsciente. Presque dans l'ombre, les psychiatres Louis Chaloult et François Borgeat, dont les travaux ont servi à la réalisation des émissions de détente, ont effectué près d'une dizaine d'expériences très sérieuses sur la détente subliminale et ses effets. Les résultats de ces recherches apportent des éléments nouveaux dans le débat entourant ce phénomène.

Les deux psychiatres affirment d'ailleurs que, s'ils avaient à refaire aujourd'hui les émissions ou les disques de détente subliminale, ils ne les referaient pas de la même façon. Une de leurs expériences récentes les a en effet convaincus que la méthode de relaxation combinant musique et suggestions de détente était plus efficace si l'auditeur percevait, ne serait-ce que faiblement, les messages.

Ce procédé a été emprunté à la suggestopédie, une méthode d'apprentissage des langues associant musique de détente et enseignement. Dans la deuxième phase de cette méthode, le «concert passif», les mots ou les phrases sont prononcés à une intensité plus faible que la musique, tout en demeurant audibles. En se concentrant sur la musique, l'étudiant finit par oublier la présence des messages.

Cette technique a donné les mêmes résultats que la détente subliminale sur le plan physiologique (rythme cardiaque, rythme respiratoire, tension musculaire, température cutanée, etc.). Cependant, les personnes ayant participé à l'expérience ont indiqué que le «concert passif» avait des effets psychologiques plus agréables et plus généralisés. Il permettait d'atteindre plus facilement le «vide mental» et l'absence d'anxiété.

Les résultats de cette expérience modifient les convictions des chercheurs. À tel point que ceux-ci entendent désormais poursuivre leurs travaux sur la base du «concert passif». À la lumière de ces données, les docteurs Borgeat et Chaloult con-



Régnald Chabot



Louis Chaloult



François Borgeat

Régnald Chabot a ouvert la voie en 1974 en utilisant des procédés subliminaux visuels pour la désintoxication des fumeurs. Les docteurs Louis Chaloult et François Borgeat faisaient des recherches sur l'utilisation thérapeutique du subliminal. Leurs expériences réunies ont permis la réalisation des émissions de CIME-FM.

cluent que, pour les fins de la détente, «les messages auront plus de chance de faire effet s'ils sont entendus». Il s'agit donc d'un tournant pour ces pionniers de la recherche sur la perception subliminale.

L'EFFET «LAZY-BOY»?

La théorie du subliminal se trouve-t-elle ainsi contredite? Pas pour ces médecins. Selon eux, le «concert passif» demeure dans la zone du «subliminal large», puisque la personne, distraite par la musique, finit par ne plus entendre consciemment les messages.

Si ces récentes données mettent en doute les pouvoirs du subliminal «pur», les résultats obtenus par Bernard Demers, du Centre de recherches appliquées en sciences humaines, vont encore plus loin dans ce sens. Celui-ci a fait état de son expérience au congrès de l'ACFAS tenu en mai 1986 à l'Université de Montréal.

Après avoir comparé un groupe d'expérimentation de détente subliminale avec des groupes placebo et des groupes témoins, Bernard Demers n'a observé aucune différence dans les mesures physiologiques qu'il a effectuées sur chacun des groupes après les exercices de détente.

Le chercheur est catégorique: selon lui, la détente n'est due qu'à «l'effet lazy-boy», attribuable au fauteuil dans lequel les sujets se sont relaxés! Il conclut que le subliminal n'est qu'un «mythe se réclamant de la science», que «les scientifiques ont eu tort de tolérer».

DÉGONFLER LE MYTHE

Le docteur Borgeat et son équipe demeurent toutefois convaincus de la réalité de la perception subliminale. Selon eux, les conclusions de Bernard Demers dépassent les données de son expérience. Il importe, précisent-ils, de distinguer le phénomène lui-même, ses effets et son utilisation. Les nombreux travaux menés par cette équipe, de même que ceux des psychologues Norman Dixon, en Angleterre et Lloyd Silberman, aux États-Unis, tendent à démontrer que la perception subliminale est un phénomène réel. *Québec Science* a déjà exposé l'hypothèse de cette perception dans un article antérieur («Les perceurs de conscience», Luc Chartrand, *Québec Science*, août 1981).

Si les dernières données ne sonnent pas le glas de cette théorie, elles portent quand même un coup dur à la croyance voulant que le procédé subliminal soit une machine à miracles ou un instrument de manipulation collective. François Borgeat en convient. «Nos recherches démystifient les méthodes de relaxation, affirme-t-il. Il n'y a pas de recette miracle, et toutes les méthodes peuvent avoir des effets physiologiques semblables. Toutefois, ces méthodes peuvent être appréciées différemment selon les affinités et les besoins de chacun.» Pour lui, la détente subliminale demeure une méthode de relaxation tout à fait valable, parce que facile à pratiquer et très accessible. Elle ne demande aucun entraînement particulier et n'est pas astrei-

gnante. De plus, le recours au concert passif lui apparaît comme une amélioration de cette méthode.

ENRICHIR L'IMAGINAIRE

Le docteur Borgeat reconnaît d'autre part que l'application des procédés subliminaux aux techniques de relaxation n'est pas la meilleure utilisation qu'on puisse en faire. La «voix subliminale» aurait plus sa place en médecine psychosomatique et dans certaines psychothérapies où l'imagerie mentale joue un rôle important.

Cette piste est apparue aux chercheurs à la suite d'une comparaison entre les effets subjectifs de quatre méthodes de relaxation. Le *training* autogène et la relaxation progressive, deux techniques de détente utilisées en psychothérapie, ont produit la meilleure détente corporelle. La détente subliminale, quant à elle, s'est révélée supérieure aux autres méthodes pour la production d'émotions et la stimulation d'images mentales.

À la suite de cette constatation, les psychiatres Chaloult et Borgeat soutiennent que la détente subliminale pourrait être particulièrement utile lorsqu'on cherche à stimuler la vie imaginaire des sujets. «On conçoit aisément, écrivent-ils, qu'en stimulant le monde fantasmatique de certains patients [...] leur évolution pourrait s'en trouver facilitée ou accélérée.»

Cette hypothèse a été vérifiée une première fois auprès de personnes souffrant de douleurs chroniques liées à une incapacité d'expression

émotive (ce que la psychiatrie nomme *alexithymie*). Musique de détente et messages subliminaux poétiques ont eu pour effet d'atténuer les symptômes de cette maladie des temps modernes. L'anxiété et la dépression qui y sont liées ont, elles aussi, régressé.

Les impressions subliminales pourraient également jouer un rôle utile dans le traitement des problèmes de libido. On sait que le comportement sexuel est largement influencé par l'inconscient. Or, des stimulations «romantico-érotiques» préconscientes, toujours associées à la musique de détente, ont produit chez des personnes participant à une autre expérience, une augmentation des images mentales érotiques. Ces personnes ont aussi noté un accroissement de leur désir sexuel et de leurs activités sexuelles. Cette voie est très prometteuse, puisque 50% des consultations en psychothérapie concernent des problèmes de libido.

Reste à déterminer si les effets mesurés au cours de ces expériences peuvent être suffisamment nets et durables pour avoir une importance clinique. Déjà Louis Chaloult et François Borgeat envisagent la possibilité d'utiliser ce procédé dans des

thérapies individuelles; les traitements de suggestion subliminale seraient alors conçus en fonction des besoins particuliers du patient. Des travaux se poursuivent dans ce sens.

L'ENVERS DES MOTS

Voilà qui est loin du mythe du subliminal capable de modifier le comportement de quelqu'un à son insu ou contre son gré, pour servir les intérêts d'un quelconque Big Brother. «Ceux qui y voient une telle menace, affirme le docteur Borgeat, sont hors de la réalité.»

Déjà en 1956 le psychologue Dixon reconnaissait que «rien ne permet scientifiquement de penser qu'il puisse y avoir des possibilités de manipulations subliminales». On aurait donc tort d'attribuer à ce procédé des effets que les scientifiques ne lui ont jamais reconnus.

Mais tous ne s'encombrent pas des subtilités de la science pour exploiter le filon. Aux États-Unis, par exemple, des groupes *hard rock* ont déclaré avoir inséré dans leurs chansons des messages subliminaux incitant au suicide, à la consommation de drogues, à la violence, à l'homosexualité et à la nécrophilie!

Des associations de parents et des Églises sont parties en guerre contre ces groupes, leur assurant ainsi une publicité inestimable.

Pour ajouter au mystère et à l'exploitation de la crédulité, certains auraient utilisé des messages subliminaux inversés. La chanson «Another one bites the dust», du groupe Queen, peut ressembler à «It's fun to smoke marijuana», si elle est jouée à l'envers. Mais pour que ces messages aient un effet quelconque, il faudrait que l'inconscient puisse percevoir et déchiffrer dans une phrase d'apparence anodine une autre phrase dont les sons ont été inversés! Pas mal futé, cet inconscient.

Probablement inspirée par la réussite des disques et des émissions de détente subliminale, une firme québécoise annonce une cassette «d'ondes astrales», qui procurent détente et relaxation, éliminent le stress et augmentent le désir sexuel. D'autres, plus inventifs, ont devancé la science et conçu des produits qui font appel au «subliminal olfactif». On vous propose donc des parfums exerçant une «attraction sexuelle irrésistible», grâce à une odeur indétectable consciemment. Gare à vous en l'employant!

C'est ce genre d'utilisation qui alimentent la paranoïa de ceux qui voient du subliminal partout, jusque dans les biscuits et sur les billets de banque. Car le subliminal et ses présumés pouvoirs continuent de faire marcher les imaginations. Pourtant, si l'on a pu observer des effets, d'ailleurs subtils, de ce procédé, c'était toujours quand les sujets étaient dans des conditions optimales: relaxation profonde, grande passivité, consentement à l'expérience. De plus, les objectifs n'étaient jamais contradictoires avec les désirs ou la personnalité des sujets.

La fameuse détente subliminale ne surviendra donc pas à n'importe quel moment, dans n'importe quelle situation. Et probablement pas si vous écoutez l'émission de CIME-FM au volant de votre voiture. Au mieux, cela stimulera votre imaginaire et vous aidera à patienter dans les embouteillages. □



Afin de financer ses recherches, l'équipe Chabot-Borgeat-Chaloult a créé, en 1980, la Fondation pour la recherche sur les impressions subliminales, qui a produit quatre disques.

DEMAIN, L'ORDINATEUR POLYGLOTTE ?

Les nouvelles voies de la traduction automatique passent par l'analyse grammaticale

ANNE-LOUISE CHAMPAGNE

■ L'histoire se passe en 1960. Des Américains venaient de mettre « au point » (les guillemets s'imposent) un système de traduction automatique par ordinateur de l'anglais au japonais et vice versa. Premier essai, premières difficultés à franchir.

■ Fébrilement, l'opérateur entre une phrase anglaise : *Out of sight, out of mind* (Loin des yeux, loin du cœur). Bourdonnements, ronronnements, des caractères japonais apparaissent sur l'écran. Peut-être que personne dans l'assistance ne connaissait cette langue, l'histoire ne le dit pas. Quoi qu'il en soit, on décide de revenir à la phrase initiale anglaise. Ronronnements, bourdonnements, on obtient : *Invisible idiot* !

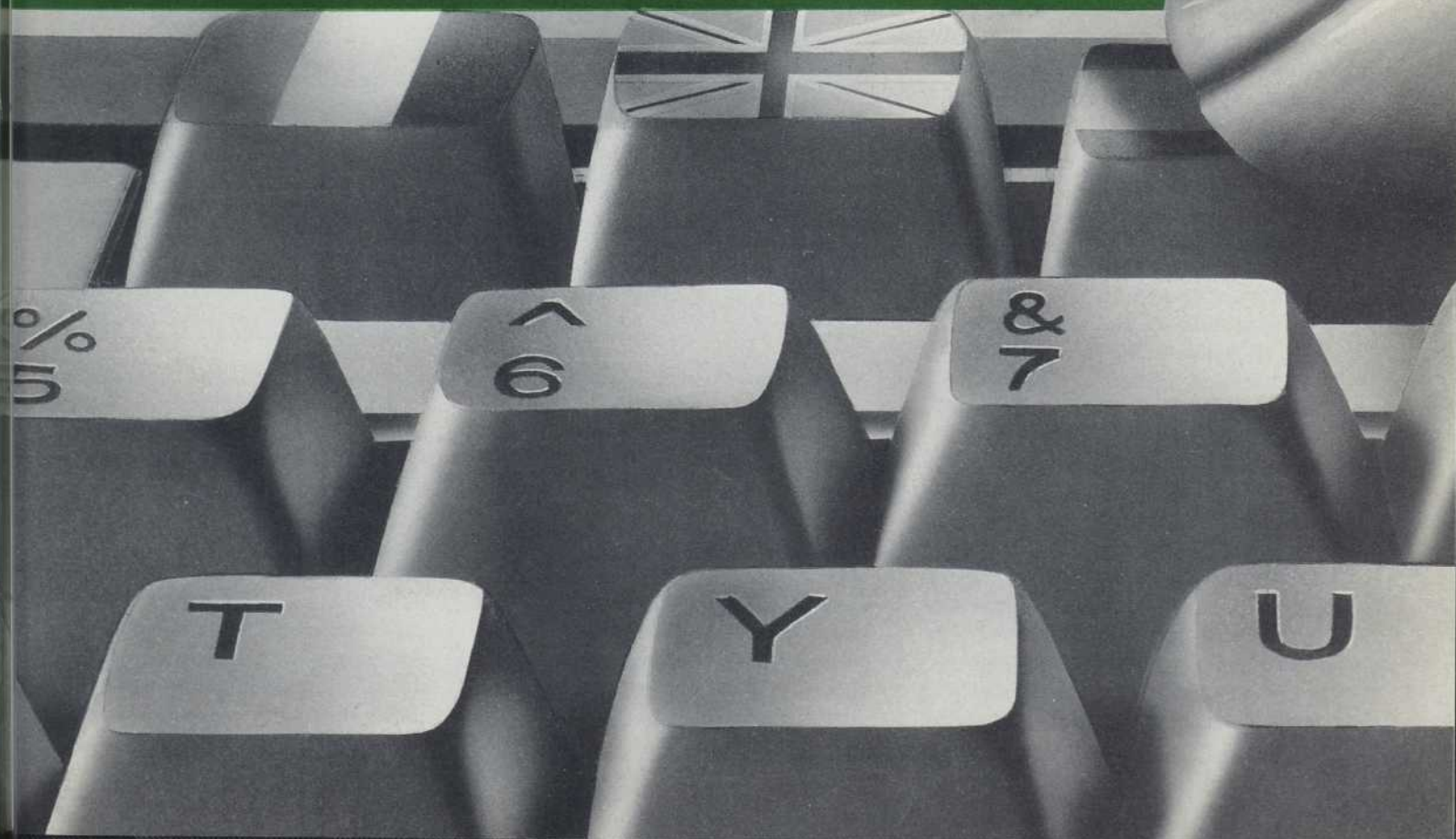
Tout n'a pas toujours été facile en informatique ! Et surtout pas le passage de l'informatique dite numérique à celle qui permettrait de manipuler les mots. Pourtant, tout paraissait simple. En voyant l'ordinateur manipuler aisément d'interminables colonnes de chiffres, les informaticiens espéraient beaucoup pour la suite. Et tout naturellement, durant les années 50, ils firent leurs premiers essais d'automatisation de la traduction. On ne se doutait pas alors qu'on allait très vite se heurter aux limites de l'informatique classique.

La méthode initiale de traduction automatique était simple : dans un premier temps, l'ordinateur reconnaissait un mot, c'est-à-dire une série de lettres entre deux espaces. Puis, il comparait ce mot à ceux des volumineux dictionnaires que contenait sa mémoire. Il choisissait un équivalent et le plaçait à la suite des autres. Cela donnait une phrase dont tous les mots étaient français — si bien entendu on traduisait vers le français —, mais dont le sens était... plus que douteux !

NE M'AVEZ VOUS
PAS MENTIONNE
VOS TALENTS DE
TRADUCTEUR ?



SI, PUEDO LEER
EN VARIAS
LENGUAS PERO
CON UN
ORDENADOR.



L'une des premières difficultés est l'existence de plusieurs significations françaises pour un seul mot anglais. Par exemple, le mot *pen* peut signifier «plume» ou «parc» (pour bébé). Or, l'ordinateur, qui ne «comprend» pas le texte, ne peut se servir du contexte, comme le ferait un traducteur, pour choisir l'équivalent juste. Les premiers essais de traduction automatique furent donc assez décevants.

UNE NOUVELLE CONCEPTION

Ils auraient d'ailleurs pu mener à une impasse. En 1964, le gouvernement américain chargeait un comité de faire le point sur les recherches en traduction automatique. Deux ans plus tard, ce comité publiait le rapport ALPAC, qui critiquait, dans un premier volet, l'approche à court terme de la plupart des projets et recommandait au gouvernement de cesser leur financement. Le second volet a fortement contribué à donner à la recherche son orientation actuelle: le comité y proposait de réorienter la recherche vers la linguistique informatique et l'intelligence artificielle (IA).

Cette nouvelle voie s'appuyait sur l'idée de faire reproduire par l'ordinateur la démarche humaine du traducteur. Ce dernier va en effet d'abord «comprendre» le texte en langue-source, avant de le reporter dans la langue-cible. Cette démarche demande de porter des jugements; par exemple, de décider du sens d'un mot d'après le contexte.

Une telle tâche relève plus de l'intelligence artificielle que de l'informatique classique. Dans cette dernière, la suite des opérations est définie à l'avance par un algorithme. La particularité de l'IA est au contraire d'exécuter des tâches qui ne peuvent être entièrement prévues, parce qu'elles demandent un jugement.

Les premiers résultats concrets de cette nouvelle approche ont été enregistrés au Québec. En 1974, le Bureau des traductions du gouvernement fédéral s'adressait à l'Université de Montréal pour lui com-

mander un système de traduction automatique des bulletins de météo d'Environnement Canada (voir *Québec Science*, décembre 1980). Trois ans plus tard, TAUM-Météo commençait à traduire ses bulletins quotidiens. Aujourd'hui, le même système est toujours en service — il fonctionne maintenant sur micro-ordinateur — et s'avère le procédé de traduction automatique le plus efficace, avec près de 15 millions de mots traduits annuellement.

Des systèmes de traduction assistée par ordinateur (TAO) existent actuellement en France et au Japon. En France, les usagers du Minitel ont accès à Systran. Ce système de TAO est valable pour de petites traductions occasionnelles: le vocabulaire que Systran peut traduire par Minitel est restreint. Toutefois, pour les besoins plus réguliers, il existe également un service-abonnement, plus complet.

Dans le cas de Systran, traduction assistée par ordinateur signifie plutôt révision par l'utilisateur une fois le texte écrit. Mais les Français disposent également d'un logiciel de TAO, baptisé Transactive, qui s'utilise en mode «interactif». Ce mode nécessite l'intervention de l'opérateur durant la traduction: l'ordinateur propose une version d'une phrase ou d'un mot et le traducteur corrige les ambiguïtés qui se présentent.

Sans doute à cause des difficultés de communication dues à la complexité de leur langue, les Japonais ont, eux aussi, ressenti le besoin de mettre au point des systèmes de TAO. Une centaine d'utilisateurs à ce jour travaillent sur Atlas-I, leur premier système industriel de traduction. Tout comme Systran et Transactive, Atlas-I est un système de première génération, c'est-à-dire un système fonctionnant sur une base syntaxique: chaque phrase est traduite mot à mot. La présence d'un opérateur est nécessaire pour la correction des phrases produites.

Les Japonais se tournent maintenant vers la deuxième génération en TAO. Ils ont d'ailleurs déjà produit quelques systèmes (Atlas-II, Pivot); mais ceux-ci sont encore imparfaits, et ils demandent toujours une révision humaine.

Ce qui différencie la deuxième génération est l'approche sémantique: les phrases sont analysées en fonction de leur signification. Elles sont expri-

mées sous forme de réseaux sémantiques, une représentation indépendante du langage naturel, avant d'être réécrites en langue-cible. Cette représentation intermédiaire rend possible la création de systèmes multilinguaux, c'est-à-dire capables de produire simultanément des textes cibles dans plusieurs langues.

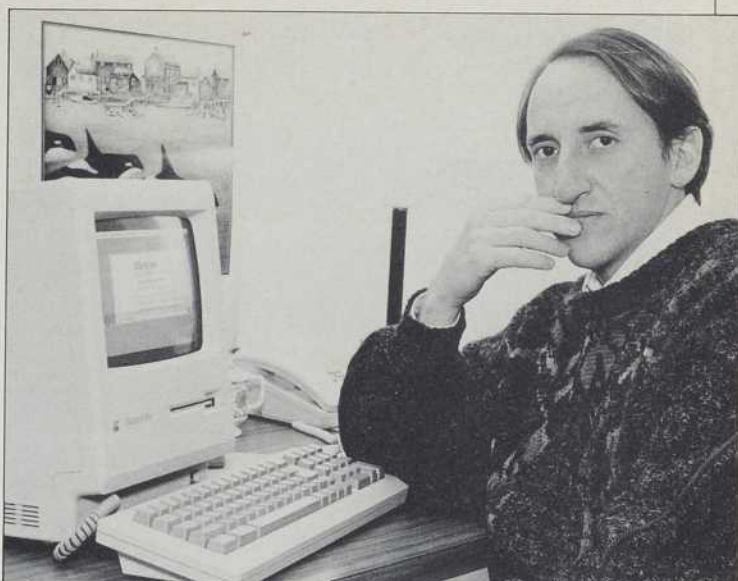
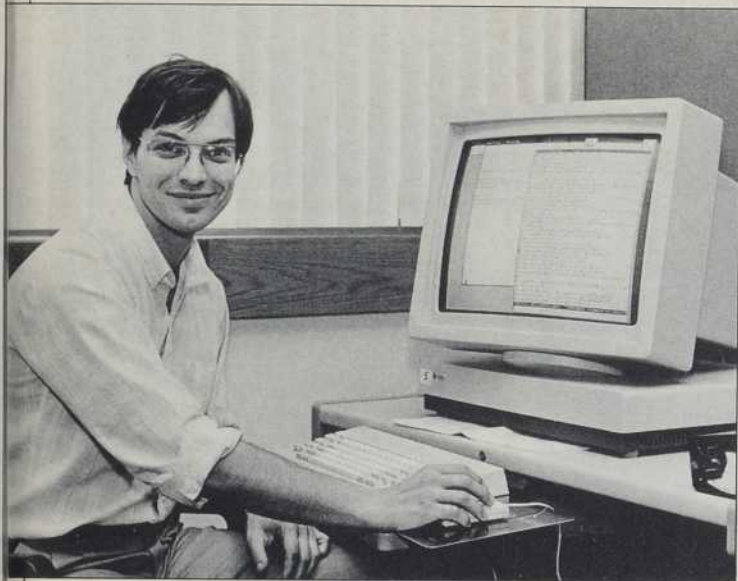
Deux importants projets de recherche sont en cours au Japon, toujours dans cet esprit de seconde génération. En avril dernier, a été créé l'Electronic Dictionary Research Institute (EDR). Cet institut va conduire un projet de recherche de neuf ans, appuyé par un crédit de 30 milliards de yens (283 millions de dollars canadiens). Le but: établir un dictionnaire électronique regroupant 200 000 mots japonais et autant de mots anglais, ainsi que 100 000 termes techniques. La particularité: y ajouter un dictionnaire des concepts, c'est-à-dire la représentation de chacun des mots sous forme de réseau sémantique.

Le second projet est tout aussi ambitieux. Il s'agit du téléphone traducteur, qui doit permettre à des personnes de langues différentes de converser chacune dans sa propre langue, sans délai. Le principe paraît simple: la voix des interlocuteurs est analysée par un système de reconnaissance de la parole, puis traduite par TAO et enfin restituée dans le langage correspondant par un dispositif de synthèse vocale.

Les Japonais semblent toutefois fort conscients de la complexité de réalisation de ce système, puisqu'ils ont planifié un programme de recherche de 15 ans et de 90 milliards de yens (850 millions de dollars). Un centre de recherche dédié au téléphone traducteur s'est ouvert à Osaka en avril dernier, sous la surveillance du professeur Makoto Nagoa, figure de proue de la TAO au Japon.

(D'après *Sciences et Techniques*)

Les chercheurs de l'Université de Montréal ont travaillé dans la ligne de pensée du rapport ALPAC. Au lieu d'aligner des traductions de mots, leur ordinateur procède à une analyse sémantique et syntaxique du texte. Du côté sémantique, cela lui permet de tenir compte du contexte dans le choix d'un équivalent français. Quant à l'analyse syntaxique, des grammaires implantées sur ordinateur lui donnent des renseignements sur les relations entre les mots;



Jacques Côté

D'après Pierre Isabelle, du Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail, les outils informatiques du traducteur vont évoluer vers les systèmes intelligemment assistés, capables, entre autres, de repérer les fautes de syntaxe.

Pierre Plante, du Centre d'analyse de texte par ordinateur, est le concepteur de Déredec, un système de programmation pour l'analyse des langues naturelles.

elles déterminent, par exemple, quel est le sujet d'un verbe, ou indiquent, dans l'expression «le chat de Marie», qui appartient à qui!

Si les chercheurs ont obtenu de bons résultats dans le cas de la météo, c'est que l'analyse des textes est facilitée par un vocabulaire restreint et aussi parce que les informations peuvent s'exprimer en quelques phrases types. «Mais traduire n'importe quel texte choisi au hasard, ce n'est pas pour demain», dit Pierre Isabelle, du Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail.

L'INFORMATIQUE À LA PORTÉE DES LINGUISTES

En attendant, les chercheurs en linguistique informatique et en IA s'intéressent aux moyens de faire manipuler le français par la machine. La façon d'y arriver est de concevoir des grammaires pour ordinateur, qui lui permettent de procéder à l'analyse du texte. Malheureusement, il y a un problème au départ: tous les linguistes ne sont pas programmeurs et, de leur côté, les programmeurs ne connaissent pas nécessairement bien les théories linguistiques.

Une solution à ce problème a été trouvée au Centre d'analyse de texte par ordinateur (Centre d'ATO) de l'Université du Québec à Montréal.

Il s'agit du logiciel Déredec, que son concepteur Pierre Plante définit comme «la boîte à outils des chercheurs en traitement du langage naturel». Ce logiciel permet d'emmagasiner des données textuelles (plutôt que des chiffres). C'est aussi une batterie de fonctions utiles à l'implantation de grammaires sur ordinateur.

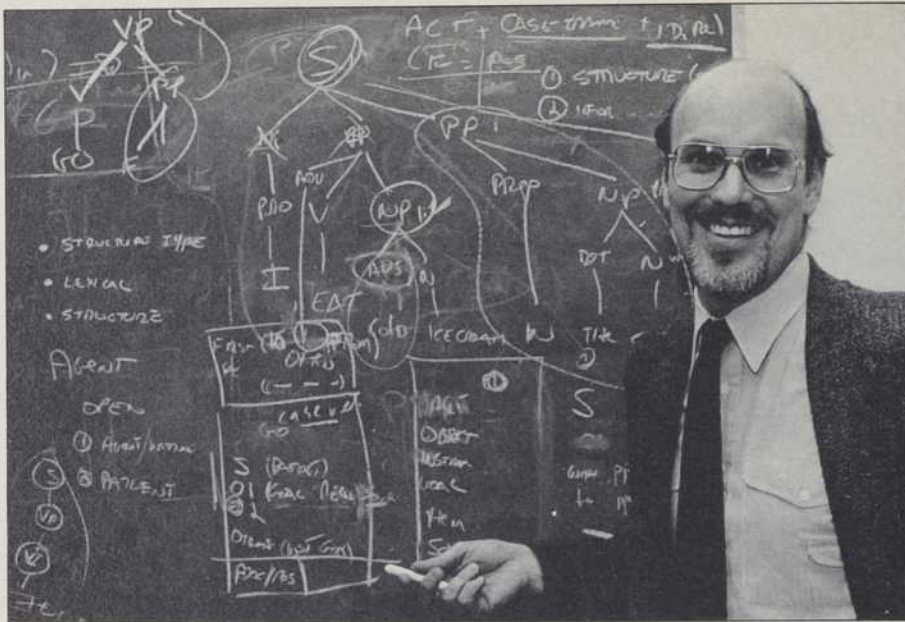
Les chercheurs du Centre d'ATO se servent évidemment de Déredec pour concevoir des grammaires pour ordinateur, comme le progiciel CBSF, (Catégorisation de base syntaxique du français). CBSF détermine «tout simplement» la nature des mots (nom, verbe...). Cette connaissance permet à l'ordinateur de corriger un texte du point de vue grammatical, plutôt que seulement sur le plan de l'orthographe. La performance est par conséquent meilleure que celle des dictionnaires disponibles avec les traitements de texte, qui ne sont finalement qu'une liste de mots à comparer avec le texte à corriger.

Un exemple: *résidant* ou *résident*? Les deux sont présents dans le glossaire, qui n'y verra donc pas de faute. Mais la forme *résident* est un nom commun et *résidant*, un participe présent. Ainsi, si le progiciel CBSF l'a catégorisé comme nom commun, et que le mot est écrit en «ant», la faute sera soulignée.

Au Centre d'ATO, un des objectifs à moyen terme est d'établir un système de révision/correction de texte qui réunirait un ensemble de progiciels comme le CBSF. L'intégration des différents progiciels devrait se faire harmonieusement, dans la mesure où ils sont tous programmés à partir de Déredec.

L'analyse de texte par ordinateur n'est pas la seule question qui intéresse les chercheurs en traitement du langage naturel. À l'Université de Montréal, le groupe Incognito (pour informatique cognitive) s'est penché sur le processus inverse: la production automatique de textes. Un premier système a été mis au point en 1985. Il s'agit d'un générateur automatique de rapports boursiers. À partir de données numériques de la Bourse de New York, le système peut produire un rapport boursier quotidien, en français. Ce texte n'a pas besoin de révision humaine.

Le groupe n'a pas l'intention de s'arrêter là. «Nous sommes en train de définir le projet SCRIPTUM, explique Guy Lapalme, membre d'Incognito. Nous visons la production de deux types de textes, ceux décrivant les situations, comme le rapport boursier, et des textes décrivant des procédures, comme des instructions d'entretien ou de réparation.»



Carl Frederiksen, du Laboratoire de science cognitive, analyse le processus cognitif de notre cerveau pour, ensuite, le faire reproduire par l'ordinateur.

INTELLIGEMENT ASSISTÉ

Pour la production de textes comme pour la traduction, il existe, jusqu'ici du moins, une contrainte: les sujets traités doivent être très spécialisés. Ceci incite à la prudence. Peut-être qu'un comportement intelligent ne peut tout simplement pas être reproduit par une approche informatique. Mais des progrès importants sont tout de même réalisés dans le traitement du langage naturel, et ils peuvent être appliqués dès maintenant comme aide à des tâches diverses. Ainsi, on parle de plus en plus de gestion documentaire, d'enseignement et de traduction «intelligemment assistés».

La classification et la gestion de documents sont déjà réalisables par l'informatique classique, à l'aide de mots clés. Ces codes permettent à l'ordinateur de retrouver tous les articles pouvant être réunis sous une même rubrique.

L'approche de la gestion documentaire intelligemment assistée est différente. L'ordinateur analyse les textes à classer; il en prend connaissance, pour ainsi dire. Aussi, plutôt que de les reconnaître grâce aux titres ou à l'aide de mots clés, l'ordinateur sait de quoi il est question à l'intérieur des documents. Et c'est ici que

s'explique l'expression «intelligemment assisté»: lors de la recherche d'un document, l'ordinateur peut guider l'utilisateur en lui demandant de préciser ses questions.

La difficulté à trouver d'autres domaines aussi bien circonscrits que la météo a également incité les chercheurs en traduction automatique à examiner cette notion d'assistance. Au Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail (CCRIT), en plus de chercher d'autres domaines convenant à la traduction entièrement automatisée, on pense à mettre sur pied des postes de travail spécialisés en traduction.

Ces postes de travail réuniront différents outils informatiques susceptibles de faciliter le travail du traducteur. On parle donc d'accès à des bases de données terminologiques, de traitements de texte multilingues, de liens de télécommunication entre le traducteur et le client et d'une aide à la rédaction, qui se résume pour le moment à un correcteur orthographique.

«Ces postes de travail relèvent pour l'instant de l'informatique classique, explique M. Pierre Isabelle du CCRIT. Mais leur avenir se dessine dans la voie de l'intelligence artificielle. Les postes de travail deviendront plutôt des systèmes de traduction intelligemment assistée. [Nous

y revoilà!] Ce qui signifie, par exemple, que les correcteurs ne seront plus seulement orthographiques, mais détecteront aussi les fautes grammaticales.»

Cela pourrait signifier aussi la création d'un outil pour évaluer la qualité d'une traduction. Les travaux de Carl Frederiksen, du Laboratoire de science cognitive appliquée de l'Université McGill, vont dans ce sens. La science cognitive cherche à comprendre comment les humains exécutent des activités intelligentes, pour faire reproduire ces besoins à l'ordinateur. «Notre méthode de travail est donc de bâtir des modèles de processus intelligents, pour les implanter sur un ordinateur», explique M. Frederiksen.

Carl Frederiksen travaille actuellement avec des traducteurs. La particularité de ses travaux est de s'intéresser aux novices autant qu'aux traducteurs expérimentés. «Ceci permet de comprendre l'évolution dans l'acquisition de leur expertise.» Le but est de réaliser un système interactif qui pourra assister «intelligemment» un traducteur débutant ou avancé, et même un expert.

Non, les chemins ne manquent pas en traitement du langage naturel. D'après Richard Parent, du Bureau central de l'informatique, l'informatique «numérique» semble arrivée à un certain plafonnement. C'est là une première raison qui incite à explorer les avenues de recherche de l'intelligence artificielle.

Mais il y a plus. Les chercheurs en traitement du langage naturel ont reçu un appui politique au Sommet de la francophonie qui se tenait à Paris en février 1986. Le ministère français de la Recherche a présenté un rapport au titre évocateur: «Programme national de description de la langue française écrite et parlée pour son usage par les ordinateurs».

Son auteur propose que la francophonie collabore à des descriptions de la langue pour les ordinateurs, comme les grammaires et les dictionnaires ont été écrits à l'usage des humains. Un dossier à suivre au prochain Sommet de la francophonie à Québec, en septembre 1987. □

Pour les touristes, les chutes du Niagara représentent un spectacle unique au monde. Ce qu'ils ne savent peut-être pas, c'est que la rivière qui les alimente charrie un cocktail explosif de centaines de substances hautement toxiques, qui se déversent dans le lac Ontario. Un lac d'où quatre millions de riverains tirent leur eau potable. Avec une certaine appréhension...

«Pour l'instant, l'eau potable du lac Ontario répond à toutes les normes de sécurité. Sauf qu'elle contient aussi des substances toxiques que nous sommes incapables d'identifier. Honnêtement, j'ignore si elle peut être consommée sans risques...» déclare Rick Findlay, d'Environnement Canada. M. Findlay participait récemment au Symposium international sur les substances toxiques dans le Niagara, tenu à Toronto.

La rivière, qui coule du sud au nord en provenance du lac Érié jusqu'au lac Ontario, sépare l'État de New York de l'Ontario. Sur 37 kilomètres, elle traverse un labyrinthe d'industries pétrochimiques et d'aciéries qui profitent de l'électricité bon marché. En retour, la présence concentrée d'une zone hautement industrielle, notamment en territoire américain, perturbe l'écosystème depuis des décennies.

Car le problème n'est pas nouveau. Dès 1948, une Commission d'enquête avait révélé que diverses substances de source industrielle et domestique contribuaient largement à la pollution de la rivière Niagara. La construction d'usines de traitement des déchets et le contrôle des rejets industriels a depuis largement réduit la plupart des polluants traditionnels.

Mais récemment, des analyses plus poussées ont mis au jour de «nouvelles» substances toxiques. «Les tests actuels permettent de repérer environ 40 substances connues, mais on estime qu'il en existe

S'INTOXIQUER AU NIAGARA



Environnement Canada

Dans les chutes du Niagara, tourbillonnent des centaines de substances toxiques, qui forment une dangereuse mixture.

800 autres», souligne M. James Kingham, directeur général des Programmes environnementaux des Grands Lacs, à Environnement Canada. En contact les unes avec les autres, ces substances formeraient une dangereuse mixture, ce qui complique leur identification. Environ 95% des substances toxiques retrouvées dans la rivière Niagara proviennent de sources américaines.

Leurs effets sur la santé humaine ne sont pas encore clairement établis. Mais on ne prend pas de risque: l'Ontario a interdit la pêche de certaines espèces, en raison d'une accumulation de mirex et de dioxine dans les poissons du lac Ontario. Certains experts affirment qu'en raison de la bio-accumulation, le PCB se concentre 1 000 fois plus dans l'organisme des poissons que dans l'eau.

Lors du symposium de Toronto, les quatre principaux organismes de protection de l'environnement du Canada et des États-Unis ont signé une entente mixte qui fixe des moda-

lités d'action et établit des échéanciers de dépollution. Selon cet accord, on devrait réduire de 50% d'ici 1996 les neuf tonnes de substances toxiques déversées quotidiennement dans la rivière Niagara. De plus, les deux pays s'engagent à publier régulièrement un rapport sur les progrès réalisés. «Plutôt qu'un système basé sur le calcul de la concentration à la source des substances toxiques, l'accord vise une réduction du volume global des substances», précise M. Kingham.

L'application de l'accord signé à Toronto devra tenir compte des nouvelles techniques dont on dispose, des sites industriels, des lois, des règlements et des normes établies en matière d'hygiène et de qualité de l'environnement.

L'entente était d'autant plus attendue que l'État de New York, un gros pollueur industriel de la rivière Niagara, n'avait pas de règlement sur lequel le Canada aurait pu s'appuyer pour le contraindre à nettoyer la



rivière. «L'entente actuelle pourrait entraîner une modification de la législation américaine», indique James Kingham.

La pollution de la rivière Niagara a deux sources: les déversements et les fuites des sites d'enfouissement industriels. Une étude menée en 1984 par Environnement Canada a indiqué que les 37 sources de déversement recensées (29 américaines) étaient à l'origine de 95% des substances toxiques dangereuses retrouvées dans le Niagara.

De 1975 à 1985, la concentration de certaines substances toxiques a diminué dans le Niagara, à la suite de l'adoption de plusieurs lois. «Mais cette concentration pourrait remonter en flèche en raison des fuites récentes de certains sites d'enfouissement industriels», prévient Rick Findlay.

Une situation d'autant plus inquiétante que 145 des 200 sites d'enfouissement se trouvent à moins de cinq kilomètres du Niagara, du côté américain. Et, sur ce nombre, environ 60 sont susceptibles de contaminer le Niagara. On soupçonne que ces fuites expliquent la présence dans la rivière de substances toxiques interdites au Canada, comme le Dieldran, un pesticide dont les services d'Environnement Canada ont retrouvé des traces, alors qu'il est interdit depuis plusieurs années.

L'entente prévoit donc, pour la première fois, le creusage et le nettoyage de sites d'enfouissement hautement toxiques, y compris le tristement célèbre Love Canal, du côté américain de la rivière, ainsi que celui de Hyde Park, le réservoir de dioxine le plus important du monde, dont les fuites sont connues.

Lors du symposium, le ministre fédéral de l'Environnement, Tom McMillan, a qualifié l'entente canado-américaine de «départ et d'aboutissement». De fait, si pareil accord représente l'aboutissement de 40 années d'un triste constat, le véritable travail de dépollution, lui, ne fait que commencer...

Claude Forand

L'ANTIROUILLE À L'HUILE MÉTROPOLITAIN

Une formule brevetée, vous permettant de conserver votre véhicule durant 15 ans

La rouille

Parmi tous les problèmes auxquels doivent faire face les automobilistes, celui de la rouille en est un de taille.

La rouille, hydroxyde de fer, produit de la corrosion du fer en présence de l'oxygène de l'air et en milieu humide, est un mal naturel qui affecte les véhicules. Il existe deux types de rouille: la rouille de surface et la rouille interne. La première origine de la disparition de la couche protectrice, la peinture, et la deuxième, beaucoup plus grave, ronge le métal à partir du dessous de la carrosserie.

Les antirouilles

Les procédés conventionnels d'antirouille sont connus et offrent des garanties. Aujourd'hui, la majorité des manufacturiers accordent des garanties de trois à cinq ans contre les perforations *externes*. Mais ces garanties (assurances) ne suffisent pas, à elles seules, à empêcher la rouille de s'installer.

Le traitement à l'huile Métropolitain est excellent pour tous les véhicules, neufs ou usagés. Il est particulièrement recommandé parce que moins onéreux que les antirouilles conventionnelles (moins de 50\$) et parce que l'efficacité du traitement est telle qu'une perforation causée par la rouille conservera la même apparence et la même dimension un an plus tard. L'huile, chauffée à 52 °C, a la fluidité nécessaire pour traverser tous les replis de la carrosserie et ainsi stopper la progression de la rouille.

La mise au point

En partant du principe qu'il fallait protéger le métal de l'action néfaste de l'eau, de l'humidité et du calcium avec un enduit d'huile, il se révéla important de considérer les caractéristiques du produit. L'enduit devait avoir les caractéristiques suivantes: visqueux, afin d'adhérer aux surfaces traitées, incolore ou de couleur pâle et aussi limpide que possible, inodore ou du moins être d'odeur agréable.

Une formule fut trouvée et ensuite confiée au CRIQ, Centre de recherche industrielle du Québec, pour une analyse sévère et pour apporter les modifications et améliorations qui s'imposaient. Les quatre premiers critères d'évaluation des mélanges effectués en laboratoire étaient les objectifs originaux des travaux: adhérence, couleur, odeur, viscosité. À ces critères de base, venaient s'ajouter: miscibilité des composantes, facilité de mélange. Ainsi, le produit fut constitué de six composantes: trois huiles dont les chaînes de molécules sont de longueurs différentes, des additifs chimiques anticorrosifs et une fragrance pour éliminer l'odeur de l'huile.

Le secret

L'huile est chauffée à 52 °C et projetée sous pression. L'enduit pénètre donc aisément dans tous les replis de la carrosserie, et ce aussi facilement que l'eau peut le faire; lors de l'application du traitement, l'huile Métropolitain ressort toujours par les mêmes interstices. Cette huile imbibe les tôles et son action pénétrante combinée à une facilité d'adhésion travaille pendant plus d'un an.

Un investissement sûr!

Un calcul simple permet de constater que pour un investissement de moins de 55\$ par an, vous évitez des réparations majeures à la carrosserie (tout près de 1 000\$) et pouvez facilement retarder de quelques années l'achat d'un autre véhicule ou obtenir une meilleure valeur de revente, soit une économie de 1 000\$ à 10 000\$ à 15 pour cent d'intérêt par an, ce qui fait du traitement à l'huile Métropolitain un investissement sûr!

La garantie

Antirouille à l'huile Métropolitain vous offre une garantie d'un an. Si le véhicule reçoit le traitement à tous les ans, la garantie se prolonge pour une durée maximale de 15 ans.

Maintenant quatre succursales

Antirouille à l'huile Métropolitain a maintenant quatre succursales à travers la province: à Québec, au 2343, boul. Hamel, (418) 687-5660; à Trois-Rivières (Saint-Louis-de-France), au 1600, boul. Saint-Louis, (819) 378-8222; à Longueuil, au 340, Rolland-Therrien, (514) 651-5531 et à Laval, au 600, boulevard Saint-Martin est, (514) 668-9883.

HYPERTENSION

DÉTENTE À L'HORIZON

Les victimes sont tout simplement innombrables. Dans la seule province de Québec, on estime à entre 600 000 et 1 200 000 le nombre des personnes qui souffrent d'hypertension artérielle; de 10 à 20% de notre population, rien de moins. L'ennui avec cette maladie si répandue est qu'elle peut sévèrement écourter les jours de ceux qu'elle attaque. Elle constitue de fait un facteur de risque majeur dans l'apparition des problèmes cardio-vasculaires. En bref, les hypertendus ont une épée de Damoclès suspendue au-dessus de leur tête: la menace d'une crise cardiaque. Qui plus est, les causes de ce syndrome demeurent jusqu'à ce jour à peu près inconnues. «Sauf dans un quart des cas environ, où on la relie à des facteurs d'ordre rénaux ou endocriniens, la ou les origines de l'hypertension nous échappent toujours», explique le docteur Serge Carrière, directeur du département de médecine de l'Université de Montréal. Mais à défaut d'en connaître les causes, chercheurs et médecins s'activent du moins à en combattre les effets.

Le problème, c'est que les hypertendus, ressentant peu de contre-coups de leur mal, acceptent difficilement de subir des traitements contraignants qui entraînent à leur suite une cohorte d'effets secondaires. Résultat: ils ont la fâcheuse tendance d'abandonner leur médication en cours de route. C'est un peu pour faciliter la tâche à ces «malades qui se sentent bien» que des chercheurs français ont mis au point l'indapamine, commercialisée ici sous le nom de Lozide.

En mars dernier, le Lozide était à l'honneur au Symposium sur l'hypertension qui réunissait à Montréal plusieurs spécialistes internationaux de la question, invités par le laboratoire pharmaceutique Servier Cana-

da. Effectivement, au dire des panélistes, même si elle est peu connue chez nous, l'indapamine, qui a fait ses preuves en Europe depuis 1975, pourrait être une solution vraiment efficace au fléau artériel. «Il s'agit d'une molécule lipophile qui a très peu d'effets diurétiques, mais une forte action hypotensive», explique le docteur Jean Vigne, professeur agrégé au Val-de-Grâce. Les avantages de ce médicament apparaissent nombreux: une utilisation simplifiée (la prise d'un seul comprimé par jour), une sensation de bien-être et une minimisation des effets secondaires, même chez les diabétiques et chez les patients souffrant d'insuffisance rénale. Mais ce produit a cependant un inconvénient: il peut déclencher, bien que ce soit très rare, un déséquilibre asthénique. Pourtant, chez 70% des patients traités, les résultats obtenus ont été très positifs. Quant aux cas rebelles, ils peuvent être soignés en alliant le Lozide à d'autres médicaments, et ce tout en réduisant considérablement la quantité de produits secondaires à prescrire. Pilule miracle? Chez les personnes âgées du moins, l'utilisation de Lozide semble pouvoir régler bien des problèmes auxquels se heurtaient plusieurs thérapies traditionnelles.

«Il n'existe cependant pas vraiment de médicament miracle dans ce domaine», précise le docteur Pierre Larochelle, de l'Institut de recherches cliniques de Montréal. «Même s'ils sont rares, les effets secondaires du Lozide existent bel et bien.» Selon lui, l'hypertension ne constitue d'ailleurs qu'un des facteurs déclencheurs de maladies cardio-vasculaires parmi d'autres, comme la cigarette, le taux élevé de cholestérol ou l'obésité. «Traiter l'hypertension tout en refusant de s'attaquer aux autres facteurs est un peu absurde, note-t-il. On devrait de plus en plus s'éloigner des

médications pour miser sur la diète et l'exercice.»

Quoi qu'il en soit, le docteur Larochelle travaille activement avec une équipe de l'Institut de recherches cliniques pour mettre au point un médicament anti-hypertenseur qui aurait l'avantage d'être un produit naturel. En effet, il existe en nous une hormone appelée couramment ANF, qui est produite par certaines cellules des oreillettes du cœur. Or, une fois réinjectée, cette hormone a une action directe sur la tension artérielle. «On s'efforce de créer des molécules artificielles qui auraient les mêmes effets que l'ANF, mais sans posséder sa fragilité», explique le chercheur. Les avantages de ce qui pourrait être le médicament de l'avenir? Connaître le rôle que joue cette hormone dans l'hypertension, exercer un meilleur contrôle physiologique et diminuer encore davantage les effets secondaires. «Les résultats ne sont pas pour demain, conclut Pierre Larochelle. Mais si l'ANF nous livre ses secrets, nous ferons sans doute un grand pas dans le traitement de cette maladie.»

Odile Tremblay

MR T CONTRE LE SIDA

(D'après *New Scientist*) Des scientifiques américains ont découvert une protéine qui pourrait combattre le virus du SIDA simplement en prenant sa place. Appelée peptide T, la protéine peut occuper, sur les membranes cellulaires, les mêmes sites récepteurs que le virus du SIDA. Si une victime était traitée avec un médicament à base de peptide T, les membranes cellulaires préférées du SIDA afficheraient complet. N'ayant pas d'endroit où s'accrocher, le virus pourrait être expulsé du corps. Les chercheurs des National Institutes of Health croient que cette découverte ouvre une avenue de plus vers une thérapie du SIDA. Ils espèrent pouvoir effectuer des tests cliniques d'ici peu.

LE RÊVE EN BITS

Il ne s'agit pas d'un nouveau guide d'interprétation des rêves mais de votre clavier d'ordinateur. Les clés de votre Apple pourraient en effet vous dévoiler des règles de comportement qui se cachent dans vos rêves. Mme Aude Dufresne, du Département de communication de l'Université de Montréal, a mis au point un logiciel permettant d'extraire du contenu des rêves des éléments réguliers qui font croire à l'existence d'un processus décisionnel inconscient.

Jusqu'à maintenant l'application de l'informatique à la psychologie des rêves était limitée à des fins statistiques. Le simple décompte des éléments présents dans les rêves d'une personne ne permettait pas d'observer le rapport que le rêveur établissait avec le contenu de son rêve. Basé sur les théories de psychologues comme Evans et Baylor, pour qui les rêves jouent un rôle actif dans la prise de décision en situation de conflit, le programme de Mme Dufresne permet de dégager des règles d'action susceptibles de se reproduire dans la vie éveillée.

Le point central de ces stratégies d'action serait la recherche d'un équilibre. «Dans les rêves étudiés, souligne Mme Dufresne, plus l'équilibre des relations diminue, plus le dormeur devient mal à l'aise et cherche à modifier son comportement afin de rétablir l'équilibre. Il ne peut toutefois y arriver et, à la limite, la tension provoquera le réveil.» L'objet du programme est d'identifier ce qui provoque telle ou telle réaction entraînant des états d'équilibre ou de déséquilibre.

Pour y arriver, l'individu découpe le récit de son rêve en phrases structurées selon le même modèle (sujet, verbe, objet). Puis il les classe selon un code simple comprenant six types de relation (approche, agression, évitement, identification, association,

création, comprenant quatre niveaux d'intensité: positive, négative, moyenne, ambivalente). La règle vaut pour tous les genres de rêves, du cauchemar aux phantasmes érotiques. À partir de l'interprétation qu'en fait l'ordinateur, le sujet peut prendre conscience d'un modèle de comportement et tirer ses propres conclusions: «Si dans telle situation je fais ceci, il se passe cela.»

Pour concevoir ce programme destiné à la recherche, Mme Dufresne s'est inspirée des méthodes d'observation du comportement des poissons rouges et des oiseaux. «Ces techniques, dit-elle, nous permettent de repérer ce qui provoque telle ou telle réaction instinctive comme un mouvement de nageoire ou un chant particulier. De la même façon, le comportement en rêve est une réaction automatique non contrôlée, et

son codage permet d'en comprendre le processus.»

Les similitudes ou les relations entre le comportement onirique et le comportement éveillé restent toutefois à démontrer par d'autres types d'observations complémentaires. En fournissant un outil d'objectivation des rêves, les travaux de Mme Dufresne ouvrent la voie à de nombreuses recherches dans ce sens. Ainsi, il sera plus facile de déterminer, par exemple, si les éléments de la vie active influencent le contenu des rêves, si les rêves offrent une compensation à des manques, ou si les hommes réagissent de la même façon que les femmes face à des contenus identiques. En se métamorphosant en disquette, Morphée nous livrera peut-être quelques-uns de ses secrets.

Daniel Baril

DES MILLIONS POUR LE CRIM

Le Centre de recherche en informatique de Montréal (CRIM) recevra, d'ici 1991, 18,9 millions de dollars du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science. Cette contribution financière est la plus importante qui ait été accordée par le gouvernement du Québec dans le domaine de la recherche en informatique. Selon le ministre Claude Ryan, cette subvention permettra au CRIM de devenir le plus grand centre multi-industriel et multi-universitaire de recherche en informatique au Canada. Fondé en 1983, le CRIM regroupe les universités Concordia, McGill, de Montréal, du Québec à Montréal et l'École Polytechnique, de même qu'une dizaine d'entreprises.

Par ailleurs, le CRIM s'est associé à CAE Électronique et au groupe CGI pour la réalisation de projets de recherche industrielle dans le

secteur de «l'intelligence artificielle». L'entente avec CAE Électronique portera sur la conception d'un système expert pour la préparation de simulation de vol, domaine où cette compagnie occupe déjà une place de leadership mondial. CAE sera également associé au CRIM pour la mise au point d'un système de reconnaissance de la parole qui serait destiné à la surveillance du contrôle aérien. L'ordinateur écouterait les conversations entre pilotes et contrôleurs et corrigerait les erreurs commises par ces derniers. Conjointement avec le groupe CGI, les chercheurs du CRIM créeront un prototype d'un système qui aidera à la formation de «modélisateurs» de données sans la présence constante d'un expert. Le CRIM vise l'autofinancement de ses activités par la vente de services aux industries.

NUCLÉAIRE

LES NUAGES D'UNE CENTRALE

Malgré la tragédie de Tchernobyl, le lobby antinucléaire de l'Ontario n'aura finalement pas réussi à empêcher le gouvernement de cette province d'aller de l'avant et de réaliser un vieux méga-projet miné par les conflits de travail et les débats politiques houleux depuis 1977: la centrale nucléaire de Darlington, à 70 kilomètres à l'est de Toronto.

Quand ils étaient dans l'opposition, les libéraux avaient farouchement combattu le projet. Aujourd'hui au pouvoir, le premier ministre David Peterson se contente d'indiquer qu'il s'agit d'une «erreur du gouvernement précédent, dont il faut assumer les conséquences». Dans les corridors du parlement, on chuchote que l'État n'avait pas le choix: plus de 7 milliards de dollars ont déjà été engloutis dans ce vaste chantier de construction, qui constitue le gagne-pain de 7 000 ouvriers.

Lorsque les quatre réacteurs nucléaires Candu de la centrale de Darlington fonctionneront en 1992, ils produiront en tout près de 3 600 mégawatts, soit assez pour alimenter trois millions de foyers. Compte tenu des centrales de Bruce et de Pickering déjà en activité, c'est plus de 60% de l'électricité de l'Ontario qui proviendra de l'énergie nucléaire, faisant de cette province l'un des plus gros producteurs du monde.

Une situation inquiétante: depuis le moratoire nucléaire décrété pour l'Amérique en 1976, Darlington est la première centrale nucléaire à voir le jour. Question de nécessité, font valoir les experts ontariens.

«Contrairement au Québec, le relief de l'Ontario est très plat, ce qui ne favorise pas la construction de barrages hydro-électriques», explique Claudette MacKay-Lassonde, ingénieur responsable des prévisions à Hydro-Ontario. Avec un potentiel hydro-électrique global d'à peine 2 500 mégawatts, la province est loin d'avoir les ressources suffisantes pour construire l'équivalent des installations de la Baie James. En revanche, l'uranium, un élément radioactif

naturel qui sert de matière première aux centrales nucléaires, est présent sur place en grande quantité. Pour obtenir son électricité, l'Ontario doit donc composer avec une mosaïque énergétique composée du nucléaire (40%), mais aussi du charbon (35%), de l'énergie hydraulique (15%) et de l'huile (10%).

Depuis plusieurs années, les experts d'Hydro-Ontario s'appliquent à prouver qu'un méga-projet de l'envergure de Darlington n'a rien de frivole: il serait au contraire essentiel pour répondre aux besoins futurs. Chiffres en main, Mme MacKay-Lassonde indique que la consommation annuelle d'électricité a augmenté de 5% au cours des dernières années, alors que les prévisions n'étaient que

de 2,5%. «Durant les années 70, nos prévisions ont été exagérées, reconnaît-elle. Mais elles sont actuellement inférieures à la demande réelle.»

Ce n'est pas l'avis des adversaires du nucléaire. «Hydro-Ontario a la réputation de constamment crier au loup et de surévaluer les besoins réels de la province», raconte Larry Solomon, chercheur pour le groupe Enquête énergétique (Energy Probe) à Toronto. On en a la preuve avec la centrale à huile de Wesleyville, dont les travaux entrepris au coût de 232 millions de dollars ont été abandonnés en 1980.

Le groupe soutient aussi que même la fermeture des deux centrales nucléaires actuellement en activité n'empêcherait pas Hydro-Ontario de répondre à la demande actuelle, que l'on estime gonflée d'environ 50%.

Selon Larry Solomon, Hydro-Ontario serait plus préoccupée d'enfler les besoins futurs qui justifient sa

La centrale de Pickering, en Ontario. Cette province tire déjà plus de 30% de son électricité du nucléaire. Avec la centrale de Darlington, ce sera 60%.



Classement mondial de l'électricité produite au nucléaire en 1985

Pays	Pourcentage de l'électricité produite au nucléaire
France	65%
Belgique	60%
Taiwan	53%
Suède	42%
Suisse	40%
Finlande	38%
Bulgarie	32%
RFA	31%
Espagne	24%
Japon	26%
Corée	26%
Hongrie	24%
Royaume-Uni	19%
États-Unis	19%
Tchécoslovaquie	15%
Canada	13%
RDA	12%

Source : Ministère du Commerce international et de l'Industrie, Japon. Aspects.

propre croissance que d'encourager les économies d'énergie, comme le prouve le peu d'initiatives en ce sens. « Contrairement à d'autres formes d'énergie, les centrales nucléaires doivent être planifiées plusieurs années à l'avance. Mais il est irréaliste de prédire la consommation énergétique d'ici l'an 2000 ! » souligne ce chercheur.

Le cheval de bataille des mouvements comme Enquête énergétique, c'est évidemment la sécurité des réacteurs nucléaires Candu. Un malaise exacerbé par les accidents de Tchernobyl et de Three Mile Island, et qui se répercute dans la population : lors d'un récent sondage provincial, 63% des répondants ont affirmé que le nucléaire représente le moyen le plus dangereux de produire de l'électricité.

Cela explique qu'à l'annonce des travaux de Darlington, le premier

ministre Peterson ait aussi nommé un comité chargé d'étudier la sécurité des réacteurs Candu. Malgré les bonnes intentions, cette annonce ne fait pas l'affaire de tout le monde. « Aucune étude indépendante n'a jusqu'ici fourni la preuve de la sécurité des réacteurs Candu, et cette nomination politique ne le fera pas non plus », constate Larry Solomon.

L'avenir pourrait bien lui donner raison : le mandat du comité d'étude exclut en effet des sujets comme le sort des déchets nucléaires et le démantèlement des centrales désuètes, deux dossiers qui préoccupent beaucoup les mouvements opposés au nucléaire.

Claude Forand

L'explication des événements les plus simples fait intervenir toute l'histoire de l'univers.

Hubert Reeves

TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

LA PÊCHE AUX IDÉES

Oui, nous voulons que soit encouragé le transfert de technologies dans le domaine des pêches. Mais nous ne voulons plus que les recherches et leurs applications se fassent au gré de la demande, des intérêts de chaque chercheur, des subventions disponibles. Et surtout, nous voudrions être tenus au courant des programmes de formation ou d'expertise technologique dispensés par les institutions.

Questions posées, réponses non équivoques. Rarement atelier de travail aura-t-il été plus productif ! En mars dernier, dans la ville gaspésienne de Grande-Rivière, une quarantaine de pêcheurs et de responsables industriels de la transformation des produits marins ont répondu à l'invitation de Pêches et Océans Canada et du Centre spécialisé en pêches. Quelques institutions universitaires du Québec et des Maritimes ainsi que des représentants ministé-

riels des provinces de l'Est du Canada étaient également présents. Le but de la rencontre : mettre en commun espoirs et récriminations, afin de dégager une ligne de conduite dans les transferts de technologies.

Pêcheurs et industriels ont alors fait valoir leur point de vue. Ils jugent essentiel l'appui financier des gouvernements aux efforts de transferts, mais voudraient voir privilégier certains domaines : l'amélioration de la sélectivité des engins de pêche, le développement des techniques de transformation en usine, l'utilisation des déchets de poissons. « Les pêcheurs nous ont dit qu'ils rapportaient suffisamment de poissons ; ça ne sert à rien de travailler sur une plus grande capacité de capture », illustre Richard Loiselle, organisateur des ateliers. Par contre, le pêcheur de crevettes peste chaque fois que son chalut ramène une trop large proportion de poissons rouges ou de très



Richard Hodgson

Il s'agit moins d'augmenter le volume des prises que de pêcher les « bons » poissons, de la grosseur désirée. C'est là que les nouvelles technologies entrent en jeu.

jeunes crevettes. Si on pouvait n'attraper que les espèces visées, à la grosseur souhaitée... Ou si les usines savaient utiliser les captures accidentelles... Autant de nouvelles avenues de recherche envisagées par les participants, qui rêvent par exemple de saucisses faites de poissons à faible valeur commerciale.

Louise Desautels

BOÎTE À LIVRES

N O U S A V O N S L U P O U R V O U S

L'UNIVERS DE LA SCIENCE

Isaac Asimov

InterÉditions, Paris, 1986

941 pages, 75\$

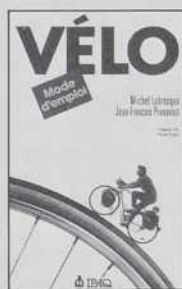
Toute la somme des connaissances scientifiques réunies dans un livre de 900 pages!? Voilà bien le travail d'Hercule que seul un Américain suffisamment imbu de lui-même peut prétendre réussir! Briquer ou pas, Asimov ou pas, la longue «conquête du savoir», pour reprendre le titre d'un ouvrage du même auteur, ne peut évidemment pas se réduire à si peu. Plusieurs historiens des sciences se sont cassé les dents à vouloir faire une histoire globale des sciences. D'ailleurs, la plupart ont compris combien utopique pouvait être cette entreprise.

Bien sûr, Asimov ne prétend pas écrire toute l'histoire des sciences. Il nous en présente plutôt «l'aboutissement», en se servant du fil historique pour coudre ses propos. Astuce intelligente qui lui permet de bien vulgariser la matière. Asimov est d'ailleurs rompu depuis longtemps à cette technique. Malgré ses prétentions, cette première traduction de la quatrième édition du best-seller *Asimov's New Guide to Science* constitue tout de même un ouvrage intéressant et instructif. Asimov y aborde les sciences physiques et biologiques avec un égal succès. On y trouve un solide index qui en fait un bon ouvrage de référence.

Les illustrations se font un peu rares et les quelques photographies, comme les sempiternelles images de l'homme sur la Lune, apportent peu de chose. Asimov est aussi un spécialiste du calcul de l'inraisemblable. Saviez-vous qu'en l'an 3550, si le rythme d'accroissement de la population se maintenait, la masse totale des tissus humains serait égale à la masse de la Terre! Exception faite de ces quelques calculs catastrophiques,

Asimov demeure un optimiste pour qui la science finira toujours par trouver des solutions à nos problèmes. Quoi qu'il en soit, à 75\$, vous avez là, sans aucun doute, la mini-encyclopédie la plus complète possible. Pour le sens critique, il est toujours possible de lire autre chose...

Gilles Drouin



VÉLO, MODE D'EMPLOI

Michel Labrecque

Jean-François Pronovost

Institut du plein-air québécois
Rivière-du-Loup, 1987

176 pages, 12,95\$

Vélo, mode d'emploi est le premier livre québécois touchant à tous les aspects de la bicyclette et du cyclotourisme publié depuis le désormais classique *Du bicycle à pédales au dix-vitesses*. Les auteurs, Michel Labrecque et Jean-François Pronovost, sont deux pros du vélo et, en plus d'avoir roulé leur bosse un peu partout, travaillent dans le domaine. Leur passion transpire tout au long du livre, écrit dans un style alerte et fort engageant.

Le premier chapitre porte sur l'historique, la place de la bicyclette dans le monde et les récents développements technologiques: un pot-pourri qui manque un peu de suivi et qui contient quelques erreurs (par exemple, il y a sûrement plus de 31 millions d'automobiles dans le monde, le Canada en comptant plus de 11 millions à lui seul!).

Les chapitres suivants sont très pratiques et les auteurs s'y

retrouvent dans leur élément. Ils abordent successivement, de façon pertinente et détaillée, les types de vélos sur le marché et les diverses composantes à rechercher, les critères d'achat et les accessoires optionnels. La mise en garde concernant les vélos tout terrain (et non tous-terrains comme on l'écrit une dizaine de fois) semble de mise devant la mode actuelle. Suit un chapitre sur l'art de rouler à vélo de façon sécuritaire: les recommandations — à suivre pour ceux qui tiennent à leur peau — auraient beaucoup gagné à être illustrées abondamment. Le réglage de la selle et du guidon et les techniques de pédalage, de montée, etc., sont bien décrits, même si les photos sont un peu petites.

Le chapitre sur l'entretien du vélo explique clairement le graissage et le réglage des roulements à billes de tout le vélo mais, choix étrange, ne touche pas aux travaux plus courants, réglage des freins et dérailleurs, alignements des roues ou réparations de crevaisons, qui rebutent déjà pas mal de gens et qui sont pourtant essentiels (notons de plus que de démontage de la roue libre se fait en sens inverse de celui indiqué à la page 115!). Plusieurs recommandations du livre auraient plus de portée si on les avait expliquées: il n'est par exemple pas mauvais de savoir que pour monter «en danseuse», debout sur les pédales, il faut placer les mains sur les cocottes de frein (et non en bas du guidon), mais il est plus agréable de comprendre qu'ainsi on dégage le diaphragme et facilite la respiration.

Les meilleurs chapitres du livre sont les deux derniers, qui portent sur la préparation des voyages, le transport d'un vélo, le matériel à apporter et les destinations intéressantes. Les auteurs nous font alors profiter de leur enthousiasme, de leur expérience et de leurs judicieux conseils, portant sur des tas de détails fort utiles à connaître.

Si vous avez déjà lu un ou plusieurs autres livres sur le vélo, ce sont les seuls chapitres du livre qui valent vraiment le coup (et le coût). Voilà donc un livre valable mais sans plus, à n'acheter que si vous ne disposez pas déjà d'un autre savant ouvrage sur le sujet ou si vous vous mettez tout juste à la bicyclette.

Pour terminer avec une légère touche scientifique, voici une petite «colle» de physique sur le vélo. Le cycliste qui effectue un virage subit une variation de vitesse, légère mais perceptible, dans la première moitié de son virage (la variation est inverse dans la seconde moitié). L'avez-vous déjà remarqué? La vitesse augmente-t-elle ou diminue-t-elle, et pourquoi?

À vos vélos!

Raynald Pepin

RÉPONSE

Dans la première moitié d'un virage, la vitesse de la bicyclette augmente légèrement (l'effet est plus perceptible dans un virage serré). Ce résultat est difficile à expliquer en terme de forces, la physique de la stabilité et de la direction de la bicyclette n'étant pas totalement comprise (surprenant, pour un objet que l'on croit si simple!). C'est plus simple de parler en terme d'énergie. Un cycliste possède de l'énergie sous deux formes: une dite cinétique, reliée à la vitesse, et l'autre dite potentielle, proportionnelle à la hauteur du cycliste au-dessus du sol. Au début d'un virage, la bicyclette s'incline, le cycliste s'abaisse et son énergie potentielle diminue pendant que son énergie cinétique augmente car l'énergie totale est conservée. Ainsi la vitesse augmente. Dans la seconde partie du virage, la bicyclette se redresse et l'énergie cinétique gagnée repasse sous forme d'énergie potentielle. S'il n'y avait pas de frottement, la vitesse à la fin du virage serait la même que celle du début.

LIBÉRER LES FAUCONS

Capable de fondre sur une proie à une vitesse de près de 80 mètres par seconde et de la tuer d'un coup de patte terriblement précis, le faucon pèlerin est pourtant un animal très vulnérable. N'eût été la vigilance de scientifiques et de naturalistes avisés, l'espèce *Falco peregrinus* serait sans doute aujourd'hui éteinte. À Saint-André-de-Kamouraska, un groupe de ces protecteurs de la faune libère dans la nature, chaque été depuis 1984, quelques jeunes faucons élevés en captivité.

Désireux de nous faire partager l'enthousiasme qui les anime, les membres du groupe de Saint-André ont pris l'initiative de produire un document vidéo montrant le déroulement des différentes opérations liées à la libération des jeunes rapaces. C'est ce document, intitulé *Le Retour du faucon pèlerin*, qu'on pouvait voir ces jours-ci à Radio-Québec.

Chasseur implacable, le faucon pèlerin est un magnifique oiseau de proie. Son vol rapide,

ses pattes fortes et ses serres puissantes lui permettent de se nourrir presque exclusivement d'oiseaux tués en plein vol. Ainsi, au Moyen Âge, alors que l'espèce était répandue partout dans le monde, les puissants se divertissaient à observer leurs faucons mettre en pièces les blanches colombes qu'on leur jetait en pâture.

Aujourd'hui, ce passe-temps de seigneurs ne se voit plus guère, sauf dans certains albums de bande dessinée (voir le magnifique *Partie de chasse* d'Enki Bilal), pour la bonne raison que le faucon pèlerin ne niche plus maintenant qu'à l'ouest des Rocheuses et dans les régions nordiques. La principale cause du déclin de l'oiseau le plus rapide au monde: les pesticides.

À cause de l'utilisation massive des pesticides dans l'agriculture depuis 1945, les proies dont se nourrissaient les faucons étaient empoisonnées. C'est pourquoi, depuis quelques années, des scientifiques

élèvent des faucons pèlerins en captivité pour ensuite les relâcher dans la nature.

C'est en 1976, du toit de l'hôpital des Vétérans, à Sainte-Anne-de-Bellevue, que des chercheurs du Centre d'étude sur les rapaces du Collège Macdonald relâchaient pour la première fois des faucons pèlerins en territoire québécois (voir *Québec Science*, septembre 1979). Depuis, ce type d'intervention a été renouvelé et expérimenté dans quelques autres coins du Québec.

Le ministère québécois du Loisir, de la Chasse et de la Pêche choisissait, en 1984, Saint-André-de-Kamouraska comme lieu de libération. Par la même occasion, un groupe de naturalistes liés au Comité des citoyens de Saint-André ayant œuvré à la réalisation du Sentier d'interprétation de la batture, ce ministère lui confiait la supervision des activités de libération.

Au cours de l'été 1986, 12 faucons ont été relâchés dans les environs de Kamouraska.



Cet été, huit autres pèlerins prendront leur envol dans la région. Le document vidéo produit par Paul Bisailon et Alain Belhumeur montre comment il est possible, quelquefois, de réparer les effets trop souvent désastreux de l'activité humaine sur les écosystèmes.

Pour se procurer le vidéo: Les Productions Mile-End, Montréal, (514) 273-3033
Les Productions 480 Saint-André-de-Kamouraska, (418) 493-2604.

LÂCHER LES BALLONS... (D'après Discover)

Pour commémorer le centième anniversaire de la tour Eiffel, en 1989, les Français se préparent à larguer dans l'espace une sculpture abstraite d'une circonférence de quelque 25 kilomètres. Mis sur orbite à une distance d'environ 800 kilomètres de sa base de lancement, l'immense dispositif, vu de la Terre, aura la dimension de la pleine lune.

Essentiellement composée d'un tube gonflable, fait d'un mélange de Kevlar et de Mylar, reliant les uns aux autres 100 ballons de six mètres de diamètre, la sculpture a été conçue pour être naturellement éclairée.

En effet, les ballons de Mylar, réunis en un gigantesque chaquet, sont d'excellents réflecteurs de la lumière solaire.

Les architectes et les scientifiques à l'origine de «l'anneau de lumière» ont voulu doter leur œuvre d'une vie propre. Aussi, après trois ans, le dispositif s'autodétruit. Une pièce pyrotechnique sectionnera le tube, ce qui aura pour effet de dégonfler et de dérouler l'anneau, laissant alors échapper les ballons qui glisseront, un à un, loin du lien qui les amarrait. Mus par l'attraction terrestre, les ballons effectueront un dernier vol en spirale avant de

prendre feu en rentrant dans l'atmosphère.

Le projet de «l'anneau de lumière» a été retenu pour sa simplicité et son coût relativement peu élevé (1,5 million de dollars américains). De plus, le jury du concours instauré par la Société d'administration de la tour Eiffel a beaucoup apprécié la symbolique de fraternité internationale que suggère la série de sphères réunies en cercle.

Quelques détails seulement restent à régler avant d'envoyer en l'air, à l'aide d'une fusée Ariane, le conteneur d'à peine un mètre cube dans lequel sera

enfermé le pneumatique spatial. Si tout se déroule comme prévu, une fois dans l'espace, le conteneur explosera et le tube se gonflera comme n'importe quelle bouée de sauvetage.

Selon les six concepteurs de «l'anneau de lumière», l'expérience peut être vue uniquement comme une performance artistique, mais elle peut aussi être considérée comme un pas vers l'invention d'engins spatiaux non motorisés qui pourraient, par exemple, servir de vaisseaux de secours pour les stations orbitales de demain.

Gérald Baril

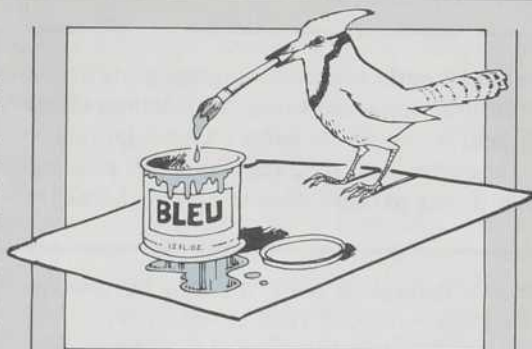
FAUX, L'HOROSCOPE

Sans croire à l'astrologie, on peut fort bien s'en amuser, en se disant qu'au moins, ça ne peut pas faire grand mal. Eh bien, elle n'est peut-être pas si inoffensive, si l'on en juge par ce qui est arrivé à cet étudiant indien. Il s'était procuré un de ces logiciels astrologiques que l'on trouve maintenant sur le marché et s'est vu prédire par son ordinateur un certain nombre de désagréments, dont un accident où il risquait de perdre un membre. Ne pouvant faire face à un aussi noir destin, l'étudiant a fait mentir l'horoscope: il s'est pendu avec sa ceinture.

ARAIGNÉES EN BALLON



Même si elles n'ont pas d'ailes, certaines araignées ont quand même trouvé le moyen de voler. C'est le cas des petites araignées rouges (celles qu'on appelle en anglais *money spider*, parce qu'elles annoncent la richesse à ceux sur qui elles tombent). Avec leurs fils, elles tissent un léger ballon, choisissent une belle piste de décollage, s'accrochent comme il faut... et hop! À elles les voyages. Deux chercheurs de l'Université de Seattle, qui ont étudié le déplacement des araignées, se sont rendu compte que certaines espèces pouvaient parcourir ainsi jusqu'à 20 ou 30 kilomètres pour aller fonder de nouvelles colonies.



L'OISEAU TROMPEUR

Le geai bleu a vraiment des tours dans son sac. Figurez-vous que ses plumes n'ont pas le moindre pigment bleu. En utilisant un ordinateur et deux spectromètres, deux physiciens ont pu démontrer les causes de cette illusion d'optique. En venant frapper des petites poches d'air sur les barbes des plumes, la lumière est décomposée. Toutes les couleurs du spectre traversent le plumage et sont absorbées par les duvets et la peau, sauf le bleu qui est réfléchi jusqu'à notre œil. En fait, c'est le même phénomène qui fait l'azur du ciel.

TOUT POUR LES TORTUES MÂLES!

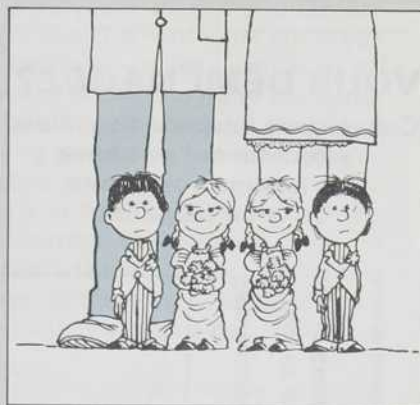
Les meilleures intentions ont parfois de fâcheux résultats. Ainsi, en voulant protéger la survie des tortues marines, les amis de certaines espèces en voie de disparition sont peut-être en train de leur jouer un sale tour. Pour mettre les œufs à l'abri de leurs nombreux prédateurs, ils ont pris l'habitude de les envelopper dans de la grosse toile ou de les mettre dans des bacs isolants jusqu'à leur éclosion. Ils compromettent ainsi la reproduction de l'espèce. On sait, en effet, depuis les travaux du biologiste français Claude Pieau, que les œufs de tortues incubés à une température inférieure à 26 °C donnent seulement des tortues mâles. Cela fait 200 millions d'années que les tortues disposent leurs nids et pondent leurs œufs de telle manière que tous les œufs ne soient pas à la même température et que l'équilibre mâles-femelles soit à peu près maintenu. Aujourd'hui, en mettant les œufs à l'abri, à des températures généralement inférieures à 26 °C, leurs protecteurs sont en train de travailler à la suprématie des mâles et menacent à long terme la survie de l'espèce.

UN BON MÉLANGE

Une nouvelle recette pour faire des bébés? C'est ce que semble proposer un médecin philippin de Manille. Lors d'un récent congrès réunissant des médecins asiatiques à Bangkok, il a en effet recommandé de mélanger le sperme du donneur et celui du mari pour pratiquer l'insémination artificielle. Les chances d'obtenir une grossesse réussie s'en trouvent, paraît-il, accrues (de 20% à 87%). Fait curieux, le médecin en question a refusé de dire aux femmes qui ont participé à cette expérience si elles avaient reçu ou non un mélange de sperme.

L'INTERNATIONALE DES JUMEAUX

Connaissez-vous la recette d'un mariage réussi? Ayez un frère ou une sœur jumelle et épousez des jumeaux ou jumelles. Bien sûr, ce n'est pas à la portée de tout le monde, mais il paraît que ces mariages sont les plus heureux et que le divorce y est tout à fait rare. C'est la conclusion à



laquelle est arrivée une biochimiste de l'Université de Californie, après avoir étudié 100 mariages de jumeaux. On veut bien la croire, mais comme il y a une naissance gémellaire sur 80, le choix d'un conjoint n'est pas très vaste. Aussi, une Américaine, mère de jumelles, a-t-elle décidé de fonder une association appelée *Twins International* (l'Internationale des jumeaux!), dont la première tâche sera de publier un annuaire des jumeaux qui cherchent d'autres jumeaux. Une agence matrimoniale spécialisée, en quelque sorte.

Vonik Tanneau

MOIS PROCHAIN

ÉLECTRICITÉ

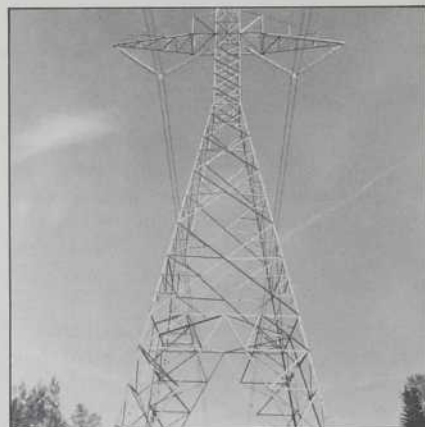
À l'heure où on parle beaucoup de passage de lignes à haute tension, que savons-nous au juste des effets que cela peut avoir sur la santé? Gilles Drouin a mené son enquête... et fait durer le suspens, puisque son article devait paraître dans le présent numéro!

FLUORURATION

Certains sont carrément pour, d'autres féroce-ment contre. La fluoruration de l'eau est-elle, oui ou non, une bonne chose, pour nos dents et pour tout notre organisme? Benoît Chapdelaine a exploré la question sous toutes ses faces.

VOLCANS

Ève-Lucie Bourque ne s'est pas contentée de regarder les étoiles lors de son voyage à Hawaï. Elle a aussi survolé les volcans et côtoyé les volcanologues du centre d'observation établi sur l'île depuis 75 ans.



VOUS DÉMÉNAGEZ?

Collez, dans l'espace disponible, l'étiquette qui se trouve sur la page couverture de votre magazine

Date du changement d'adresse _____
 Indiquez votre nouvelle adresse sur le coupon d'abonnement à droite
 Allouez environ 5 semaines pour le changement d'adresse

Collez l'étiquette ici

ABONNEZ-VOUS!

CHEZ VOTRE LIBRAIRE PARTICIPANT
OU EN NOUS FAISANT PARVENIR CE COUPON D'ABONNEMENT

- | | | |
|---------------|---|-------------|
| Au Canada: | <input type="checkbox"/> Abonnement régulier (1 an/12 numéros): | 25 \$ |
| | <input type="checkbox"/> Abonnement spécial (2 ans/24 numéros): | 44 \$ |
| À l'étranger: | <input type="checkbox"/> Abonnement régulier (1 an/12 numéros): | 35 \$ |
| | <input type="checkbox"/> Abonnement spécial (2 ans/24 numéros): | 61 \$ |
| En France: | <input type="checkbox"/> Abonnement régulier (1 an/12 numéros): | 180 FF.t.c. |
| | <input type="checkbox"/> Abonnement spécial (2 ans/24 numéros): | 300 FF.t.c. |

Abonnement Réabonnement Changement d'adresse

31 NOM		60
61 PRÉNOM	80	B 1 7 8
9 NUMÉRO	RUE	APP 28
29 VILLE	PROVINCE 48	TÉLÉPHONE
49	68	69 CODE 74

- Chèque Compte Visa Mastercard n° _____
 Mandat postal Date d'expiration _____
 Signature _____

Faites votre chèque à l'ordre de:
QUÉBEC SCIENCE, 2875, boul. Laurier, Sainte-Foy G1V 2M3
 Pour informations: 657-3551, poste 2854

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de: DAWSON FRANCE, B.P. 40, 91121, Palaiseau, Cedex
 Tarifs en vigueur jusqu'au 1er juin 1987

LES PNEUS USÉS FONT DU CHEMIN

La province de Québec met au rebut entre quatre et cinq millions de vieux pneus annuellement sur les 21 millions pour l'ensemble du Canada. Ces rebuts, qui ne sont pas biodégradables, demeurent dans l'environnement et constituent un milieu stable qu'affectionnent la vermine et les rongeurs. Mais il y a pire. En effet, un incendie dans un dépotoir de pneus produirait une fumée épaisse et serait difficilement maîtrisable.

Les règlements sanitaires restreignent sévèrement l'enfouissement des pneus, car ceux-ci tendent à remonter à la surface; ce problème peut être évité par le déchiquetage des pneus, mais cette opération est très coûteuse. Par ailleurs, certains incinérateurs peuvent brûler une faible quantité de pneus mélangés à d'autres déchets à traiter. La méthode de recyclage la plus répandue en Amérique du Nord demeure toutefois le rechapage¹, bien que cette solution soit limitée par la faible demande des consommateurs. En général, on estime que moins d'un pneu sur cinq est recyclé sous une forme ou une autre. Les autres sont soit entassés dans des dépotoirs réglementés ou «tolérés», soit disséminés un peu partout dans l'environnement.

Une usine pilote pour le recyclage des pneus usés a été conçue grâce à la collaboration entre l'industrie, le milieu universitaire, le gouvernement du Québec et le gouvernement fédéral. Cette usine, la première du genre au monde, aura pour but d'éprouver la technologie de la pyrolyse sous vide des vieux pneus. Elle pourrait être installée à proximité du dépotoir de pneus de St-Amable, en banlieue de Montréal, dès la fin de 1987.

Depuis qu'on pense à les recycler, les pneus usés «font du chemin». En effet, la pyrolyse sous vide, procédé développé à l'Université Laval, permet de récupérer les éléments combustibles des pneus. Grâce à la pyrolyse sous vide, on peut maintenant associer la protection de l'environnement à la production de combustibles.

La pyrolyse consiste en une décomposition thermique de la matière. Bien que ce procédé soit plus que centenaire, la nouveauté réside ici dans le fait que le pyrolyseur fonctionne sous vide. Cette innovation restreint les réactions secondaires et augmente, de ce fait, la production de liquides.

Ces combustibles s'obtiennent en alimentant en continu le pyrolyseur avec des quartiers de pneus que l'on chauffe à des températures inférieures à 450 °C. Les vapeurs sont alors soutirées à travers la partie supérieure du réacteur afin d'être refroidies et condensées pour produire du mazout de type n° 4. Les gaz qu'on ne parvient pas à condenser servent de combustible d'appoint pour le système. Vers la fin des opérations, les résidus forment du noir de carbone, que l'on broie et que l'on magnétise afin d'en extraire l'acier. En somme, avec 100 kg de pneus usés, on obtient 60 kg d'huile, 37 kg de noir de carbone et 3 kg de gaz non condensables.

Les débouchés pour ces produits sont nombreux. On utilisera le noir de carbone comme combustible ou on l'emploiera comme renforcement lors de la fabrication de pièces à base de caoutchouc et de plastique. De leur côté, les huiles pourront servir de combustible, ou seront distillées de nouveau, pour former d'autres produits utiles tels le BTX (benzène, toluène, xylène), le naphte et un substitut éventuel du plomb dans l'essence. On envisage même de convertir ces huiles en carburant diesel.

La pyrolyse sous vide, un procédé qui promet d'être rentable, offre un avantage certain à la population. En effet, tous les Canadiens bénéficieront de l'assainissement de leur environnement.

EMR encourage l'industrie à mettre au point de tels projets dans le cadre de l'Entente fédérale-provinciale sur les économies d'énergie et les énergies renouvelables.

Communications EMR

580, rue Booth
Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Téléphone: (613) 995-3065

1. Le rechapage consiste à réparer un pneu usé en reconstituant la semelle de caoutchouc usée.



Énergie, Mines et
Ressources Canada

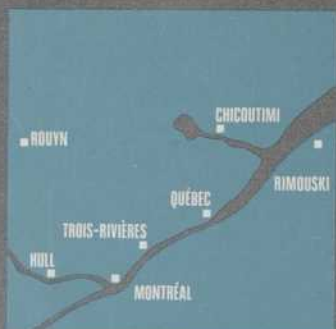
Energy, Mines and
Resources Canada

L'Hon. Marcel Masse,
Ministre

Hon. Marcel Masse,
Minister

Canada

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Créée en 1968 par l'Assemblée nationale, l'Université du Québec constitue aujourd'hui un réseau implanté dans sept villes et rayonne, en outre, dans quelque 35 sous-centres.

Le réseau compte 11 établissements: **six universités constituantes** — l'Université du Québec à Montréal (UQAM), l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), l'Université du Québec à Hull (UQAH), l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT); **deux écoles supérieures** — l'École nationale d'administration publique (ENAP), l'École de technologie supérieure (ETS); **deux instituts de recherche** — l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), l'Institut Armand-Frappier (IAF); **un établissement de formation à distance** — la Télé-université (TELUQ).

L'Université du Québec regroupe aujourd'hui une communauté universitaire de plus de 74 000 étudiants, 1 800 professeurs réguliers et 3 000 employés non-enseignants.

L'Université du Québec offre 366 programmes d'études de 1^{er} cycle, 87 programmes d'études de 2^e et 3^e cycles.

Elle rassemble aussi une communauté scientifique travaillant sur plus d'un millier de projets de recherche recensés et disposant annuellement de 28 millions de dollars en subventions, contrats et commandites.



Université du Québec

LE RÉSEAU DE L'EXCELLENCE