

3,25\$ / Volume 27, numéro 5

Janvier 1989

QUÉBEC SCIENCE

LE RÉSEAU
HYDRO-
QUÉBÉCOIS

FORCES ET
FAIBLESSES

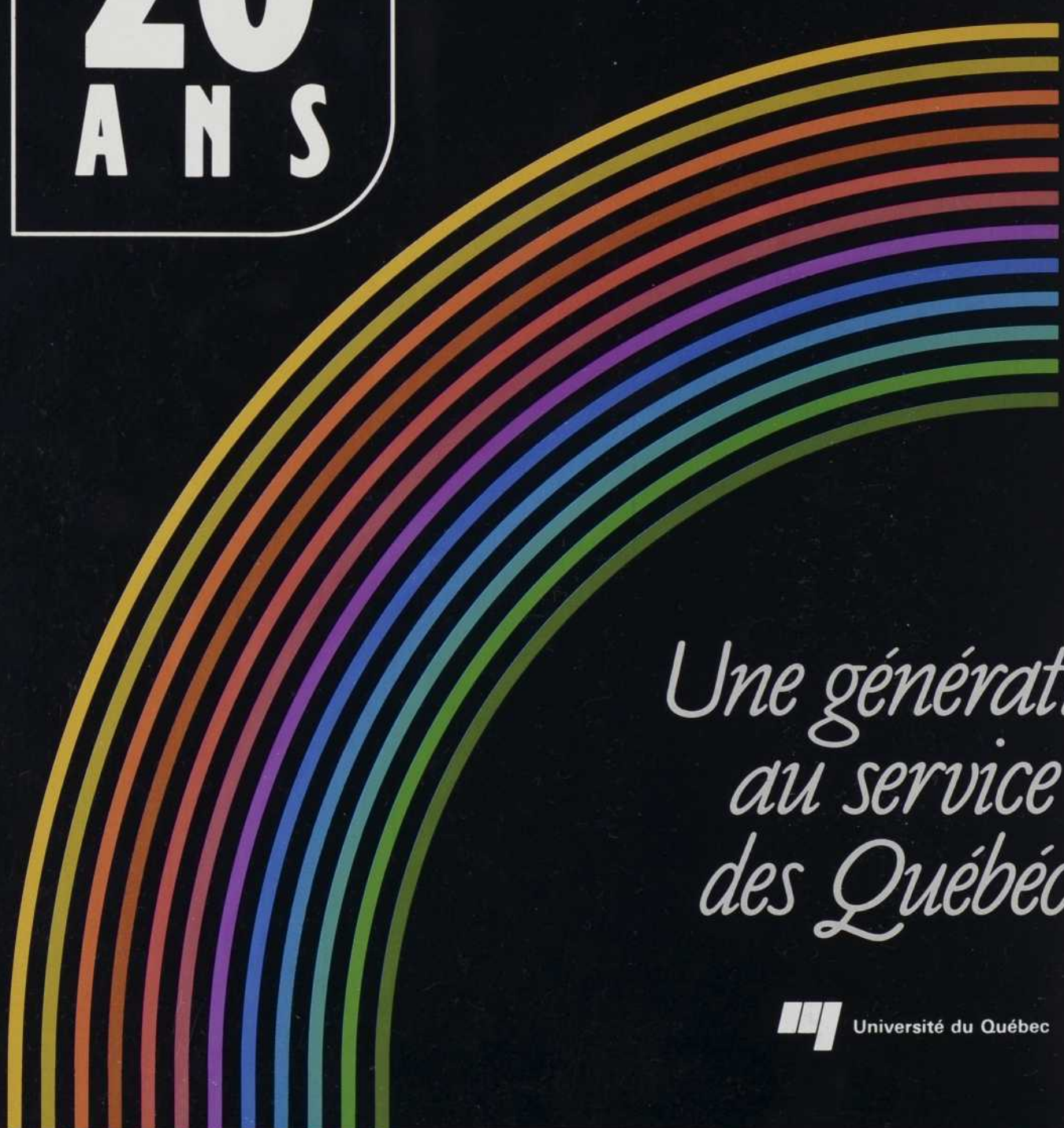
COMMENT
EN FINIR
AVEC LES BPC

LA MASSE CACHÉE
DE L'UNIVERS

GOODBYE, 1988!
BONJOUR, 1989!



UNIVERSITÉ
DU QUÉBEC
20
AN S



*Une génération
au service
des Québécois*



Université du Québec

UQ
UQ
ENA
UQ
ETS
UQ
IAF
UQ
INR
TELE
UQ
UQ

Volume 27
AF
Le
Un
Com
hybr
d'éle
Par
Go
Bo
Ce
refra
ocpa
Qué
Par
2
Con
les
11 y
disse
reche
les d
Par
8
La
de
La m
joue
de sa
obse
Par

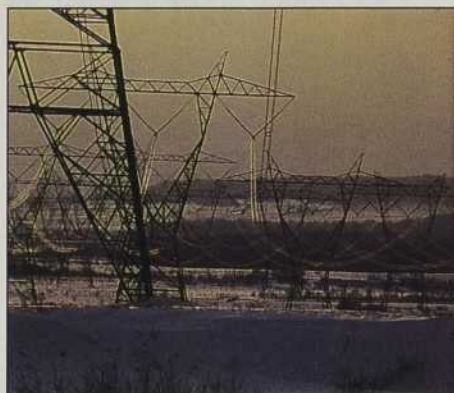
SOMMAIRE

ARTICLES

20 Le réseau hydro-québécois Un géant aux pieds d'argile?

Comment fonctionne notre réseau hydroélectrique? Et les pannes d'électricité, peut-on les éviter?

Par Raynald Pepin



Page 20

40 Goodbye, 1988! Bonjour, 1989!

Ce test annuel vous permettra de rafraîchir les connaissances acquises au fil des numéros de Québec Science.

Par Raynald Pepin



Page 40

42 Comment en finir avec les BPC

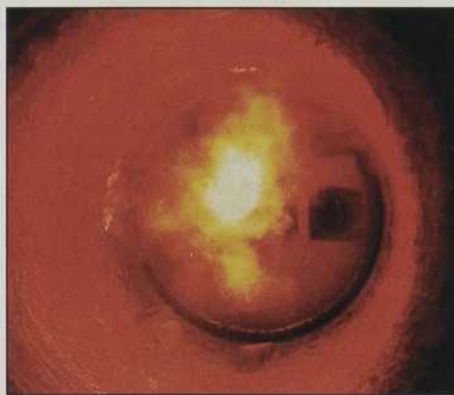
Il y a 50 000 tonnes de BPC disséminées au Québec. Quelles technologies utilise-t-on pour les détruire?

Par Gilles Parent

48 La masse cachée de l'Univers

La matière présente dans l'Univers joue à cache-cache. Environ 90% de sa masse échappe à toute observation.

Par Pauline Gagnon



Page 42



Page 48

CHRONIQUES

7 OPINION

L'hydroélectricité: un pari gagnant

Par Jean-Marc Carpentier

8 LES PIONNIERS

René Pomerleau:

la passion des champignons

Par Claire Chabot

15 ACTUALITÉ

Par l'Agence Science-Presses

Chicoutimi, nouvel épicerie?

Le Sommet sur la technologie

Le syndrome des bâtiments malades

La forêt au laboratoire

Redorer l'image du charbon

Des terminaux blindés

55 MICROMÉGA

Les virus en informatique

Par Jean Lalonde

57 LA DIMENSION CACHÉE

Les V.I.P. de l'électricité

Par Raynald Pepin

5 ENTRE LES LIGNES

59 EN VRAC

61 LU POUR VOUS

L'aventure du vivant

Le défi alimentaire de la femme

62 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié
une fois l'an par les Presses de l'Université du Québec. La direction
ne assume aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les
titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés
sont dus à la rédaction. Tous droits de reproduction, de
traduction et d'adaptation réservés.
Télé: 051-31623

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec
premier trimestre 1989, ISSN-0021-6127
répertorié dans Point de repère
Copyright 1989 QUÉBEC SCIENCE
PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

Des tremblements de terre au Canada?

Une aura de mystère a toujours entouré les tremblements de terre, et il n'est donc pas étonnant que les producteurs de cinéma les aient exploités à fond pendant un certain temps. Peu courants au pays, les séismes piquent notre curiosité. Nous avons pu constater, par le truchement de notre téléviseur, l'étendue des dommages que peut causer un séisme à forte magnitude, et nous avons suivi les péripéties des sauveteurs, comme à Mexico en 1985. La production *Des tremblements de terre au Canada?* vous révélera toutes les incidences découlant d'un séisme dans notre vie quotidienne, et les efforts déployés par les scientifiques canadiens pour assurer notre sécurité.

Heureusement, la plupart des tremblements de terre au Canada, au nombre de 2 500 chaque année, sont de faible intensité et se produisent loin des zones abondamment peuplées. Néanmoins, au cours des siècles, on a pu répertorier quelques grands séismes au Canada. Le tout premier de ces séismes est survenu vers 1535, à La Malbaie, près de Québec. En 1929, un violent tremblement de terre au large de Terre-Neuve tua 27 personnes et, enfin, une grande secousse

séismique a été décelée dans la baie de Baffin en 1933. L'histoire de la sismologie canadienne nous apprend donc que nous ne sommes pas nécessairement à l'abri d'un tremblement de terre dans la partie méridionale du pays. Le 25 novembre 1988, nous connaissions le tremblement du Saguenay dont la magnitude était de 6,2 à l'échelle Richter.



Les séismes sont causés par le mouvement constant des gigantesques plaques tectoniques qui recouvrent la surface de la planète. Près de 95% des séismes prennent d'ailleurs place le long des arêtes de ces plaques. Au Canada, la majorité des séismes se produisent le long du littoral atlantique, dans la vallée du Saint-Laurent, dans le Haut-Arctique, au Yukon et en Colombie-Britannique.

Toutefois, grâce au Réseau sismographique national, mis en

place par la Commission géologique du Canada et composé d'une centaine de stations, il est dorénavant possible d'enregistrer toute activité sismique au pays, 24 heures sur 24. Les données recueillies permettent de savoir où, quand et comment se produisent les séismes.

Plusieurs facteurs influent sur l'importance des dommages résultant d'un séisme, par exemple le type de sol qui supporte les édifices touchés et la délimitation des couches de sédiments. Le Centre national de recherches a publié en 1953 le *Code national du bâtiment*. S'inspirant en partie de la carte sismique préparée par les sismologues d'Énergie, Mines et Ressources, ce document présente les normes de construction visant à contrer les effets dévastateurs des séismes.

D'autre part, la présente production vous renseignera sur les précautions de base à prendre pour réduire les risques de blessures et les possibilités de dégâts matériels au cours d'un tremblement de terre. *Des tremblements de terre au Canada?* fait le point sur la sismicité au pays et nous donne un aperçu de toutes les facettes dissimulées sous l'ampleur terrifiante des tremblements de terre.

N.B. Il est formellement interdit d'utiliser des extraits de ce vidéo afin de les incorporer dans d'autres productions vidéo, sans avoir reçu l'autorisation d'Énergie, Mines et Ressources Canada, et de diffuser ledit vidéo sur les ondes de la télévision privée commerciale.

Vous pouvez également vous procurer les productions audio-visuelles suivantes:

- Les explosifs ne sont pas des jouets ni à la maison, ni à l'extérieur
- Les scientifiques des sciences de la Terre
- L'océan sans limites — la dorsale Juan de Fuca
- Lithoprobe, 40 km sous terre
- La cartographie: de l'astrolabe au laser
- La Commission géologique du Canada... d'hier à aujourd'hui
- Les îles au soleil de minuit

Pour plus de renseignements veuillez écrire à:

Diane Lorenzato
 Agente de l'audio-visuel
 Direction des communications
 Énergie, Mines et Ressources
 Pièce 971
 580, rue Booth
 Ottawa (Ontario) K1A 0E4
 Tél.: (613) 992-5198 (613) 992-0792



Énergie, Mines et
 Ressources Canada

Energy, Mines and
 Resources Canada

L'Hon. Marcel Masse,
 Ministre

Hon. Marcel Masse,
 Minister

Canada

QUÉBEC SCIENCE

2875, boul. Laurier,
Sainte-Foy (Québec) G1V 2M3
Tél.: (418) 657-3551 — Abonnements: poste 2854
Rédaction: SCIENCE-IMPACT: (418) 831-0790
On peut rejoindre la rédaction
de Québec Science par courrier électronique,
au numéro Infopuq QS 00101,
ou par télécopieur: (418) 657-2271

DIRECTEUR

Jacki Dallaire

RÉDACTION

La coordination rédactionnelle de
QUÉBEC SCIENCE est effectuée par
Les communications SCIENCE-IMPACT
C.S.I. ltée

Rédacteur en chef
Jean-Marc Gagnon

Adjointe à la rédaction
Lise Morin

Révision linguistique
Robert Paré

Recherches iconographiques
Ève-Lucie Bourque

Collaborateurs

Jean-Marc Carpentier, Claire Chabot,
Gilles Drouin, Claude Forand, Michel Groulx,
Fabien Gruhier, Éline Hémond,
Madeleine Huberdeau, Jean Lalonde,
Yvon Larose, Claude Marci, Félix Maltais,
Danielle Ouellet, Raynald Pepin, Gilles Provost,
Jean-Guy Rens, René Vézina.

PRODUCTION

Conception graphique
Richard Hodgson

Réalisation graphique
Line Nadeau

Typographie
Raymond Robitaille

Photo couverture
Alain Vézina

Séparation de couleurs et photogravure
Gravel Photogreveur Inc.

Impression
Interweb inc.

PUBLICITÉ ET MARKETING

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

COMMERCIALISATION

Abonnements
Nicole Bédard

Distribution en kiosques
Messageries dynamiques

Membre de:



CPPA

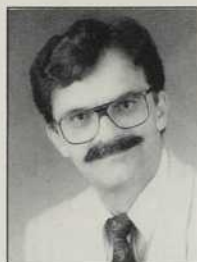
Abonnements

Au Canada: Régulier: (1 an/11 nos): 28,00\$
Spécial: (2 ans/22 nos): 49,00\$
Groupe: (1 an/11 nos): 25,00\$
(10 ex. à la même adresse)
À l'unité: 3,25\$
À l'étranger: Régulier: (1 an/11 nos): 39,00\$
Spécial: (2 ans/22 nos): 68,00\$
À l'unité: 4,00\$

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de:
DAWSON FRANCE, B.P. 40, 91121,
Palaiseau, Cedex

Pour abonnement ou changement d'adresse

QUÉBEC SCIENCE
C.P. 250, Sillery G1T 2R1



Entre les lignes

Oui, vous pouvez vous permettre d'affirmer pendant les réceptions des Fêtes qu'en 1989, bien sûr, la Terre continuera d'être ronde, mais que l'Univers dans lequel nous vivons est probablement plat! Qui plus est, la plupart des astronomes s'entendent pour dire que 90% de la matière contenue dans l'Univers a échappé à toute tentative d'observation. Même, on soupçonne cette masse manquante (appelée «matière noire») d'être d'une tout autre nature que la matière ordinaire. Il faut lire l'article de Pauline Gagnon (une Québécoise qui poursuit actuellement des études en physique avancée à San Francisco) qui a réussi la courageuse entreprise de rendre accessibles les hypothèses proposées pour résoudre l'énigme fascinante que pose la «comptabilité» des neutrinos émis par le Soleil.

Hélas! on ne peut pas (pas encore, du moins) précipiter dans la «matière noire» dont parle Pauline Gagnon les déchets toxiques produits par notre société de consommation. Pour éliminer les biphényles polychlorés (BPC), en particulier, il faudra recourir aux technologies connues actuellement, que décrit le spécialiste des questions environnementales de Québec Science, Gilles Parent (notre photo), des technologies qui sont loin d'être magiques, mais qu'il faut s'attarder à bien comprendre.

Le pire est que la plus grande partie de ces BPC dont il faut disposer a été utilisée dans les transformateurs qui convertissent cette électricité dont nous avons tant besoin et qui risque de nous faire défaut au moment même où nous nous croyions à l'abri du besoin. En effet, le remarquable réseau hydroélectrique québécois n'est pas sans faille. Raynald Pepin a scruté à la loupe l'organisation de ce réseau.

Claire Chabot, elle, nous présente le pionnier de ce mois-ci, René Pomerleau qui, à 85 ans, vibre encore d'une passion «dévotante» pour les champignons. Premier pathologiste forestier québécois, il a poursuivi pendant plus de 40 ans sa recherche sur les maladies qui attaquent les forêts. Il identifia, le premier au Canada, la maladie hollandaise de l'orme.

On ne peut pas terminer une année de Québec Science sans proposer un petit test sur les articles parus au cours de l'année qui s'achève. Un test que Jacques Goldstyn sait rendre amusant et Raynald Pepin, instructif!

Enfin, dans sa chronique «MicroMéga», Jean Lalonde propose aux intéressés une nouvelle carrière particulièrement lucrative et en très grande demande: consultant anti-virus... pour ceux qui ont la piqûre de l'informatique, bien sûr!



Jean-Marc Gagnon

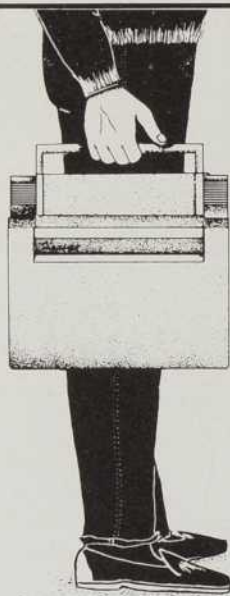
COOPOLY vous présente le MULTISPEED de NEC. Un ordinateur portatif qui allie performance et rapidité sans trop amincir votre portefeuille.

Fiche technique

- 2 lecteurs 3.5", capacité de 720 Ko
 - Écran LCD Supertwist
 - Batterie rechargeable, autonomie de 4 à 6 heures
 - Processeur NFC V30
 - Vitesses d'horloge interne: 4.77 et 9.54 MHz
 - Horloge/calendrier
 - Clavier 85 touches avec clavier numérique séparé
 - Port série et parallèle
 - Sortie vidéo CGA couleur intégrée
 - Sortie pour lecteur de disquette 5.25 ou pour le transfert direct de données à un PC
 - Mémoire vive de 640 Ko
 - Mémoire ROM de 512 Ko incluant les logiciels suivants:
 - NOTEPAD éditeur de texte
 - FILER carnet d'adresses
 - OUTLINER agenda
 - DIALER répertoire téléphonique
 - TELCOM logiciel de communication et émulateur de terminal
 - SETUP sélection de paramètres de configurations
 - Logiciel MS-DOS - version 3.2
- Tous ces logiciels sont disponibles en anglais seulement.

NEC

Vous
n'aurez
jamais été
aussi
heureux
d'avoir pris
11 livres!



Les prix sont sujets à changements sans préavis.

Les commandes postales sont acceptées.



Les prix éducationnels sont offerts à tous les étudiants et au personnel des cégeps et universités.

Le MULTISPEED est garanti un an, pièces et main d'oeuvre. De plus, Coopoly est dûment autorisé à effectuer le service sur les produits MULTISPEED.

**DES ARGUMENTS
DE POIDS QUI
LE RENDENT
TOUT À FAIT
IRRÉSISTIBLE!**

coopoly

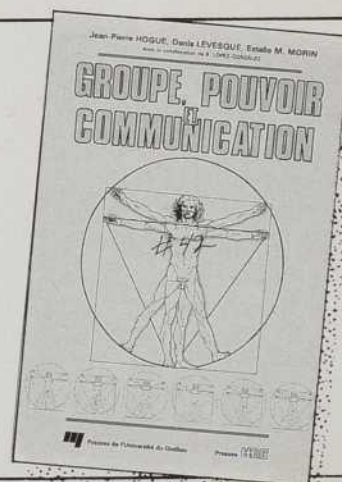
Succursale informatique
5000, rue Jean-Talon Ouest
bureau 120
Montréal, H4P 1W9
(514) 340-4487

GROUPE, POUVOIR ET COMMUNICATION

présente des concepts fondamentaux pour comprendre les comportements de l'individu dans un groupe ou dans une organisation. Cet ouvrage traite de plusieurs objets de la psychologie, notamment de la dynamique du comportement, de la relation humaine, des processus d'influence et des structures sociales.

Jean-Pierre HOGUE, Denis LÉVESQUE, Estelle M. MORIN
avec la collaboration de B. LÓPEZ-GONZÁLEZ
1988, ISBN 2-7605-0499-9, 256 pages, 18 \$

En vente chez votre LIBRAIRE ou aux
Presses de l'Université du Québec
C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 Tél.: (418) 657-3551, poste 2860



par Jean-Marc CARPENTIER*

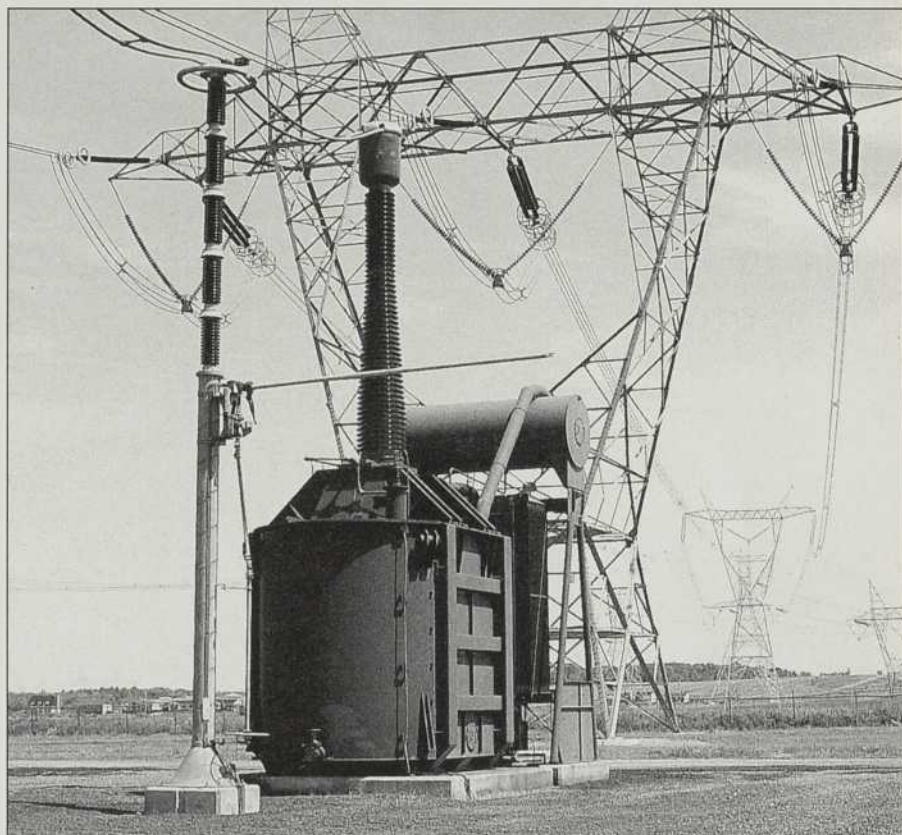
L'hydroélectricité: Un pari gagnant

Il y a dix ans, nous étions en pleine crise de l'énergie. On parlait de pétrole à 35 \$ et même à 50 \$ le baril, et de réserves qui allaient être épuisées au début du siècle prochain. Les consommateurs américains faisaient la queue devant des stations-service en manque de ravitaillement. Au bord de la panique, les autorités américaines parlaient d'un certain « droit continental » sur les réserves canadiennes d'hydrocarbures et évoquaient la nécessité d'un marché commun énergétique nord-américain. Un simple refus d'alimenter les États-Unis en gaz naturel canadien aurait sans doute été suffisant pour voir déferler des contingents de « marines » sur les plaines d'Alberta.

Aujourd'hui, ce sont plutôt les producteurs canadiens d'énergie qui sont soulagés d'être enfin protégés par un traité de libre-échange canado-américain. Les producteurs américains ne viendront plus les accuser d'inonder le marché américain avec du gaz canadien vendu à des prix de dumping et exiger des droits de douane pour freiner cette concurrence déloyale. Hydro-Québec se dit également soulagée par ce traité qui lui garantit de pouvoir vendre sans contrainte son électricité au sud du 45^e parallèle.

Ici aussi la situation a bien changé. Le gouvernement du Québec fait des pieds et des mains pour attirer les industries les plus énergivores et pour exporter autant d'électricité que possible. Fini le rêve d'une société tout à l'électricité où le pétrole et le gaz, devenus hors de prix, ne seraient réservés qu'à des usages exotiques. Les cerveaux de nos inventeurs avaient pourtant été appelés à la rescousse. On a bâti des gazogènes capables de transformer en gaz combustible à peu près toute matière organique, du lisier de porc à la betterave à sucre en passant par les déchets domestiques et l'herbe des pelouses. L'usine de méthanol de Saint-Just-de-Bretonnière devait être la première d'une série d'installations capables de transformer en carburant les résidus de notre industrie forestière. Cette usine n'a plus sa place dans une société où le prix du pétrole international a du mal à dépasser les 15 \$ le baril et où Gaz Métropolitain vient d'annoncer un gel de ses tarifs, alors que ses fournisseurs ont été contraints à baisser leurs prix de 15% pour être concurrentiels.

Il ne faut cependant pas oublier que les réserves mondiales d'hydrocarbures n'ont pas augmenté depuis les années noires de la crise de l'énergie. Ce sont plutôt les conflits entre pays producteurs et la difficulté de certains états à faire face



Hydro-Québec

à leurs dettes qui ont amené les pays de l'OPEP à ouvrir le robinet et provoquer l'effondrement des prix. Nous avons malheureusement la mémoire trop courte et nous avons recommencé à gaspiller une énergie fossile précieuse, dont la quantité est toujours aussi limitée.

Dans un contexte de fluctuation des prix, l'hydroélectricité devient une forme d'énergie particulièrement vulnérable. Alors que le prix du pétrole peut passer du simple au double en quelques jours, le coût des aménagements hydroélectriques s'amortit sur des décennies et exige des tarifs stables. Il ne fait cependant aucun doute qu'à long terme le choix de l'hydroélectricité ne peut être qu'un pari gagnant. L'énergie de l'eau est inépuisable et sera toujours disponible au cours des siècles à venir.

Le fait d'exporter de l'électricité dans le cadre de contrats à terme permet de construire dès maintenant des installations dont nous aurons besoin plus tard. Il faut d'ailleurs se rappeler que, même si on en fait grand état, l'exportation d'électricité reste encore modeste et ne devrait pas dépasser le dixième de notre consom-

mation au moment où tous les contrats à long terme entrèrent en vigueur. Hydro-Québec devra être capable de « livrer la marchandise » aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur du marché québécois. Les pannes des derniers mois ont cependant semé beaucoup d'incertitude chez les clients d'Hydro-Québec.

Les déclarations de différents groupes d'employés de la société d'État ont ajouté à cet état de psychose quant à la fiabilité du réseau hydroélectrique québécois. Il ne faut cependant pas oublier que le syndicat des ingénieurs d'Hydro-Québec est actuellement en négociation avec la direction et que les techniciens luttent pour empêcher les entreprises de sous-traitance de s'accaparer l'entretien du réseau électrique québécois. Il est encore difficile d'affirmer que les installations d'Hydro-Québec sont en piètre état. Il est cependant plus évident que la société d'État a perdu une partie du prestige et de la cohésion qu'elle affichait autrefois.

* Jean-Marc Carpentier est journaliste scientifique.

RENÉ POMERLEAU: la passion des champignons

par Claire CHABOT*



Émerveillé devant son dynamisme, attentif à ses souffrances, ému par sa beauté, René Pomerleau a consacré sa vie entière à connaître la forêt.

Ses excursions scientifiques prenaient quelquefois des allures bucoliques quand il découvrait, sur l'écorce d'un érable, un Pleurote en huître ou, au pied d'une épinette, une Chanterelle. Auteur de la Flore des champignons au Québec, il est reconnu aujourd'hui comme le père de la mycologie québécoise.

Premier pathologiste forestier de la province, René Pomerleau a aussi fait œuvre de pionnier dans ce domaine en menant, sur plusieurs fronts, des recherches pour combattre les maladies qui attaquent nos forêts. Il est le premier à avoir remarqué et identifié la maladie hollandaise de l'orme au Canada, ce qui lui a valu une renommée internationale. Cofondateur du Laboratoire de biologie forestière du ministère de l'Agriculture du Canada devenu, en 1960, l'actuel Centre de foresterie des Laurentides, il y a poursuivi ses recherches jusqu'à sa retraite; depuis, il se consacre entièrement à ses champignons.

René Pomerleau est allé puiser aux sources de la tradition scientifique française; il en est revenu avec une méthodologie scientifique rigoureuse, une vaste culture et un amour pour la langue, qui transparait encore aujourd'hui dans son léger accent. «Faire la description des champignons demande un sens de l'observation aigu et un vocabulaire extrêmement précis», nous dit André Fortin, directeur du Centre de biologie forestière de l'Université Laval, et initié à la mycologie par le chercheur. «Je crois que les champignons l'ont surtout attiré par leur aspect esthétique; René Pomerleau avait le culte de la beauté.»

C'est avec une précision remarquable qu'il décrit l'Amanite tue-mouches, le «champignon divin de l'immortalité», une espèce très vénéneuse, connue pour ses propriétés

hallucinogènes: «Elle se présente sous la forme d'un parapluie de grande taille et de couleurs vives variant du rouge orangé au jaune pâle. De plus, son pied bulbeux porte, à la base, des lambeaux d'une membrane jaune qui l'entourent comme des desquamations. Près du sommet de la tige, on remarque aussi un anneau formé d'un voile mince rabattu comme une robe. Le chapeau, rouge au centre et jaune sur le pourtour, parsemé d'écailles fugaces et blanchâtres, est sillonné sur le rebord. Ses lamelles blanches, libres près du pied, ventruées au centre et effilées à chaque extrémité, rayonnent sous le chapeau», écrit le mycologue.

NAISSANCE D'UNE PASSION

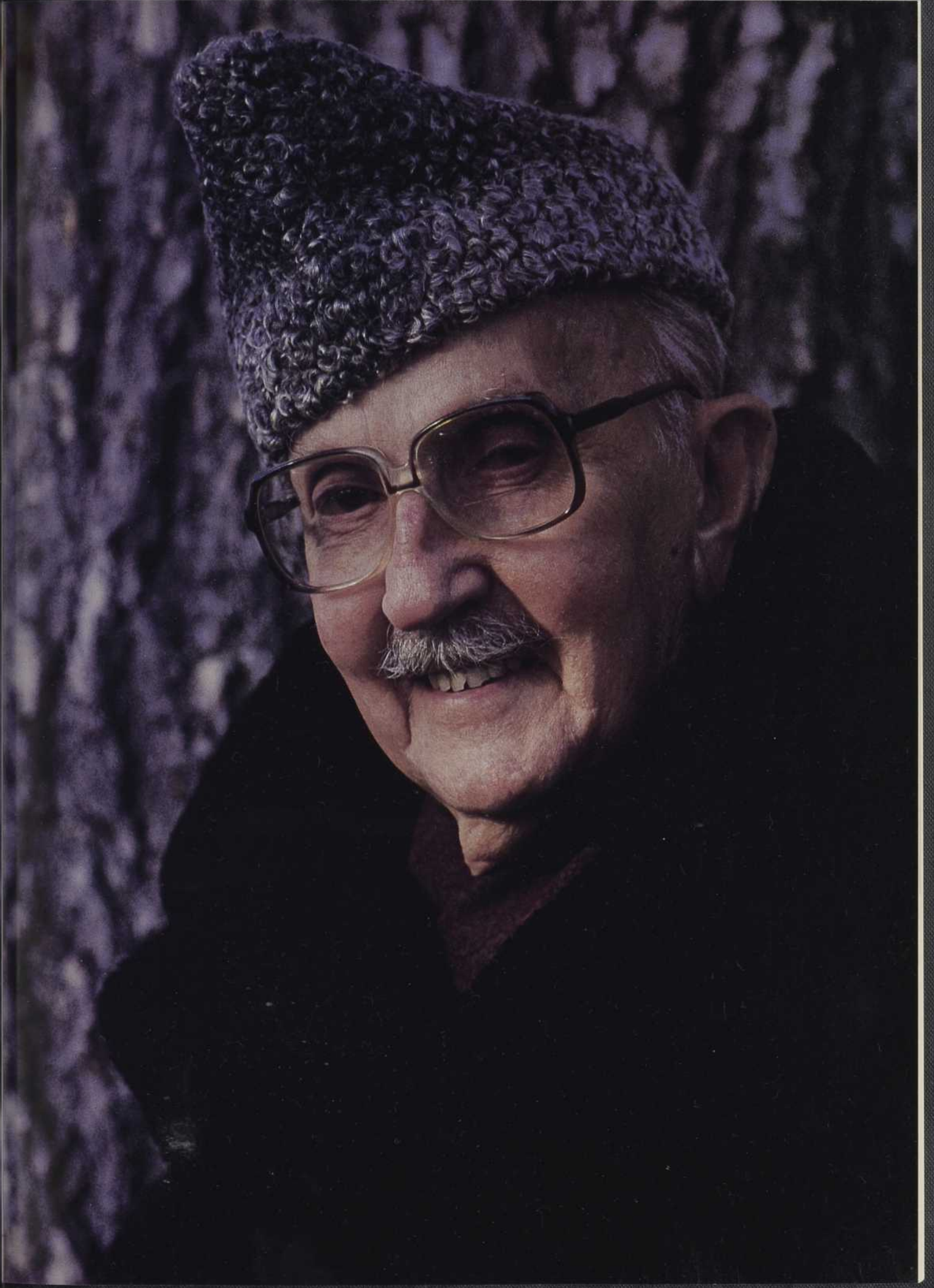
Au cours de l'une de ses promenades champêtres, le jeune Pomerleau aperçoit, à l'orée d'un bois, un magnifique champignon. À son père qui l'initiait à l'identification des plantes, il demande le nom de ce drôle de spécimen sans feuilles, ni fruits. «Ne touche pas à ça, c'est le «pain du diable!» Mais un beau jour, il voit l'un de ses professeurs, un frère des Écoles chrétiennes récemment arrivé de France, cueillir des champignons dans une plate-bande de fleurs engraisée avec du fumier de cheval. Ils en feront un festin mémorable dont se souviendra ce mycologue.

Intéressé par la botanique, René Pomerleau s'inscrit à l'École d'agriculture de Sainte-Anne-de-la-Pocatière. «Il fallait commencer par connaître les plantes, mais je voyais des

* La rédaction de cette série d'articles a été réalisée dans le cadre du Programme de soutien aux activités de diffusion de la culture scientifique et technique du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science.

présent
blaise
rs vis
au jar
bouche
ux d'un
ntouren
Prés
que au
e min
chape
le pou
gages
e rebou
près d
effilée
t s'ou
te.

SSION
menab
eau ap
gnific
l'initia
antes.
de spé
ets. «
pain
r, il vo
frère d
nt arr
piéger
ours m
heval.
ble d
e.
ue, Ren
e d'ag
la-Po
par
nyas



champignons dont je voulais aussi savoir le nom. Hélas! mes professeurs ne connaissaient absolument rien aux champignons charnus. Cependant, nous étudions les *fungi*, champignons microscopiques qui causent des maladies aux plantes comme la rouille du blé, le mildiou de la pomme de terre ou l'ergot du seigle», raconte le chercheur. Déjà, il s'intéresse plus particulièrement aux champignons qui croissent sur les arbres; il choisit la phytopathologie forestière. Après avoir complété une maîtrise sur le sujet à la Faculté d'agriculture de l'Université McGill, il reçoit une bourse d'études du Secrétariat de la Province de Québec et s'embarque pour la France.

À la Sorbonne, René Pomerleau s'initie à la cytologie des champignons dans le laboratoire de P. A. Dangeard, l'illustre mycologue qui a élucidé la sexualité des champignons supérieurs, les ascomycètes et basidiomycètes. Auprès de ce maître, il acquiert des méthodes de recherche et l'esprit scientifique européen. Pour compléter sa formation de pathologiste forestier, il suit un cours à l'École nationale des Eaux et Forêts de Nancy, l'École française des ingénieurs forestiers. «Un jour, dans la forêt de Hay, dans les Vosges, notre professeur, M. Guinier, nous enseignait à reconnaître les maladies des arbres. C'est alors qu'il nous a dit:

«Quand vous voyez un arbre qui semble dépérir, demandez-vous en premier lieu non pas quel parasite ou quel insecte est responsable de sa maladie, mais quelles sont les conditions qui l'entourent.» Ces premières notions d'écologie vont influencer son approche de la pathologie forestière.

En 1930, la pathologie forestière est une science encore toute jeune. Au milieu du XIXe siècle, Anton de Bary, le père de la phytopathologie, avait démontré que certains champignons causaient des maladies chez les plantes. Se fondant sur les cycles vitaux des hôtes, il avait créé deux catégories de champignons: les parasites et les saprophytes. Reprenant ces notions quelques années plus tard, Robert Hartig, célèbre pathologiste forestier, les appliquera aux champignons des arbres qui causent plus de ravages que les insectes et les feux de forêts réunis.

Au Québec, les premiers travaux de recherche ont été faits, au début des années 20, par un professeur de l'Université de Toronto, Joseph H. Faull qui y fit poursuivre par l'un de ses étudiants une recherche sur les caries des sapins. À cette époque, le fondateur du Service forestier du Québec et de l'École de génie forestier, G. C. Piché, avait créé une pépi-

nière pour le reboisement, mais bientôt des affections graves s'étaient manifestées dans les semis.

LA MALADIE HOLLANDAISE DE L'ORME AU QUÉBEC

De retour au Québec, en 1930, René Pomerleau entreprend des recherches à la Pépinière provinciale de Berthierville où il établit un laboratoire des plus rudimentaires. Cette pépinière avait un sérieux problème: de 30 à 50% des semis étaient régulièrement détruits par la «fonte des semis», un champignon microscopique du sol. En appliquant des méthodes dites «écologiques», telles l'acidification du sol et la germination hâtive, René Pomerleau parvient à améliorer de façon considérable la production de la pépinière. Ce n'est que dans les années 50 que le problème sera résolu par l'utilisation de fongicides pour les semences et de techniques de stérilisation du sol.

À cette époque, René Pomerleau entreprend un travail de pionnier en recueillant des données en vue de présenter un inventaire annuel des maladies des arbres du Québec. Presque aucune information n'avait été rapportée jusqu'à ce jour; la plupart des observations que le pathologiste forestier allait rapporter se trouvaient donc inédites. Mentionnons en particulier que l'analyse de plus de 20 000 arbres dans diverses régions du Québec a permis d'identifier les champignons responsables de la décomposition du bois, les caries des conifères, et de mettre au point des formules d'aménagement des forêts plus rationnelles. René Pomerleau a démontré que l'étendue des pertes causées par les caries variait de 5 à 50% selon l'âge des arbres, donnée importante qu'ignoraient les exploitants forestiers.

Entre ses excursions en forêt à travers la province, il prépare sa thèse de doctorat sur le *Gnomonia ulmea* (un champignon qui attaque les feuilles de l'orme), sous la direction du frère Marie-Victorin, qui lui servira de modèle dans sa carrière scientifique. «Cette thèse a été utile en Europe, surtout en France et en

Nom: Pomerleau

Date et lieu de naissance: le 27 avril 1904, à Saint-Ferdinand dans le comté de Mégantic. Il vit à Sainte-Foy, près de Québec.

Premier pathologiste forestier québécois, il a poursuivi pendant plus de 40 ans sa recherche sur les maladies qui attaquent les forêts, en particulier les caries des conifères, la rouille vésiculaire du pin blanc et la tache d'encre du peuplier. Il identifia, le premier au Canada, la maladie hollandaise de l'orme.

René Pomerleau a créé les premiers cercles des mycologues de Montréal et de Québec, respectivement en 1950 et 1951. À sa retraite, il entreprit la rédaction de son œuvre maîtresse, la Flore des champignons au Québec.



Italie. J'ai rencontré des pathologistes forestiers qui ont étudié à la Sorbonne et à Turin et m'ont dit avoir découvert leur vocation en lisant ma thèse!», raconte fièrement René Pomerleau.

Décidément, l'orme l'aura rendu célèbre! En effet, en 1944, le phytopathologiste découvre le premier spécimen affecté par la maladie hollandaise de l'orme au Canada, un arbre centenaire planté devant le manoir de Saint-Ours, près de Sorel. «Tout le monde le savait sauf moi! J'avais cru reconnaître les symptômes de ce mal, mais j'ai expédié quelques rameaux au laboratoire américain chargé de ce diagnostic, au New Jersey, pour confirmer mon opinion», raconte le chercheur. Alarmé par ce premier cas d'infection au Canada, le laboratoire a cru bon de faire suivre la nouvelle par les voies hiérarchiques de l'administration américaine. C'est finalement à travers les branches qu'il entend dire qu'il avait identifié la maladie hollandaise de l'orme: deux mois plus tard, on lui communique ce résultat des États-Unis!

Depuis que la maladie européenne avait été signalée en Ohio, en 1930, René Pomerleau surveillait les moindres signes de faiblesse des ormes, afin de lutter contre cet envahisseur. Au Canada, l'importation du bois d'orme des pays européens avait été prohibée en 1928. Par contre, la maladie a pu échapper à la quarantaine; Pomerleau a isolé le *Ceratostomella ulmi* dans du bois servant à l'emballage trouvé à Sorel. Ses recherches sur les différents aspects de la maladie et les moyens de la combattre se poursuivirent jusqu'à sa retraite.

LA MORT EN CIME

Au début des années 40, une catastrophe s'est abattue sur les forêts de l'est du Canada, entraînant la mort de milliers de bouleaux qui ont continué de succomber à cette attaque jusqu'en 1956. «Le spectacle désolant que présentaient ces arbres au cimier desséché et, plus tard, la multitude de squelettes aux bras dressés



Centre de foresterie des Laurentides

Claude Moffet / CFL

qui témoignaient du passage de ce fléau, attira l'attention de la population et des forestiers sur l'importance des maladies des arbres dans un pays comme le nôtre», écrit le pathologiste forestier. À l'encontre des entomologistes, des écologistes et de ses collègues, il formule l'hypothèse que les hivers sans neige seraient la cause de ce désastre, appelé la «mort en cime».

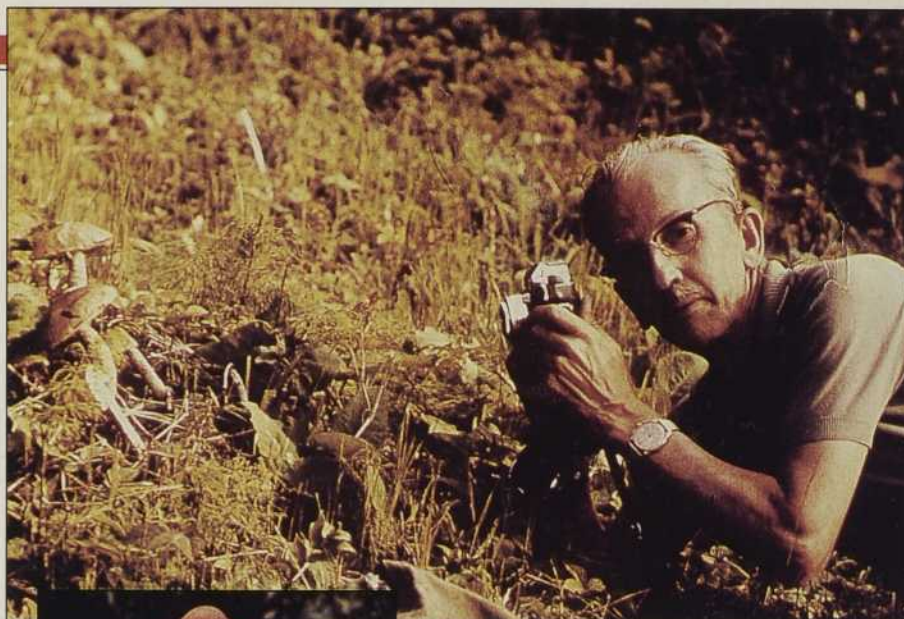
Certains prétendaient qu'il s'agissait d'un virus, théorie qui n'a jamais été démontrée; d'autres croyaient qu'une augmentation de la moyenne des températures avait tué les mycorrhizes des bouleaux, ces champignons qui échangent des éléments nutritifs avec leur hôte. «Quand j'étais étudiant, j'ai travaillé avec M. Pomerleau un été. Il vérifiait alors l'hypothèse des mycorrhizes. Je me souviens encore des bouleaux qu'il sortait des boîtes et qui sentaient le champignon à plein nez. Il me montrait les racines couvertes de ces champignons», raconte André Fortin.

«J'ai vu les expériences dans les années 60, les protocoles expérimentaux où la neige était enlevée systématiquement. Les arbres mouraient. C'est tout le problème du dépérissement que l'on vit actuellement dans les érablières. À l'hiver 1980, on a eu trois semaines sans gel avec un sol gorgé d'eau. Pendant une nuit, le sol a gelé en profondeur. Les gens avaient

entailé leurs érables, dans la région de Plessisville, et tout le cambium était en sève dans l'arbre; quand la glace a pris, les racines ont été coupées. L'été suivant, il y eut une sécheresse qui a duré des premiers jours de juin jusqu'à la fin du mois d'août. Il ne faudra pas oublier que cette idée du dépérissement, causé par les hivers sans neige, était de Pomerleau. Je suis convaincu que l'idée va prendre une importance beaucoup plus grande et je ne suis pas sûr qu'on lui en attribuera la paternité», déclare André Fortin.

Mais cette reconnaissance ne saurait tarder. «À tout bout de champ, on se réfère aux travaux de Pomerleau. Dans une prochaine conférence sur l'impact des précipitations acides, à Rochester, je vais me référer à ces travaux sur le dépérissement des bouleaux», dit Denis Lachance, pathologiste forestier au Centre de foresterie des Laurentides.

«Ce n'est pas la seule contribution importante de M. Pomerleau qui va demeurer: la liste des noms français des maladies des arbres au Canada en est une autre», affirme Denis Lachance. Cette liste propose une nomenclature française où il fallait concilier, dans certains cas, les noms scientifiques répandus en France avec ceux utilisés depuis plusieurs années par les forestiers québécois. Des choix souvent difficiles,



René Pomerleau

René Pomerleau ne manquait pas une occasion de ramener des champignons lors de ses expéditions en tant que pathologiste forestier. Il les a décrits. À gauche: une Oronge américaine. Ce champignon fut nommé Amanita jacksoni par M. Pomerleau en l'honneur de H. A. C. Jackson qui fut le dessinateur de son premier guide.

par exemple lorsqu'il fallait adapter une version française de la nomenclature anglaise.

«Vous savez, on a cité mes travaux à l'Académie des sciences. Il y avait un phytopathologiste qui discourait sur la maladie d'un pommier en utilisant son nom anglais. Le président de l'Académie, Roger Heim, s'est alors exclamé: Monsieur René Pomerleau a un nom français pour cette maladie. Allez voir ses travaux! Vous trouverez la traduction en très bon français de tous les termes anglais», nous raconte fièrement le chercheur.

Pour ses anciens collègues, René Pomerleau est un «homme de vision». Selon Denis Lachance, le doyen des pathologistes forestiers était un travailleur acharné et un scientifique rigoureux. Il se souvient de ses exigences: «Quand M. Pomerleau était ici, les pathologistes forestiers devaient sortir tout l'été dans le bois; il n'acceptait pas qu'on puisse travailler dans nos laboratoires!» Une exi-

gence qui, pour René Pomerleau, a porté fruit.

UNE RÉCOLTE FABULEUSE

Forcé de prendre sa retraite en 1970, René Pomerleau délaisse ses recherches en foresterie pour se consacrer entièrement à sa grande passion: la mycologie. À 66 ans, c'est une deuxième vie qui commence. Enthousiaste et fort de ses 40 années d'expérience, il entreprend la rédaction de sa *Flore des champignons au Québec*.

C'est dans les années 20, lors de son séjour en Europe, qu'il fait la rencontre d'amateurs de champignons sauvages. «Durant l'été 28, lors d'un séjour au Laboratoire champêtre, à Besse-en-Chandesse, dans le Massif central, le directeur de cette institution, le professeur Fernand Moreau, nous nommait tous les champignons récoltés lors des excursions. Ainsi, j'ai vu et apprécié un connaisseur de ce monde singulier qui donnait les traits distinctifs des champignons, leur classification scientifique et leurs propriétés gustatives ou nocives. C'était formidable! De retour chez nous, j'ai voulu apprendre à les connaître», raconte

le mycologue. René Pomerleau entreprend alors une correspondance soutenue avec des mycologues américains et devient, l'année de sa fondation, en 1932, membre de la Mycological Society of America, qui réunit les plus grands spécialistes.

C'est à une réunion de la Mycological Society, à Hanover, au New Hampshire, qu'il fait la rencontre de H. A. C. Jackson, un artiste naturaliste montréalais dont on retrouvera les dessins dans le premier livre de Pomerleau. «Il avait exposé ses magnifiques aquarelles de champignons. J'étais tellement emballé de voir tous ces gens qui connaissaient si bien les cryptogames que, pendant la séance d'identification, j'ai eu l'audace de les inviter à Duchesnay, au Québec.» L'année suivante, quelque 60 mycologues américains et canadiens se retrouvent donc dans ce petit village du Québec, leur panier sous le bras.

«On a récolté, pendant quatre jours, 1 000 espèces de champignons! Ça ne s'était jamais vu auparavant aux États-Unis et au Canada, ni avant, ni après», se souvient le mycologue. Une récolte miraculeuse! «Il faut dire que j'ai profité d'un climat. Ici, à Québec, nous sommes au point de convergence des grands types forestiers; la chênaie, qui s'étend vers le nord-est jusqu'à l'Île-aux-Grues, des variétés de l'érablière, de la forêt boréale et, dans le parc des Laurentides, des étendues de taïga et de toundra.»

En 1945, Jacques Rousseau, alors directeur du Jardin botanique de Montréal, invite René Pomerleau à donner des cours sur les champignons charnus. N'y croyant guère, le mycologue est le premier surpris devant le nombre de personnes venues assister à ses leçons. Il faut dire qu'à cette époque, l'influence naturaliste du frère Marie-Victorin est encore vivace. C'est dans cette foulée que René Pomerleau fonde le premier cercle de mycologues, en 1950, à Montréal, et celui de Québec, l'année suivante.

«J'ai connu M. Pomerleau au Cercle des mycologues à Québec, en

1954. On allait en excursion en autobus. Quand on revenait avec nos paniers de champignons, les gens se donnaient des coups de coude. Ils nous demandaient si on pouvait attraper des verrues en touchant aux champignons. Cette croyance a duré jusque dans les années 60», se souvient René Cauchon, mycologue au Centre de foresterie des Laurentides, qui déclare: «J'ai été mordu! C'est à ce moment-là que je me suis orienté vers une carrière scientifique en mycologie.»

André Fortin, lui aussi, a connu René Pomerleau au Cercle des mycologues du Québec. À 14 ans, il accompagnait sa tante, une Française passionnée de champignons. «Il m'avait fasciné. Pour chaque chose, il y avait un nom: pour la texture, la couleur, l'odeur. Les champignons, pour moi, sont devenus des organismes extraordinaires! Par la suite, je suis venu à la mycologie par une préoccupation, non pas économique, mais profonde au niveau des sentiments. M. Pomerleau m'a transmis cette approche philosophique», raconte André Fortin, un mycologue qui jouit aujourd'hui d'une réputation internationale.

DES CHAMPIGNONS DANS NOTRE ASSIETTE

La *Flore des champignons au Québec*, avec ses descriptions et ses illustrations de quelque 1 400 espèces, constitue, à elle seule, l'œuvre d'une vie. René Pomerleau a rédigé la *Flore* à l'âge de la retraite: elle est l'aboutissement de plusieurs années de travail... comme mycologue. René Pomerleau profitait de toutes les occasions et de toutes ses expéditions de pathologiste forestier pour rapporter des champignons. En tout, il a laissé 30 000 spécimens dans l'herbier du Centre de biologie forestière; quelques-uns de ces spécimens ont été envoyés dans des universités du monde entier.

Les cours qu'il dispensait au Cercle des mycologues lui ont servi de base pour écrire les premiers chapitres de la *Flore*. «C'était un cercle de scientifiques amateurs. À notre



Le 9 août 1944, à Saint-Ours près de Sorel, René Pomerleau identifiait la maladie de cet arbre centenaire: la maladie hollandaise de l'orme. Il venait de découvrir le premier cas de cette infection au Canada.

demande, M. Pomerleau avait préparé des cours sur la structure et la taxonomie des champignons. Après sept ans, on avait accumulé 300 pages de notes sur les amanites, les bolets, les lépiotes, les lactaires...», se souvient René Cauchon. «Ce n'était pas un paresseux! Il avait pris ces cours comme une tâche, la même chose pour la *Flore*.» Avec la multiplication des cercles de mycologues, René Pomerleau a popularisé la cueillette des champignons sauvages qui, s'ils étaient absents des recettes de nos grand-mères, font aujourd'hui le bonheur de milliers de gastronomes québécois.

«René Pomerleau est un homme de grande envergure, non seulement sur le plan scientifique mais aussi sur le plan social; il a influencé profondément la société québécoise. Il y a très peu d'hommes de science qui communiquent avec la société et c'est malheureux. Il a fait naître des vocations scientifiques, comme la mienne, mais aussi celle de Martin Hubbes, de la Faculté de foresterie de l'Université de Toronto et de Hubert Lechevalier, du Waksman Institute de l'Université Rutgers, au New Jersey, qui a travaillé sur de nombreux antibiotiques, dont la néomycine et la candidicine qu'il découvrit», explique André Fortin.

À un âge où il pourrait jouir d'un repos bien mérité, René Pomerleau continue à travailler avec enthousiasme. L'an dernier, il faisait l'acquisition d'un ordinateur pour compléter la rédaction de la version anglaise de la *Flore des champignons du nord-est de l'Amérique du Nord*, couvrant 2 500 espèces charnues. Tous les ans, il participe aux expéditions mycologiques de la North American Mycological Association, prêt à aller au bout du monde pour cueillir ses merveilleux champignons: en Nouvelle-Zélande, à la Terre de feu...

Derrière la carrière de René Pomerleau, on soupçonne une philosophie de vie. Et c'est en quelques mots qu'il me l'a confiée: «Heureux celui dont le travail est une passion!»

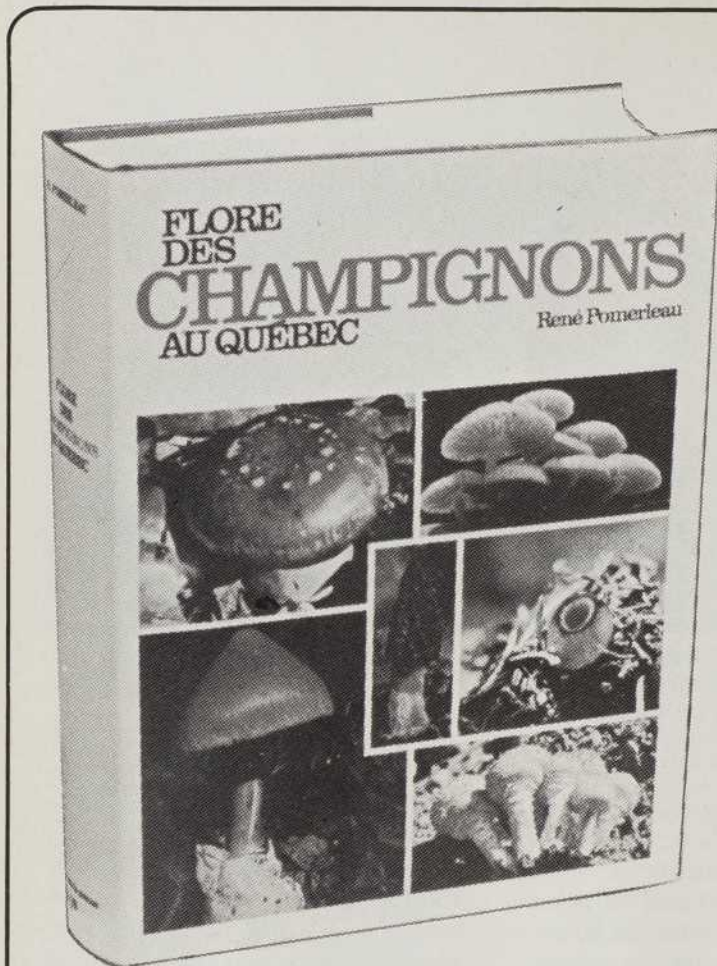
Pour en savoir davantage:

BEAULIEU, Ginette, «La flore de René Pomerleau», *Québec Science*, vol. 19, n° 10, juin 1981.

POMERLEAU, René, *Flore des champignons au Québec*, Éditions La Presse, 1980, 720 pages.

POMERLEAU, René, *Champignons de l'Est du Canada et des États-Unis*, Éditions La Presse, 1977, 306 pages.

POMERLEAU, René, *Guide pratique des principaux champignons du Québec*, Éditions La Presse, 1982, 212 pages.



**EN VENTE
PARTOUT**

Flore des champignons au Québec

René Pomerleau

René Pomerleau, bien connu des mycophiles, a voulu relever le défi d'énumérer et de caractériser tous les champignons connus au Québec et dans les régions limitrophes.

Il en a dénombré 1400 espèces reproduites dans cette encyclopédie remarquable, attendue depuis longtemps par des milliers d'adeptes et fervents de la nature.

Ce résultat de 50 années de recherche scientifique contient 14 planches de dessins linéaires, 118 planches de croquis, 48 planches de photos en couleurs de 305 champignons.

720 pages/reliure toile



Le guide pratique des principaux champignons du Québec

René Pomerleau

**212 pages
en couleurs**

Guide de format commode, un outil indispensable à l'amateur de champignons.

Supplément à la «Flore des champignons au Québec»

René Pomerleau

Une mise à jour complète et détaillée de la Flore des champignons au Québec, comprenant plus de 220 espèces, nouvelles ou déjà mentionnées mais non décrites, enfin toutes données et rectifications jugées nécessaires. Un complément dont ne peut se dispenser tout mycologue possédant déjà le précédent ouvrage de René Pomerleau.

98 pages



Champignons de l'Est du Canada et des Etats-Unis

René Pomerleau

Rédigé par une autorité mondiale en la matière, ce livre est un remarquable instrument d'initiation à la connaissance des champignons et l'un des plus utiles et faciles à consulter.

**306 pages /
5 planches en couleurs /
130 photographies et
illustrations / 9,95\$ / 962**

OFFRE SPÉCIALE AUX ABONNÉ(E)S DE LA PRESSE: 20% DE RÉDUCTION

BON DE COMMANDE

Veuillez me faire parvenir le(s) livre(s) indiqué(s) par un crochet:

	Prix régulier	Prix abonné(e)s de La Presse
() FLORE DES CHAMPIGNONS (602)	65,00\$	52,00\$
() SUPPLEMENT A LA «FLORE DES CHAMPIGNONS AU QUEBEC» (502)	13,95\$	11,15\$
() LE GUIDE PRATIQUE DES PRINCIPAUX CHAMPIGNONS DU QUEBEC (558)	16,95\$	13,55\$
() CHAMPIGNONS DE L'EST DU CANADA ET DES ETATS-UNIS (962)	9,95\$	7,95\$

IMPORTANT: Joignez à cette commande un chèque ou mandat payable aux Editions La Presse. Vous pouvez également utiliser votre carte de crédit comme mode de paiement.

MasterCard n°.....
 Visa

No d'abonné(e)

À retourner aux: **Éditions La Presse, Ltée
44, Saint-Antoine ouest
Montreal (Québec) H2Y 1J5**

NOM.....
 ADRESSE.....
 VILLE.....
 PROVINCE.....
 CODE POSTAL.....
 TOTAL.....
 CI-JOINT.....\$

Prière de noter que les échanges et les remboursements ne sont pas acceptés

ACTUALITÉ

par l'Agence Science-Press

Chicoutimi, nouvel épicentre ?

Le tremblement de terre du 25 novembre dernier n'a pas seulement plongé des milliers de Québécois dans le noir et l'angoisse, il a aussi soulevé de nombreuses interrogations, encore sans réponse, chez les spécialistes des sciences de la Terre.

Le séisme, qui a atteint 6,4 à l'échelle Richter, s'est en effet produit dans une région qui n'était pas reconnue pour son activité sismique. L'épicentre du séisme se trouve à environ 40 kilomètres au sud de Chicoutimi, un peu au sud du lac des Îlets, à une dizaine de kilomètres au nord-est de la route 175. Ce secteur est situé en dehors des limites de la zone de sismicité dite de Charlevoix. En conséquence, il faudra étendre le territoire de cette zone jusqu'à Chicoutimi. D'ailleurs, la Commission géologique du Canada, responsable du réseau de surveillance sismique, a installé une station permanente de sismométrie à Chicoutimi.

Pour l'instant, les sismologues sont incapables d'expliquer précisément la cause des séismes qui, comme celui du Saguenay, se produisent à l'intérieur des plaques tectoniques. « Nous savons qu'il y a des contraintes dans les structures rocheuses, de l'énergie qui s'accumule mais nous ignorons pourquoi », avoue Anne Stevens, sismologue de la Commission géologique du Canada. Un tremblement de terre est provoqué par la libération soudaine d'une grande quantité d'énergie emmagasinée dans les roches de la croûte ou du manteau terrestre. Les failles marquent la rencontre de grandes plaques tectoniques, comme celle de San Andreas en Californie. L'énergie qui s'y dégage peut provenir de la friction entre ces plaques. Celles-ci se poussent et s'accrochent. Occasionnellement, le décrochement provoque un séisme plus ou moins important.



Transports Québec

Depuis quelques années, une hypothèse circule mettant en cause le déplacement de la plaque nord-américaine. Ce mouvement aurait débuté avec l'ouverture de l'océan Atlantique, il y a plusieurs millions d'années. Une des plaques de cet océan « pousserait » sur le continent américain en direction du nord-ouest. Cette bousculade créerait des tensions à l'intérieur des roches, lesquelles tensions se relâcheraient aux points faibles. La région de Charlevoix est considérée comme l'un de ces endroits fragiles, une sorte de soupape sur l'autocuseur.

Le séisme du Saguenay démontre cependant qu'un certain nombre de failles du Bouclier canadien constituent aussi des points faibles et que Charlevoix n'est plus le seul exutoire de la colère de la Terre. Le séisme du Saguenay se serait produit sur l'une de ces failles. Toutefois, les sismologues d'Ottawa ne sont pas encore convaincus qu'il y ait un lien entre ces failles et les tremblements de terre.

Bien qu'il soit trop tôt pour sauter aux conclusions, le séisme du Saguenay pourrait aussi remettre en question le calcul des

probabilités d'un tremblement de terre majeur dont l'épicentre serait situé dans Charlevoix. « Il faudra se demander si nous n'avons pas attribué des épïcêtres à cette région alors qu'ils auraient dû revenir au Saguenay », s'interroge le géologue Jean-Yves Chagnon, de l'Université Laval. La question se pose d'autant plus que les calculs des foyers des séismes passés sont très approximatifs. Un seul séisme majeur, celui de 1925, a été enregistré par quelques appareils de mesure précis. « Mais nous ne voyons pas de liens entre l'activité sismique du Saguenay et celle de Charlevoix », affirme Anne Stevens. Un jour ou l'autre, il se produira un séisme important dans cette région.

Pour l'instant, on peut simplement constater que le séisme du Saguenay a constitué un bon test pour vérifier les caractéristiques parasismiques de nos constructions et évaluer partiellement les mesures d'urgence. Il pourrait aussi relancer la recherche sur la sismicité du Québec, un domaine un peu négligé depuis quelques temps.

Gilles Drouin

DES TERMINAUX BLINDÉS



Mario Bélisle / IRSST

Le blindage passif peut éliminer en très grande partie, voire totalement, les champs électrostatiques et électriques qui se dégagent des terminaux à écran cathodique (TEC). Toutefois, parce qu'on doit garder l'écran transparent, un tel dispositif n'atténue que très peu le champ magnétique. Telle a été la conclusion émise par M. Lambert Laliberté, ingénieur en instrumentation à l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST), lors du dernier congrès de l'Association des médecins du travail du Canada.

Dans un système de blindage passif, le terminal est placé dans un boîtier construit avec des matériaux qui réfléchissent ou absorbent les ondes, afin qu'elles n'entrent pas en contact avec l'utilisateur. Actuellement, rappelle M. Laliberté, la plupart des fabricants d'ordinateurs ne blindent que très partiellement leurs appareils. C'est à l'utilisateur de se protéger.

«Pour 100 dollars, avance l'ingénieur de l'IRSST, on peut

éliminer le champ électrostatique produit par l'ordinateur. Il suffit d'installer un filtre conducteur transparent devant l'écran en prenant soin de le relier à une mise à la terre. Il faut aussi que l'utilisateur élimine son propre potentiel électrostatique.»

On y remédie en fixant une lanière de papier d'aluminium sur la large touche au bas du clavier, laquelle doit être reliée à une petite résistance d'un million d'ohms et à une mise à la terre. Ainsi, l'usager perd ses charges électrostatiques à chaque contact des doigts avec

le papier d'aluminium. Pour un blindage plus complet, il vaut mieux s'adresser à un expert. On peut s'attendre à déboursier environ mille dollars. Présentement, il n'existe au Canada aucune norme réglementant le niveau acceptable d'exposition aux champs électriques et magnétiques de basses fréquences (0 à 30 kHz). Pourtant, affirme M. Laliberté, «diverses études démontrent que les champs électromagnétiques ont des effets biologiques sur l'humain; par exemple, ils peuvent influencer le potentiel des membranes cellulaires ou interférer avec le système nerveux central.»

Selon M. Laliberté, il n'y a cependant pas lieu de s'inquiéter. «Bien des choses ont un effet biologique sur l'humain. Dans mon bureau, lorsque le calorifère se met en marche, mon corps réagit à l'infrarouge émis. Doit-on en conclure que les radiations produites par le calorifère sont néfastes?»

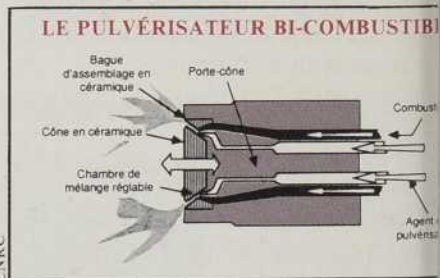
Lyne Lauzon

REDORER L'IMAGE DU CHARBON

L'étoile du charbon se remettra-t-elle à briller au firmament de l'énergie? Oui, si le prix du pétrole monte, et si on trouve les moyens de rendre le charbon moins polluant. À cet effet, le pulvérisateur eau-charbon mis au point au Conseil national de recherches du Canada (CNRC) peut s'avérer fort prometteur.

À la fin de l'été dernier, on a inauguré la première chaudière commerciale utilisant un combustible mixte eau-charbon. La Minos Basin Pulp and Power Company de Hansport, en Nouvelle-Écosse, se sert de cette chaudière pour produire la vapeur nécessaire au chauffage de ses produits papetiers.

Le pulvérisateur du CNRC, fabriqué à partir de matériaux céramiques de pointe, projette un combustible renfermant 70% de particules solides de charbon et 30% de gouttelettes d'eau très fines — moins d'un dixième de millimètre de diamètre. Ce mélange brûle très bien et est moins polluant que le charbon ordinaire.



CNRC

Pour la Corporation de développement de l'île du Cap-Breton, cet équipement permettra la mise en valeur des ressources charbonnières de la Nouvelle-Écosse. Et au CNRC, on cherche des débouchés à cette nouvelle technologie sur les marchés internationaux et, en même temps, on étudie la possibilité de l'utiliser avec d'autres combustibles, telles les huiles brutes et résiduelles contenant du sable et d'autres impuretés.

Félix Maltais

LE SOMMET SUR LA TECHNOLOGIE



Hydro-Québec

Si le Sommet québécois sur la technologie, tenu à Montréal à la mi-octobre, n'a pas accouché d'un ou de quelques «grands projets technologiques mobilisateurs», il aura fourni au gouvernement de nombreuses pistes pour la formulation d'une politique globale de développement technologique, en plus de permettre à des industriels de tous les milieux d'établir des contacts fructueux entre eux et avec les universitaires. C'est en ce sens que le ministre du Commerce extérieur et de la Technologie, Pierre MacDonald, s'est réjoui des résultats du Sommet, où les quelque 450 représentants des milieux industriels, universitaires et gouvernementaux ont dégagé certains consensus:

- Concentrer les efforts de recherche scientifique dans certains domaines où le Québec excelle déjà, plutôt que de semer à tout vent.
- Ajuster les mesures d'aide gouvernementale, tels les stimulants fiscaux, pour les rendre plus attrayants aux petites et moyennes entreprises.
- Accroître le financement des universités, pour qu'elles améliorent la formation des étudiants ainsi que leurs efforts de recherche.

Sur cette dernière question de la recherche universitaire, le prix Nobel John Polanyi a fait

entendre un son de cloche différent. Le chercheur de l'Université de Toronto s'est en effet élevé contre une conception partagée par plusieurs industriels et politiciens, selon laquelle la recherche universitaire devient un maillon de la chaîne industrielle. «Si on avait jugé mes projets de recherche selon le critère de leurs applications pratiques, on les aurait tués dans l'œuf», a affirmé M. Polanyi. Le chercheur a aussi souligné qu'une restriction du financement de la recherche fondamentale risque d'entraîner le départ de nos plus brillants cerveaux.

Dès l'ouverture du Sommet, le premier ministre, M. Robert Bourassa, a annoncé la création d'un fonds de trois cents millions de dollars, étalé sur cinq ans, pour le développement technologique. Ce fonds s'ajoute aux quelque 760 millions de dollars qui seront versés, sous forme de mesures fiscales, aux entreprises qui font de la recherche et développement. «Nos interventions seraient cependant plus efficaces si le Québec obtenait sa juste part des fonds alloués par le fédéral à la recherche et développement, a déclaré M. Bourassa. Ainsi, en 1986-1987, le Québec n'a obtenu que 15,4% de ces fonds, comparativement à 57,3% pour l'Ontario».

À l'heure du libre-échange et de l'internationalisation des économies, nos industries doivent absolument — et rapidement — prendre ce fameux virage technologique. En rappelant à tous cette nécessité, et en permettant aux premiers intéressés, les industriels et les chercheurs, de se parler et de lui parler collectivement, le gouvernement québécois a atteint son premier objectif. La prochaine étape consistera à maintenir le momentum et à dégager, à travers toutes les recommandations formulées dans les quinze ateliers sectoriels du Sommet, les pistes les plus prometteuses pour l'avenir du Québec.

Félix Maltais

DES SUPERBARILS POUR LES BPC

Énergie Atomique du Canada Limitée (EACL) semble avoir résolu une fois pour toutes le problème de l'entreposage et du transport des matières dangereuses: elle a mis au point des barils «indestructibles». Ces superbarils sont constitués d'une couche d'un matériau antichoc prise en sandwich entre deux feuilles d'acier. Lors d'une démonstration, l'un d'eux a survécu à une chute de neuf mètres de haut et à une tentative d'écrasement par une lourde plaque d'acier, tandis qu'un baril ordinaire était complètement écrabouillé. Ce baril résiste aussi au feu et à la rouille. Son coût élevé est son seul défaut: 4 000\$ à 5 000\$ l'unité. À ce prix-là, EACL admet qu'elle n'en vendra pas beaucoup, à moins... qu'elle n'en baisse la qualité. Décidément, on n'en sortira jamais.

CHERCHEURS DE DINOSAURES

Les paléontologues canadiens et chinois continuent de faire d'intéressantes découvertes en territoire chinois. L'été dernier, ils ont trouvé au même endroit les squelettes de cinq petits dinosaures, décédés à l'âge approximatif de six mois, il y a 75 millions d'années. Ces petits étaient de l'espèce *Ankylosaure* (ces dinosaures qui portent une sorte d'armure sur le dos). On pensait que les Ankylosaures vivaient en solitaires, mais cette découverte démontre plutôt qu'ils vivaient en groupe. L'an prochain, les paléontologues canadiens retourneront en Chine, où ils sont les seuls savants occidentaux à pouvoir faire des recherches sur les dinosaures.

LE SYNDROME DES BÂTIMENTS MALADES



Marc Duplain

« Les politiques d'économie d'énergie se sont avérées des armes à double tranchant. Bien sûr, nous avons économisé de l'énergie, mais du même coup, il en est résulté une augmentation de produits toxiques dans l'air. » C'est ce qu'a affirmé l'architecte new-yorkais William McDonough, au colloque « L'air malade dans les bâtiments malsains », organisé à Québec, en septembre dernier, par la Confédération des syndicats nationaux (CSN).

Le nombre croissant de personnes malades et l'apparition de nouvelles maladies reliées au problème de la qualité de l'air intérieur, le « syndrome des bâtiments malades » (SBM), présagent que cette question constituera le problème de santé au travail des années 90.

Selon les estimations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), de 10 à 30% des édifices nouvellement construits ou rénovés dans le monde sont atteints du SBM. En appliquant ces estimations au Québec, l'ingénieur conseil Maurice Beudet n'hésite pas à affirmer qu'à Montréal, 300 000 personnes souffriraient de malaises

causés par une piètre qualité de l'air.

Serait-ce la faute des fumeurs? Non, a répondu le professeur T. D. Sterling, de l'Université Simon Fraser (C.-B.). « Les enquêtes révèlent que la cigarette est responsable dans seulement 3% des cas. Les coupables sont plutôt la piètre qualité de la ventilation et l'emploi inconsideré de certains matériaux. »

D'autre part, un ingénieur de Travaux publics Canada, Ludvic Cyfracki, a affirmé que les mesures du Programme d'économie d'énergie avaient contraint bon nombre d'ingénieurs à oublier les règles de l'art de la ventilation.

Quant aux matériaux, les architectes et les ingénieurs ne penseraient « qu'en termes de performance et de profit, sans tenir compte de leurs dangers potentiels lorsqu'ils sont utilisés dans des conditions moins idéales », affirme William McDonough. L'émission de produits toxiques, comme le formaldéhyde, l'amiante ou les solvants, est d'autant plus dangereuse que ces produits ont tendance à se concentrer du fait de la plus grande recirculation de l'air vicié.

La mauvaise qualité de l'air coûte cher. Elle serait responsable d'une bonne partie des 150 millions de journées de travail manquées aux États-Unis en 1987 (une perte de 59 milliards de dollars), selon un représentant de l'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). Il n'est pas surprenant que, dès 1987, le Parlement européen ait condamné les politiques d'économie d'énergie comme de « fausses économies ».

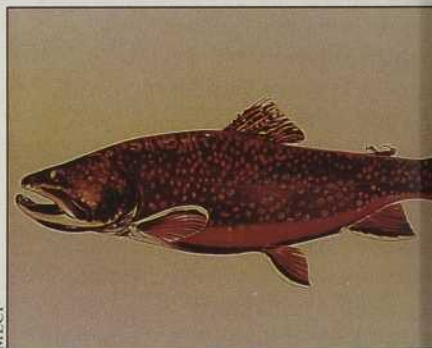
Plus près de nous, à l'Hôpital Saint-François-d'Assise de Québec, une épidémie causée par des moisissures dans le système de ventilation a touché 200 personnes depuis 1980. La qualité de l'air dans les hôpitaux pose d'ailleurs des problèmes particuliers. « Les systèmes de ventilation devraient être pratiquement considérés

comme de l'appareillage médical, et entretenus comme tels », a avancé le professeur Claude Molina, spécialiste français.

Il n'est donc pas surprenant de voir la CSN enfourcher ce cheval de bataille. Afin d'améliorer la qualité de l'air dans les bâtiments, le président Gérard Larose a demandé, entre autres mesures, que le gouvernement hausse considérablement ses normes quant au débit d'entrée d'air neuf, pour le faire passer de 2,5 L par seconde par personne à 20 L par seconde.

Alain Rajotte

SUS AUX MÉNÉS!



MLCP

Le professeur Pierre Magnan, de l'Université du Québec à Trois-Rivières, a reçu une subvention du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche pour trouver des moyens efficaces, écologiques et peu coûteux de lutter contre les compétiteurs de l'Ombre des fontaines (truite mouchetée). Certains poissons — surtout des ménés — ont été introduits par les pêcheurs qui s'en servaient comme appâts. Conséquemment, la population de truites mouchetées a diminué dramatiquement dans de nombreux lacs où, autrefois, ce poisson était roi et maître. Ainsi, une étude a révélé que dans 15 lacs de la réserve de Mastigouche, en Mauricie, la récolte de truites mouchetées avait baissé de 66%. De quoi justifier amplement la recherche du professeur Magnan.

Plantules de cèdre blanc



Trevor A. Thorpes / Université de Calgary

LA FORÊT AU LABORATOIRE

Notre forêt est en piètre état. Plusieurs années de coupes successives ont éliminé les meilleurs spécimens, laissant sur place des arbres génétiquement inférieurs, sensibles aux maladies, fragiles, et produisant un bois de mauvaise qualité. Or, ce sont ces arbres qui assurent la régénération naturelle de notre forêt.

Ce pénible constat a été dressé par le chercheur albertain Trevor Thorpes, lors du colloque «La biotechnologie et les plantes, une révolution verte», tenu cet automne à l'Université McGill. Comme solution, le Dr Thorpes suggère d'améliorer nos conifères par les biotechnologies et la culture de cellules végétales. «Lorsqu'on transfère un bourgeon dans un bouillon nutritif, ses cellules se multiplient par milliers. En variant la nature chimique du milieu, en ajoutant une hormone par exemple, chaque cellule se transforme en embryon puis en plantule», explique le Dr Thorpes.

Grâce au génie génétique, le bagage héréditaire des cellules peut être modifié avant leur transformation en embryons. Par micro-injection ou par infection bactérienne contrôlée, de nouveaux gènes sont introduits dans les cellules, conférant de nouvelles caractéristiques aux arbres futurs: croissance plus rapide, meilleure résistance à la sécheresse, au gel,

aux infections, aux insectes, et capacité de produire des fibres conformes aux besoins industriels.

«Des milliers de plantules dérivées de cultures cellulaires croissent déjà dans les forêts de France, des États-Unis et de la Nouvelle-Zélande. Au Canada, nos plantules sont encore au laboratoire», affirme le spécialiste de l'Université de Calgary. La compétition internationale ne permet plus au Canada d'attendre. «En utilisant une stratégie de micropropagation, nous pourrions produire en 7 ans des conifères aux propriétés désirées, contre 26 ans ou plus avec la reproduction sexuelle normale», estime le Dr Thorpes.

La production industrielle de plants par micropropagation est trop onéreuse pour le moment, mais cette technique devrait, au rythme des nouvelles percées technologiques, devenir avantageuse.

Alan McLean

NOTRE DEUXIÈME PLANTE NATIONALE



Allelix

Quelle est la deuxième plante agricole en importance au Canada? Le canola, une variété de colza utilisée dans l'industrie alimentaire (huile végétale) et dans l'alimentation du bétail. Avec un marché de un milliard de dollars par année, le canola se porte bien. En

fait, pas si bien que ça puisque mauvaises herbes et champignons pathogènes causent des pertes variant entre 85 et 100 millions de dollars chaque année. Aussi, l'Université Laval, Agriculture Canada et la firme Allelix Agriculture ont-elles décidé d'unir leurs efforts pour trouver les moyens d'améliorer le canola. Comment? Par les voies nouvelles du génie génétique, c'est-à-dire en incorporant dans le canola des gènes qui permettront à cette plante de lutter naturellement contre les herbicides et les champignons.

MI-BLÉ MI-MAÏS



Ariane Plourde / Agric. Canada

Depuis quelques années, des animaux et des plantes étranges voient le jour dans les laboratoires de génétique: des chèvres-moutons, des tomates-pommes de terre, des lions-tigres... et puis, le dernier arrivé dans cette joyeuse bande, le blé-maïs. Des chercheurs de l'Université Laval ont réussi à croiser ces deux espèces, pourtant très différentes au point de vue génétique, à partir des fleurs de l'une et du pollen de l'autre. Curieusement, la plupart des espèces obtenues étaient, sur le plan botanique, des plants de blé. Elles ne possédaient en effet aucun des chromosomes du maïs. Toutes, sauf une. Et c'est surtout celle-là qui intéresse les généticiens de Laval: elle pourrait avoir une résistance accrue à certaines maladies ou un taux de croissance plus élevé que le blé pur. Et qui sait, ce blé aura peut-être un petit goût de maïs...

LE RÉSEAU HYDRO-QUÉBÉCOIS

UN GÉANT AUX PIEDS D'ARGILE?

Le fonctionnement du réseau électrique est un véritable chef-d'œuvre technologique... qui peut hélas! avoir des ratés.

par Raynald PEPIN

Une chiquenaude sur l'interrupteur... et la lumière s'allume, tout naturellement. Naturellement? En fait, pas vraiment. Il suffit d'une bonne panne pour nous en convaincre: adieu lumière, adieu ordinateur, adieu télévision... Vous êtes-vous imaginé ce qui arriverait si l'électricité n'existait pas?

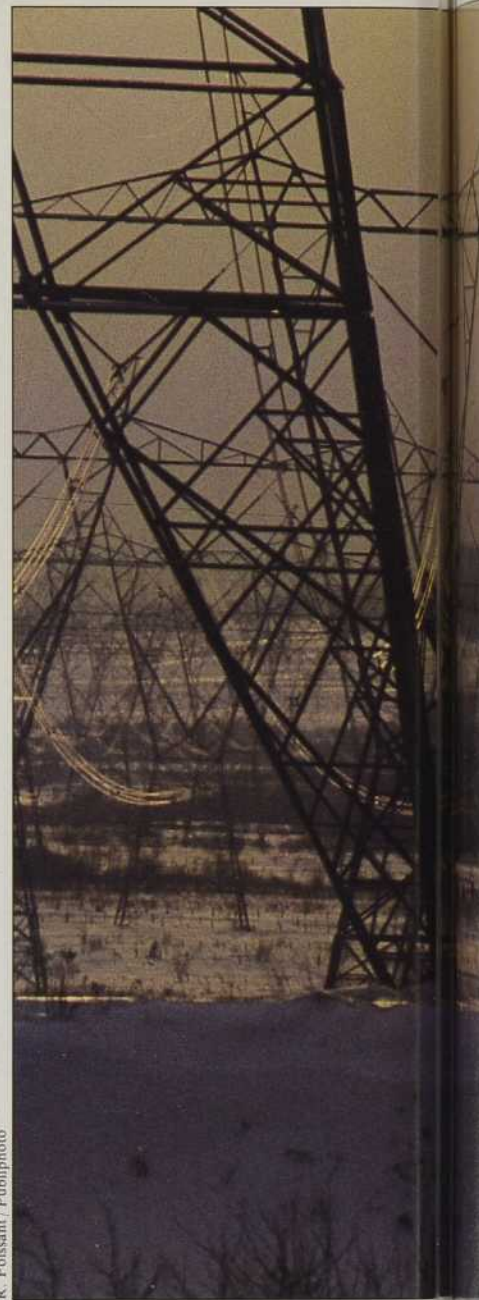
Nous ne prenons conscience de la complexité du transport et de la distribution de l'électricité que lorsque, parfois, un rouage se grippe dans la gigantesque machine. Tout le monde s'impatiente quelques heures, jusqu'à ce que la chaleur et la lumière magiques reviennent. Puis, nous oublions... jusqu'à la prochaine panne.

Dans les coulisses, pourtant, il se passe des choses fascinantes. Comment fait-on pour répartir l'électricité? Pourquoi utiliser des très hautes

tensions? Qu'est-ce qui provoque les pannes et comment fait-on pour les éviter ou les diminuer? Manquerons-nous d'électricité cet hiver? Si cette question se pose, alors pourquoi en exporter aux États-Unis? Le présent article se propose de faire un peu la lumière sur le réseau de transport d'Hydro-Québec.

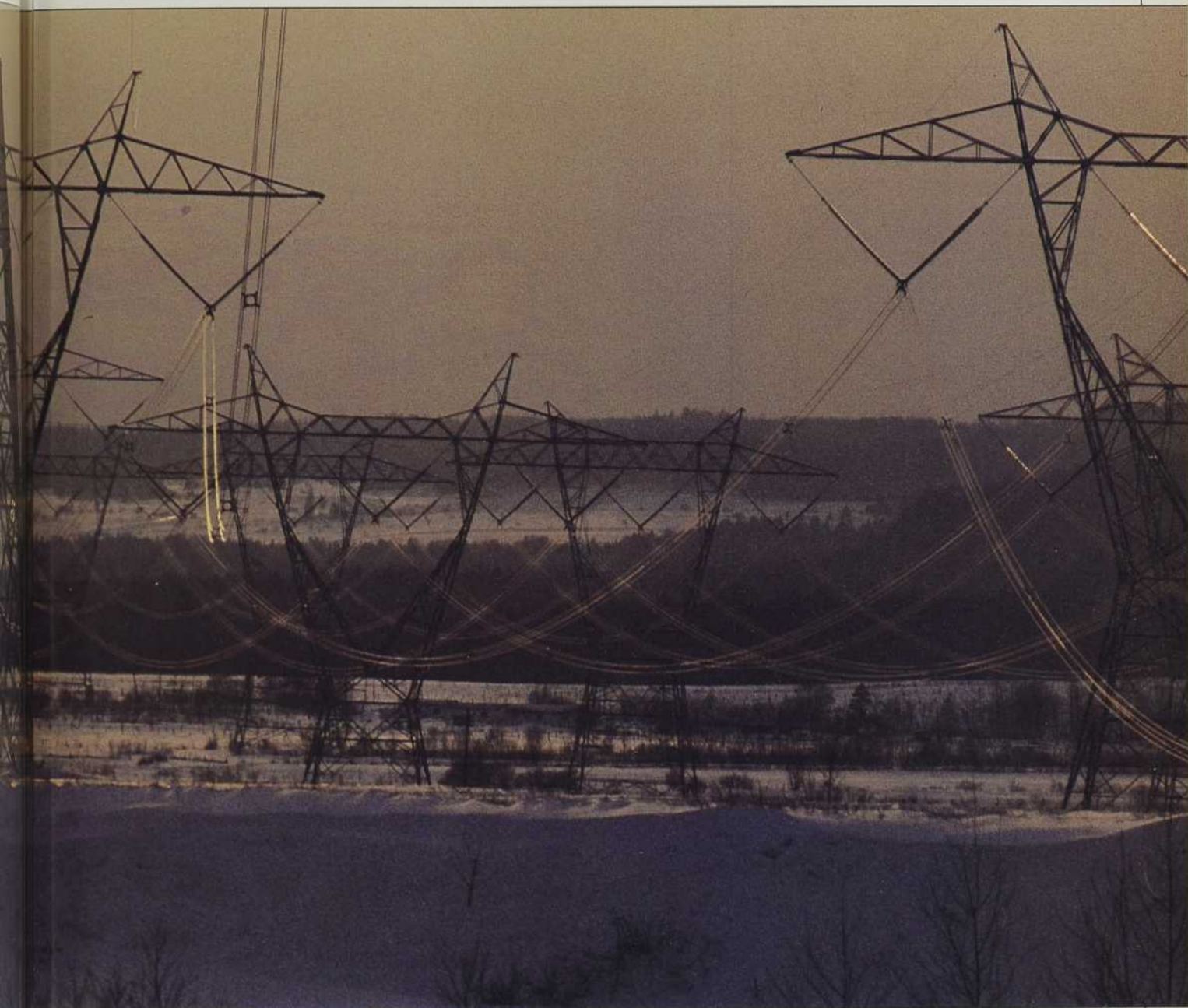
LES EFFETS D'UN BON SOUPER

Vous commencez à vous préparer un bon petit souper et vous allumez les quatre feux de votre cuisinière en même temps, ce qui exige une puissance d'environ 5 000 W. Que va-t-il se passer? «Tout ce que nous pouvons faire, avance Clément Ouellet, responsable de la direction Conduite du réseau à Hydro-Québec, est d'observer que la cuisinière a été allumée



R. Poissant / Publiphoto

et exige davantage d'électricité. Il nous faut réagir à cette demande et fournir plus d'électricité, sinon la tension dans les circuits baissera.» Cet exemple est un peu exagéré, bien entendu, les 5 000 W de votre cuisinière ne représentent qu'une goutte d'eau dans l'océan des 29 000 MW que doit fournir Hydro-Québec lors des périodes de pointe. La réaction du réseau à une si faible demande est pratiquement imperceptible. Mais quand 100 000 personnes préparent leur repas en même temps, les effets sont plus marqués.



La loi oblige Hydro-Québec à fournir une tension alternative variant entre 108 et 132 V, la valeur idéale étant 120 V; en pratique, Hydro-Québec ne s'écarte pas de cette valeur de plus de 5%. Si la tension est trop forte, les ampoules à incandescence et les divers appareils électriques se détériorent plus vite et si la tension est trop faible, la lumière fournie par les ampoules jaunit, les écrans de télévision rapetissent. Pour éviter ces variations, une seule solution: équilibrer constamment l'offre et la demande.

Si la demande d'électricité augmente sans que la production croisse en conséquence, non seulement la tension du réseau baissera, mais la fréquence du courant alternatif diminuera aussi légèrement. Par exemple, elle peut passer de 60 Hz à 59,98 Hz. «Quand cela se produit, explique Jacques Gauthier, ingénieur à la direction Conduite du réseau, les régulateurs fréquence-puissance disposés dans les différentes centrales corrigent la situation en commandant aux alternateurs de produire plus. Les vannes laissent alors passer

davantage d'eau dans les turbines; les alternateurs, connectés aux turbines, fournissent plus de puissance.» La production et la demande s'équilibrent ainsi.

Hydro-Québec doit respecter des normes non seulement quant à la tension, mais aussi en ce qui concerne la fréquence. Les règles du North-East Power Coordinating Council (NPCC), organisme qui coordonne la distribution de l'électricité dans le nord-est de l'Amérique du Nord, exigent que la fréquence passe par 60 Hz au moins une fois à toutes les

10 secondes. Comme il est impossible d'éviter les fluctuations momentanées et que ces écarts peuvent s'additionner pour atteindre plusieurs cycles, Hydro-Québec corrige chaque jour l'écart accumulé en faisant tourner durant un certain laps de temps tous les alternateurs, soit un peu plus vite, soit un peu plus lentement. Le réseau fournit exactement 5 184 000 cycles pendant 24 heures, et les horloges électriques, dont l'exactitude dépend de la fréquence du courant, indiquent ainsi l'heure de façon précise.

«Pour la régulation de la fréquence, Hydro-Québec est un modèle en Amérique du Nord, croit Clément Ouellet. Les autres réseaux sont beaucoup plus lents à réagir que le nôtre.» En effet, Hydro-Québec produit 97% de toute son électricité à partir de centrales hydroélectriques. Il est facile de contrôler les vannes pour faire passer plus ou moins d'eau dans les turbines d'une centrale hydroélectrique en équilibrant ainsi production et charge. Les autres réseaux, ne disposant pas de ressources hydrauliques importantes, utilisent au contraire surtout des centrales thermiques ou nucléaires. Chauffer davantage d'eau pour augmenter la production nécessite toujours un certain délai. Mais les centrales hydroélectriques n'ont pas que des avantages, comme nous le verrons plus loin.

DE LA CENTRALE À LA MAISON

Le courant produit par les gigantesques alternateurs des centrales électriques en sort avec une tension de 13,5 kV. Des transformateurs portent cette tension à 345 kV, puis à 735 kV, avant le transport du courant vers les centres de consommation. Hydro-Québec a été l'une des premières compagnies d'électricité au monde à utiliser des tensions aussi élevées. Non pas par plaisir d'être en avance sur le plan technologique, mais bien parce que les particularités de son réseau l'y obligeaient.

En effet, les centrales hydroélectriques sont généralement fort élo-

gnées des centres de consommation, ce qui impose l'utilisation de très longues lignes de transport, atteignant, par exemple, 1 000 km entre la baie James et Montréal et 1 400 km entre Churchill Falls et Montréal. Plus la ligne électrique est longue, plus sa résistance électrique est élevée, ce qui augmente les pertes par dégagement de chaleur. Il existe une seule solution à ce problème: augmenter la tension. En effet, une hausse de tension permet de réduire le courant et donc les pertes d'énergie.



Hydro-Québec

Le réseau hydroélectrique du Québec a été l'un des premiers au monde à utiliser des tensions aussi élevées que 735 kV. L'éloignement des centrales hydroélectriques des centres de consommation impose l'utilisation de ces lignes à très hautes tensions.

Comme la plupart des autres réseaux électriques américains ou canadiens génèrent leur électricité à partir de centrales thermiques ou nucléaires situées près des centres de consommation, leurs lignes de transport sont plus courtes. Il leur est alors possible d'utiliser des tensions plus faibles que celles retenues au Québec,

tout en minimisant leurs pertes. La proximité des centres de consommation et de production permet aussi d'augmenter le nombre de lignes de transport (cela est difficile au Québec, une seule ligne baie James-Montréal coûtant plus de 1 milliard de dollars). Quand il y a beaucoup de lignes, quand le réseau électrique est bien «maillé», les probabilités de défaillance grave diminuent et il est plus facile de remédier à la perte temporaire d'une ligne. Au Québec, il n'y a que cinq grandes lignes venant

AH! CES MESURES

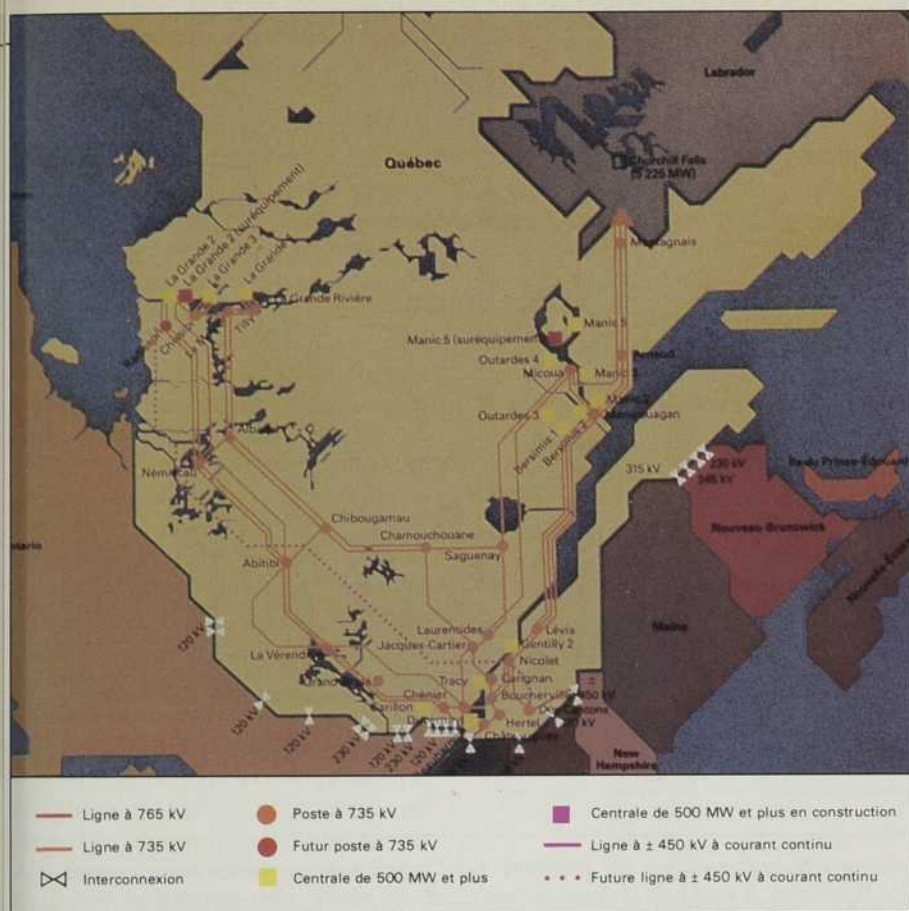
Pour mieux vous y retrouver, voici la signification des symboles et des préfixes utilisés dans cet article.

Les unités de mesure du Système international (SI):

- A:** ampère (unité de base pour le courant électrique)
- Hz:** hertz (fréquence dont la période est de une seconde)
- s:** seconde (unité de base pour le temps)
- V:** volt (tension ou potentiel électrique)
- kV:** kilovolt (un kilovolt équivaut à 1 000 volts)
- W:** watt (unité de puissance qui produit un joule par seconde)
- MW:** mégawatt (un mégawatt équivaut à 1 000 000 watts)

de la baie James (complexe La Grande) et cinq venant de la Côte-Nord (Churchill Falls et Manicouagan). Les pannes générales sont donc plus fréquentes chez nous que dans les réseaux voisins, simplement à cause de l'étendue du réseau de transport.

Les lignes de transport à 735 kV convoient du courant triphasé. En règle générale, elles sont formées de trois faisceaux de quatre fils, chaque faisceau correspondant à une phase. Le courant alternatif transporté par chacun des faisceaux est déphasé d'un tiers de cycle (1/180 s) par rapport aux deux autres. La somme des trois



Hydro-Québec

Au Québec, le réseau hydroélectrique possède cinq grandes lignes provenant de la baie James et cinq autres originant de la Côte-Nord. L'étendue du réseau de transport rend celui-ci plus vulnérable aux bris... et aux pannes.

courants est nulle en tout temps, ce qui évite la pose d'autres fils pour le retour du courant et diminue ainsi les coûts de la ligne. Les faisceaux sont suspendus aux pylônes par des isolateurs, pour éviter que le courant ne passe des fils aux pylônes, puis à la terre, et soit perdu.

LES ÉLECTRONS EN FONT À LEUR TÊTE

Les lignes de transport à courant alternatif (CA) sont le siège de phénomènes qui paraissent un peu étranges de prime abord. «En période de faible demande et sans postes de transformation répartis le long de la ligne, souligne Jacques Gauthier, la tension serait plus élevée à Montréal qu'à la baie James!» En effet, les fils et le sol forment l'équivalent d'un gigantesque condensateur. De plus, le fait que les fils courent parallèlement les uns à côté des autres constitue une importante inductance, comme les spires d'une énorme bobine. Les lignes sont donc le théâ-

tre d'effets capacitifs et inductifs: la tension n'est pas nécessairement en phase avec le courant. Plus la ligne est longue, plus ces effets prennent de l'importance. La tension et la puissance fournies par la ligne dépendent de la combinaison de tous ces facteurs.

«Quand la charge (la demande d'électricité) est faible, poursuit Jacques Gauthier, le courant l'est aussi, la tension inductive (qui dépend du courant) ne compense plus la tension capacitive et il en résulte une augmentation de tension due à l'effet capacitif.» Comme on peut le constater, la gestion d'un réseau électrique n'est pas d'une simplicité enfantine. La régularisation de la tension est effectuée par les postes de transformation disposés le long des lignes, au moyen d'équipements comme des transformateurs, des compensateurs et des condensateurs ou des inductances énormes.

Ces équipements de correction, souvent très coûteux, ne sont requis que sur les lignes à 735 kV, pour les-

quelles les distances et les courants très élevés amplifient les effets capacitifs ou inductifs. Sur les lignes à courant continu (CC), il n'y a aucun effet de ce type parce que le courant est constant. Ces lignes ne nécessitent pas de postes de transformation. Toutefois, l'établissement de postes convertisseurs CA-CC et CC-CA à chaque bout rend une ligne à courant continu plus coûteuse qu'une ligne à courant alternatif.

Comment la puissance est-elle répartie entre les différentes régions du Québec? «On ne peut pas contrôler le flux des électrons dans un fil comme celui de l'eau dans un tuyau, prévient Jacques Gauthier. Le réseau électrique est constitué d'une multitude de fils interconnectés; les électrons se répartissent selon la charge. L'architecture du réseau est planifiée de façon à ce qu'il n'y ait pas de surcharges de lignes ou de transformateurs.» La limite thermique des lignes de la baie James, par exemple, est telle qu'elles peuvent porter 6 000 A sous une tension de 735 kV. Au-delà de cette limite, la ligne surchauffe, les fils s'allongent et peuvent même toucher le sol! En pratique, des problèmes de stabilité apparaissent si le courant dépasse 2 000 A; on le limite donc à ce chiffre dans des conditions d'exploitation normales. Il faut s'assurer que, même si une ligne est mise hors circuit, les autres puissent prendre la relève temporairement, sans causer une panne générale.

L'HEURE DE POINTE, PAS SEULEMENT SUR LES AUTOROUTES!

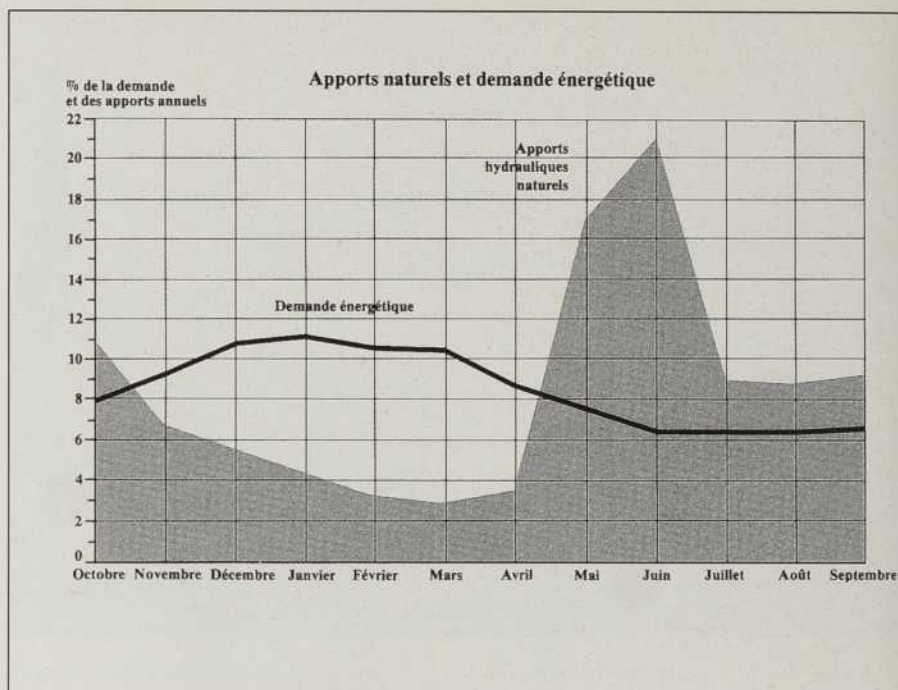
La capacité de production d'Hydro-Québec est rarement utilisée au maximum. Des travaux d'entretien font que certaines lignes, certains alternateurs ou transformateurs sont retirés du réseau durant des durées variables. Mais l'hiver, il y a des moments où la consommation d'électricité atteint des sommets élevés. Il pourrait arriver qu'elle dépasse les capacités de production!

Tous les jours, à 17 h 30, c'est la pointe. La majorité des travailleurs viennent de rentrer chez eux: ils allu-

ment les lumières, prennent une douche, font cuire leur repas en regardant la télévision. Le chauffage, réduit durant la journée, est sollicité au maximum. Pendant ce temps, les installations de la grande industrie (aciéries, alumineries, usines de pâtes et papiers, etc.), qui consomment beaucoup d'électricité, continuent à fonctionner 24 heures sur 24, car c'est la seule façon de rentabiliser les immobilisations coûteuses. Bref, on consomme abondamment: la demande a ainsi atteint 27 000 MW, le 14 janvier dernier.

Hydro-Québec est alors au bout de ses énergies. Contrairement au début des années 80, où des prévisions erronées avaient conduit à l'établissement d'une capacité de production d'électricité nettement supérieure à la demande, les prévisions ont cette fois sous-estimé la croissance économique récente et la demande d'électricité. L'an prochain, la centrale de pointe Manic 5 PA, qui «s'abreuve» au même réservoir que Manic 5, fournira 1 500 MW supplémentaires au moment de la pointe (cette centrale ne servira que 500 à 600 heures par année). Le problème sera réglé pour l'hiver 1990. Mais qu'arrivera-t-il cet hiver-ci?

La situation pourrait être critique, à moins que la température ne soit particulièrement clémente. Pour empirer les choses, le taux de remplissage de certains réservoirs (baie James, Manicouagan, Churchill Falls) n'était que de 60% de sa valeur habituelle cet automne, à cause d'une pluviosité plus faible cette année (en Abitibi et en Mauricie, l'hydraulicité est plus forte que la normale). Comme la hauteur de chute diminue, la puissance fournie par les alternateurs devient légèrement plus faible. Selon Jacques Gauthier, elle est plus basse d'environ 100 MW sur l'ensemble du réseau, soit moins de 1% de la puissance totale. Cet écart ne cause aucun problème en temps normal, mais il pourrait entrer en ligne de compte lors de la pointe. Voilà un des inconvénients de l'hydroélectricité auquel on ne pense pas habituellement: elle dépend de la pluie. «Si la situation se prolongeait, prédit Clément Ouellet,



Comme l'illustre ce schéma, les quantités d'eau sont à leur maximum au printemps et à l'automne, à cause de la fonte des neiges et des pluies, alors que la demande est au plus fort en hiver. Comme l'électricité ne peut être stockée, Hydro-Québec doit établir l'équilibre entre l'offre et la demande. Pour ce faire, la Société emmagasine l'eau en amont d'une centrale et augmente la production des turbines lorsque la demande s'accroît. Si celle-ci est très forte, on fait appel temporairement à un réseau voisin.

nous pourrions avoir des problèmes l'an prochain.»

Hydro-Québec a différents tours dans son sac pour passer au travers des périodes de pointe. Au moment crucial, elle demande aux gros consommateurs qui le peuvent de chauffer leurs chaudières à l'huile plutôt qu'à l'électricité, en les subventionnant (par une baisse de tarifs subséquente) pour compenser les coûts supérieurs encourus. Bien entendu, durant les périodes de pointe, les centrales thermique (celle de Tracy: 600 MW) et nucléaire (Gentilly 2: 685 MW) et les turbines à gaz (La Citrière: 200 MW et Cadillac: 162 MW) fonctionnent pleinement, malgré leurs coûts de production plus élevés.

Hydro-Québec peut aussi acheter de l'électricité aux producteurs autonomes, comme Alcan, MacLaren et quelques grandes entreprises. Cet hiver, la société d'État envisage aussi de baisser la tension de 5% lors de la période de pointe, dans les secteurs où il y a de grosses charges et où la

tension est bonne. La charge totale du réseau pourrait ainsi être diminuée de 300 MW. Si la tension est réduite de 5%, la puissance fournie à un abonné résidentiel diminuera de 10%, et il faudra alors à celui-ci 10% plus de temps pour faire chauffer l'eau de son thé, par exemple.

Hydro-Québec achète également des réseaux voisins, d'abord au Canada (Ontario, Nouveau-Brunswick) puis aux États-Unis. La société d'État pourrait importer jusqu'à 890 MW de puissance de pointe, si la chose était nécessaire, cet hiver. «Nous vendons de l'énergie excédentaire durant toute l'année, précise Clément Ouellet, mais nous pouvons aussi acheter de la puissance lors des périodes de pointe. Il y a beaucoup d'entraide entre les réseaux. Quand on prévoit de très grands froids, les responsables des réseaux se communiquent leurs capacités de production, les prévisions, le déroulement anticipé de leur pointe respective. On mentionne que ça nous prend 150 MW

de telle heure à telle heure et on les achète au réseau qui peut nous les fournir au meilleur prix possible.» Ces achats coûtent toujours nettement plus cher que l'électricité produite au Québec, parce que la production d'électricité à partir des centrales thermiques ou nucléaires des voisins est plus coûteuse et aussi parce qu'il faut y ajouter le coût du transport (pertes, usure des équipements, immobilisations).

Mais ce qui compte, c'est de passer la pointe. «On a toujours trouvé un compromis où tous les réseaux étaient bien servis, poursuit Clément Ouellet. Par exemple, si la pointe se produit en Ontario une demi-heure après la nôtre, à cause du soleil et des habitudes de vie différentes, Hydro-Ontario nous fournira de l'électricité durant notre pointe et nous leur retournerons l'équivalent durant leur pointe.» C'est la grande fraternité de l'électricité...

«En pareil cas, nous gardons toujours une réserve, remarque Clément Ouellet, mais parfois ce n'est pas suffisant. Il faut comprendre qu'il est facile de se tromper de 500 MW dans les prévisions, sachant par exemple que chaque degré Celsius de moins à l'extérieur correspond à une

puissance de 300 MW requise en supplément. Quel météorologue peut prédire avec certitude la température à deux degrés près tous les jours?»

L'existence d'une pointe aussi marquée constitue un inconvénient majeur: elle peut obliger la compagnie d'électricité à construire des centrales qui ne servent qu'à cette occasion, ce qui en affecte notablement la rentabilité. C'est dans ce cadre que s'inscrit le projet (encore à l'étude) d'Hydro-Québec de double facturation. En diminuant les tarifs de l'électricité consommée hors pointe (ou en augmentant ceux de l'électricité durant la pointe?), on espère inciter les Québécois à limiter leur consommation pendant les heures cruciales.

LE COURANT NE PASSE PLUS

Le fonctionnement du réseau électrique, comme toute technologie complexe, est sujet à des ratés. La qualité du service peut être affectée par des interruptions rendues nécessaires par des travaux ou de l'entretien (cause la plus fréquente), par la défaillance d'équipements ou par des causes naturelles, comme la foudre, le

verglas, les oiseaux, les feux de forêt. Ces derniers cas peuvent provoquer des courts-circuits: le courant s'établit entre deux endroits portés à des tensions différentes.

Dans le cas d'une ligne de transport, ce peut être entre une phase et une autre, ou entre une phase et un pylône (il y a alors mise à la terre, car le pylône est conducteur d'électricité). Les feux de forêt, par exemple, ionisent l'air qui devient conducteur: une décharge électrique peut alors se produire plus facilement. La foudre va aussi créer une surtension, provoquer des courts-circuits et amener la mise à la terre momentanée d'une phase. Sur les pylônes des lignes à haute tension, on retrouve deux «fils de garde», reliés au sol à chaque pylône, qui ont pour rôle d'intercepter le plus possible les éclairs et de limiter les dégâts.

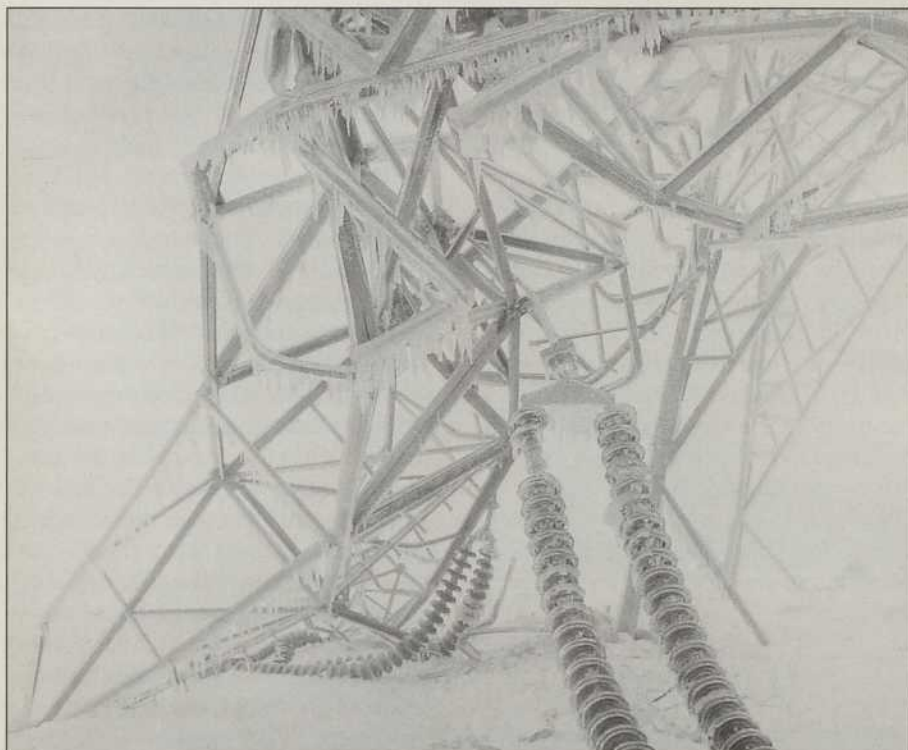
Quand il se produit un court-circuit (un «défaut», dans le jargon du métier), le courant dans la ligne s'élève considérablement. Pour éviter d'endommager les équipements, un disjoncteur coupe automatiquement le courant dans la partie en cause. La décharge électrique, source du mal, s'éteint alors en quelques cycles (1 cycle équivaut à 1/60 s) et le réenclenchement de l'équipement se fait ensuite automatiquement. Généralement, la cause du court-circuit est alors disparue, tout revient à la normale et les clients d'Hydro-Québec sont peu touchés. Mais, parfois, le problème est plus sérieux: le système de protection se redéclenche et le courant ne peut être rétabli automatiquement. Il faut inspecter la ligne, repérer la défektivité, ce qui n'est pas toujours une mince affaire, surtout en pleine forêt. «Heureusement, explique Clément Ouellet, nous pouvons déterminer, presque au pylône près, à quel endroit le problème s'est produit.»

Le réseau d'Hydro-Québec est conçu de façon à ce qu'il puisse résister à la perte d'une ligne 735 kV sans s'effondrer. La puissance transite alors par les autres lignes disponibles. S'il le faut, des automatismes commandent des délestages et des rejets de production: il s'agit de



Hydro-Québec

Le cerveau qui commande l'opération du réseau d'Hydro-Québec se trouve au Complexe Desjardins, à Montréal. Le Centre de conduite du réseau (CCR) gère l'ensemble des charges et des équipements de production du Québec. Sa mission est d'équilibrer en tout temps production et charge, tandis que la distribution de l'électricité est effectuée par les centres d'exploitation régionaux. Le Centre de conduite contrôle l'immense réseau que l'on voit schématisé sur le grand mur.



LA GRANDE NOIRCEUR

Le 18 avril dernier, à 20 h 08, des courts-circuits causés par de la glace fondante autour des isolateurs ont successivement mis hors tension deux barres conductrices au poste Arnaud, près de Sept-Îles. Selon Jacques Gauthier, les deux barres ont court-circuité presque en même temps, hasard qui se produit très, très rarement. Les mécanismes de protection ont donc ouvert les trois lignes venant de Churchill Falls qui passent au poste Arnaud, ce qui constitue une «contingence extrême». Le réseau n'a pas été planifié pour faire face à une telle situation. Tout n'était pas perdu, car les automatismes auraient pu délester des charges (l'équivalent de la production de Churchill Falls) pour réduire la demande et assurer la stabilité du réseau.

Ces automatismes n'ont pas fonctionné à cause d'une défektivité dans les communications entre les équipements du Centre de conduite du réseau. Deux secondes plus tard, par suite d'une tension nulle, des tronçons de lignes de la baie James lâchaient à leur tour, et trois transformateurs de La Grande 4 étaient endommagés par des courts-circuits. Le reste du réseau

s'effondrait en une quinzaine de secondes. Il a fallu plus de six heures pour compléter la remise en charge du réseau, compliquée par des bris d'équipements et des problèmes à la centrale de Beauharnois.

Le lendemain matin, d'autres courts-circuits, encore au poste Arnaud et toujours à cause de la glace, provoquent de nouveau la séparation de Churchill Falls. Une fois réparé, l'automatisme de délestage retranche des charges de 3 200 MW de façon cyclique dans tout le Québec, durant plus de quatre heures; les réseaux voisins fournissent plus de 2 000 MW et la panne générale est cette fois évitée.

Bilan: la panne a entraîné des coûts dépassant 16 millions de dollars (achats d'électricité, pertes de revenus et frais de réparation). Au poste La Vérendrye, au nord de Mont-Laurier, 128 thyristors (appareils qui servent à redresser, à changer la fréquence) ont brûlé sur deux compensateurs statiques; le nombre de thyristors en réserve n'était pas suffisant pour les réparations et il a fallu trois mois pour en obtenir. Une panne qu'on n'a pas oubliée...

rejeter, en les débranchant du réseau, des circuits de distribution et des alternateurs (toujours l'équilibre) pour ne pas surcharger et déstabiliser le réseau. «Ces interruptions sont effectuées par les Centres d'exploitation régionaux, rapporte Clément Ouellet. Ces derniers choisissent les charges non prioritaires, les installations où l'impact social et économique est le plus faible, comme certaines chaudières industrielles et le secteur résidentiel. Les délestages se font de façon précise: une rangée de maisons, où vit une personne sous dialyse, sera épargnée alors que l'on coupera le courant dans une rangée de maisons voisines.» De tels délestages pourraient se produire cet hiver si Hydro-Québec manque d'énergie lors de la pointe.

Quand plus d'une ligne est mise hors tension et qu'en plus, les automatismes ne fonctionnent pas, le réseau est déstabilisé et il peut en résulter une panne générale, comme celle qui a plongé le Québec dans la noirceur, le 18 avril dernier (voir l'encadré: «La grande noirceur»). Ces sombres événements ne se produisent plus très fréquemment. «Durant la décennie 70, souligne André Mercier, vice-président à la planification des équipements chez Hydro-Québec, il se produisait près d'une panne générale par année. Après 1978, il y en a eu une en 1982, puis une autre en avril 1988. Cette amélioration est due à la mise en service du complexe La Grande. Avant, notre réseau n'était formé que d'un seul axe, celui constitué par les lignes allant vers la Côte-Nord. Le réseau était beaucoup plus facilement perturbé. Maintenant, le second axe peut supporter le premier.» «Depuis 10 ans, précise Clément Ouellet, nous avons aussi ajouté beaucoup d'équipements de stabilisation: des réactances, des compensateurs et des automatismes.» Il ne nous reste plus qu'à espérer que toute cette quincaillerie fonctionne bien! Si l'on en croit les statistiques, la prochaine panne majeure ne devrait pas survenir avant cinq ans. Mais, comme pour la loterie, on peut aussi bien gagner la semaine prochaine que dans 5 ou 100 ans! □

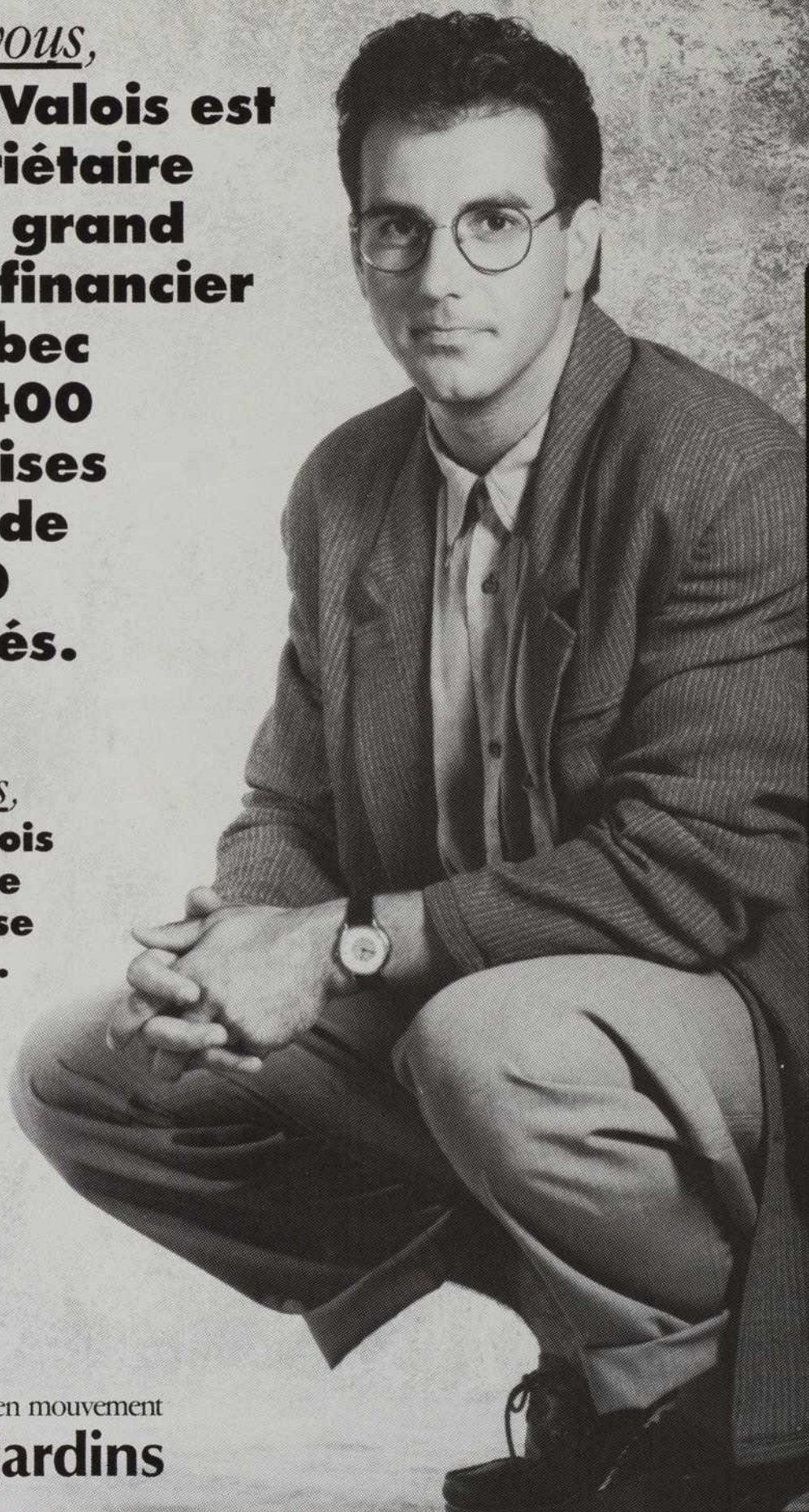
C A H I E R S P É C I A L



UNIVERSITÉS

Comme vous,
**Claude Valois est
copropriétaire
du plus grand
réseau financier
au Québec
avec 1400
entreprises
et plus de
28 000
employés.**

Comme vous,
**Claude Valois
est membre
d'une caisse
Desjardins.**



Des gens en mouvement

Desjardins

L'UNIVERSITÉ LAVAL

UN PARTENAIRE POUR VOTRE AVENIR

PROGRAMMES DE MAÎTRISE ET DE DOCTORAT

Champ d'études

Activité physique (sciences de l')	■ ■
Administration (sciences de l')	■ ■ ■
Administration scolaire	■ ■
Aménagement du territoire et développement régional	■
Analyse des politiques	■
Anglais	■ ■
Anthropologie	■ ■
Archéologie classique	■ ■
Architecture	■
Arts et traditions populaires	■ ■
Biochimie (sciences)	■ ■
Biologie	■ ■
Biologie cellulaire et moléculaire (médecine)	■ ■
Biologie végétale	■ ■
Chimie	■ ■
Communication publique	■
Développement rural intégré	■
Didactique	■ ■ ■
Droit	■ ■
Économie rurale	■
Économique	■ ■
Espagnol	■ ■
Études anciennes	■ ■
Français	■ ■

Champ d'études

Français, langue seconde	■
Génie chimique	■ ■
Génie civil	■ ■
Génie électrique	■ ■
Génie mécanique	■ ■
Génie rural	■
Géographie	■ ■
Géologie	■ ■
Histoire	■ ■
Histoire de l'art	■
Informatique	■
Linguistique	■ ■
Mathématiques	■ ■
Médecine expérimentale	■ ■
Mesure et évaluation	■ ■
Microbiologie	■ ■
Microbiologie-immunologie (médecine)	■ ■
Mines et métallurgie	■ ■
Muséologie	■
Musique	■ ■
Neurobiologie	■ ■
Nutrition	■ ■
Pédagogie universitaire des sciences de la santé	■
Pharmacie	■ ■

Champ d'études

Pharmacie d'hôpital	■
Philosophie	■ ■
Physiologie (endocrinologie)	■ ■
Physique	■ ■
Psychologie	■ ■
Psychopédagogie	■ ■ ■
Relations industrielles	■ ■
Relations internationales	■
Santé au travail	■
Science politique	■ ■
Sciences de l'orientation	■ ■
Sciences du bois	■ ■
Sciences et technologie des aliments	■ ■
Sciences forestières	■ ■
Sciences géodésiques	■ ■
Sciences humaines de la religion	■
Sciences infirmières	■
Service social	■ ■
Sociologie	■ ■
Sols	■ ■
Technologie de l'enseignement	■ ■
Terminologie et traduction	■
Théologie	■ ■ ■
Zootéchnie	■ ■

Certificat ou diplôme, 2^e cycle ■ Maîtrise ■ Doctorat ■

COUPON-RÉPONSE

Veuillez me faire parvenir

Des renseignements sur le programme de:

maîtrise en _____

doctorat en _____

Des renseignements sur les sujets suivants _____

Des renseignements sur les programmes d'aide financière

Un formulaire de demande d'admission

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____

Retourner à: **École des gradués**

Pavillon Jean-Charles-Bonenfant

Université Laval, Québec

G1K 7P4

Téléphone: (418) 656-2464

 UNIVERSITÉ
LAVAL





Université de Montréal

L'Université de Montréal compte la plus importante faculté d'études supérieures au Canada. Elle décerne environ 200 doctorats et 1 500 maîtrises chaque année.

La Faculté des études supérieures

vous propose ses programmes de maîtrise et de doctorat dans le domaine des:

sciences fondamentales et appliquées

- aéronautique (Polytechnique) conjoint avec McGill et Concordia
- aménagement
3 spécialisations
- administration (H.E.C.)
6 spécialisations
Ph.D. conjoint avec U.Q.A.M., McGill et Concordia
- bibliothéconomie et sciences de l'information
- chimie
- démographie
- éducation 10 spécialisations
- génie (Polytechnique)
14 spécialisations
- génie biomédical conjoint avec Polytechnique
- géographie
- géologie
- informatique et recherche opérationnelle
- mathématiques et statistique
- mathématiques de l'ingénieur conjoint avec Polytechnique
- physique
- psychologie
- sciences biologiques
- sciences économiques
- sciences humaines appliquées
- urbanisme

sciences humaines et sociales

- administration (H.E.C.)
6 spécialisations
Ph.D. conjoint avec U.Q.A.M., McGill et Concordia
- anthropologie
- communication
Ph.D. conjoint avec U.Q.A.M. et Concordia
- criminologie
- démographie
- droit
- éducation 10 spécialisations
- études anciennes et modernes
- études allemandes
- études anglaises
- études françaises
- études hispaniques
- histoire
- histoire de l'art
- linguistique et philologie
- littérature comparée et générale
- muséologie conjoint avec l'U.Q.A.M.
- musique 4 spécialisations
- philosophie
- psycho-éducation
- relations industrielles
- science politique
- sciences économiques
- sciences humaines appliquées
- sciences médiévales
- service social
- sociologie
- théologie
- traduction
- urbanisme

sciences de la santé

- administration des services de santé
- anatomie
- biochimie
- biologie moléculaire
- biopathologie cellulaire
- éducation physique
- génie biomédical conjoint avec Polytechnique
- médecine dentaire
4 spécialisations
- médecine du travail et de l'environnement
- médecine vétérinaire
5 spécialisations
- microbiologie et immunologie
- nutrition
- optométrie
- orthophonie-audiologie
- pharmacie 5 spécialisations
- pharmacologie
- physiologie
- psychologie
- réadaptation
- santé communautaire
- sciences biomédicales
- sciences infirmières
- sciences neurologiques
- virologie conjoint avec l'Institut Armand Frappier

Certains programmes n'ont pas de doctorat, d'autres offrent plusieurs spécialisations à la maîtrise, au doctorat, d'autres encore présentent des diplômes spécialisés ou professionnels. Pour toute information: 343-6426.

Dates limites pour déposer une demande d'admission à un programme de 2e ou de 3e cycle.

Université de Montréal:
1er février 1989:
École Polytechnique et
École des Hautes Études
commerciales
1er avril 1989:

À la fine pointe
de la recherche
universitaire:

**une maîtrise ou
un doctorat à**

Sherbrooke

**le choix de
l'excellence**

À l'Université de Sherbrooke, la recherche connaît, depuis une décennie, une croissance spectaculaire et les perspectives de développement y sont des plus intéressantes.

En 1988-1989, les dépenses de recherche atteindront 25 500 000 \$; elles représentent 20% du budget de fonctionnement de l'Université, ce qui place Sherbrooke au deuxième rang des universités québécoises sous ce rapport.

Le développement récent des centres et des équipes de recherche;

la réputation du corps professoral et la qualité des installations;

la taille moyenne de l'établissement — 15 000 étudiants de toutes les régions du Québec et d'ailleurs;

le caractère moderne mais champêtre du campus, qui favorise le travail et l'étude;

la proximité des grands centres urbains de Montréal et de Québec;

voilà autant de raisons qui font de Sherbrooke l'université à choisir pour entreprendre une carrière en recherche scientifique.



**UNIVERSITÉ
DE SHERBROOKE**

Administration

Maîtrise en administration

Éducation

Maîtrise en sciences de l'éducation

Éducation physique et sportive

Kinanthropologie

Lettres et sciences humaines

Maîtrise: économique, géographie, gérontologie, histoire, philosophie

Maîtrise et doctorat: études françaises, littérature canadienne comparée

Médecine

Maîtrise et doctorat: biochimie, biologie cellulaire, microbiologie, pharmacologie, radiobiologie, sciences cliniques

Sciences

Maîtrise et doctorat: biologie, chimie, mathématiques, physique

Sciences appliquées

Maîtrise et doctorat: génie chimique, génie civil, génie électrique, génie mécanique

Théologie

Maîtrise: sciences humaines des religions, théologie

Pour obtenir des renseignements sur l'un ou l'autre programme de maîtrise de recherche ou de doctorat offert à l'Université de Sherbrooke, communiquer avec la faculté concernée à l'adresse suivante:

Université de Sherbrooke
2500, boulevard de l'Université
Sherbrooke (Québec) J1K 2R1

Pour élargir ses horizons: les programmes d'études supérieures

2^e cycle

**Maîtrise ès sciences de la gestion (M.Sc.)
48 crédits**

Un programme de formation poussée ainsi qu'une initiation à la recherche appliquée dans un domaine de l'administration.

Date limite
d'admission pour
le trimestre
d'automne 1989

15 mars 1989

**Maîtrise en administration des affaires (M.B.A.)
63 crédits**

Un programme complet en gestion, axé sur la prise de décision, à laquelle s'ajoute une spécialisation dans un domaine de la gestion.

1^{er} avril 1989

**Diplôme en sciences administratives (D.S.A.)
30 crédits**

Une formation générale de base en gestion, de courte durée, pour combiner la gestion à une formation première dans une autre discipline.

1^{er} avril 1989

**Programmes spécialisés de 2^e cycle
30 crédits**

Une formation en gestion liée à un secteur d'activité ou à une problématique spécifique.

- Gestion de projets d'ingénierie et d'aménagement
- Gestion d'entreprises pétrolières
- Gestion d'organismes culturels

1^{er} avril 1989

3^e cycle

**Doctorat en administration (Ph.D.)
90 crédits**

La formation ultime du chercheur, du professeur ou du spécialiste en gestion.
(Programme conjoint H.E.C./Concordia/McGill/UQAM)

15 mars 1989

L'École des Hautes Études Commerciales

Un nom réputé internationalement, synonyme d'excellence dans les domaines de l'enseignement et de la recherche en gestion.

Première école de gestion de niveau universitaire à ouvrir ses portes au Canada en 1910, l'École des Hautes Études Commerciales de Montréal constitue, depuis, un lieu de convergence des idées et de l'action, à l'écoute de l'entreprise.

Pour obtenir plus
d'information:
École des Hautes
Études Commerciales
5255, avenue Decelles
Montréal (Québec)
H3T 1V6
(514) 340-6151

L'esprit d'entreprise

Voulez-vous le savoir?

AUTOMNE 1989 : PROGRAMMES D'ÉTUDES AVANCÉES

Dates limites de présentation des demandes d'admission

1^{er} février

Doctorat

- * Psychologie, Ph.D., D.Ps. (extensionné à l'UQTR)

Maîtrise

- * Sexologie, M.A.

15 février

Doctorat

- * Éducation, Ph.D. (en association avec l'UQAC, l'UQAH, l'UQAR, l'UQAT et l'UQTR)

1^{er} mars

Doctorats

- Communication, Ph.D. (conjointement avec l'Université de Montréal et l'Université Concordia)
- * Philosophie, Ph.D. (extensionné de l'UQTR)

Maîtrises

- * Communication, M.A.
- Éducation, M.A., M.Éd.
- * Muséologie, M.A. (conjointement avec l'Université de Montréal)
- Philosophie, M.A.

1^{er} avril

Doctorats

- Sciences de l'environnement, Ph.D.
- Sociologie, Ph.D.

Maîtrises

- * Administration des affaires, M.B.A. (profil avec mémoire)
- * Arts plastiques, M.A.
- * Enseignement au primaire, M.Éd.
- * Études des arts, M.A.
- Sociologie, M.A.

1^{er} mai

Doctorats

- * Administration, Ph.D. (en collaboration avec les HÉC, l'Université Concordia et l'Université McGill)
- Histoire, Ph.D.
- Linguistique, Ph.D.
- Mathématiques (concentration en mathématiques combinatoires), Ph.D.
- Ressources minérales, Ph.D. (programme de l'UQAC avec la participation et la collaboration de l'UQAM)
- Sciences des religions, Ph.D. (conjointement avec l'Université Concordia)
- Science politique, Ph.D.
- Sémiologie, Ph.D.

Maîtrises

- Analyse et gestion urbaines, M.A. (conjointement avec l'ÉNAP et l'INRS)
- Art dramatique, M.A.
- Biologie, M.Sc.
- Chimie, M.Sc.
- * Droit social et du travail, LL.M.
- Économique, M.Sc.
- Études littéraires, M.A.
- Géographie, M.Sc.
- * Gestion de projet, M.Sc. (conjointement avec l'UQAC, l'UQTR, l'UQAH, l'UQAT et l'UQAR)
- Histoire, M.A.
- * Informatique de gestion, M.Sc.A.
- Kinanthropologie : approfondissement des connaissances; recherche, M.Sc.
- Linguistique, M.A.
- Mathématiques, M.Sc.
- Sciences de la terre, M.Sc.
- Sciences de l'atmosphère, M.Sc.
- Sciences de l'environnement, M.Sc.
- Science politique, M.A.
- Sciences religieuses, M.A.

Diplômes de deuxième cycle

- Études américaines contemporaines (conjointement avec l'UQTR)
- Intégration de la recherche à la pratique éducative
- * Météorologie

1^{er} juin

Maîtrise

- * Sciences comptables, M.Sc.

1^{er} août

Diplôme de deuxième cycle

- * Études interdisciplinaires sur la mort

* Programme contingenté

Renseignements :

Registrariat
Service aux clientèles universitaires
870, boul. de Maisonneuve Est
Local T-3600
C.P. 8888, succursale A
Montréal (Québec) H3C 3P8
Tél. : (514) 282-3121



Université du Québec à Montréal

UQAM

Le savoir universitaire,
une valeur sûre!

*un peu
plus loin...
ici*

Maîtrises

gestion de projet
gestion petites et moyennes organisations
études littéraires
arts plastiques
linguistique
sciences de la terre (géologie du Précambrien)
ressources et systèmes (ingénierie)
éducation
ressources renouvelables
études régionales
médecine expérimentale (volet génétique)
théologie
éthique et déontologie professionnelle

Doctorats

éducation
ressources minérales
théologie (études pastorales)

Université du Québec à Chicoutimi
555, boulevard de l'Université
Chicoutimi, Québec, G7H2B1
(418) 545-5011

Photo N. Breton



Université du Québec à Chicoutimi

Les Sciences Appliquées



Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue

à l'UNQAT

c'est
Sérieux

En tout, nous recherchons l'excellence

L'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue est située à Rouyn-Noranda, au cœur d'une région où le développement des connaissances scientifiques prend une importance primordiale.

Elle offre des programmes de premier ordre dans le domaine des sciences appliquées, notamment en informatique de gestion et en génie.

Dans le domaine du génie, elle dispense, depuis septembre 1988, le baccalauréat en génie unifié de l'Université du Québec à Chicoutimi, en offrant la première année des cours du tronc commun.

Elle assure en outre une formation privilégiée en administration, en sciences comptables, en sciences sociales, en sciences de l'éducation, en sciences de la santé et en sciences du comportement humain.



Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue

42, rue Mgr Rhéaume Est, case postale 700, Rouyn, Québec
J9X 5E4
Téléphone: (819) 762-0971

INRS



Pourquoi les étudiants formés à l'INRS ont-ils choisi **l'Institut national de la recherche scientifique** pour leurs études de maîtrise et de doctorat?

Leur réponse* :

- Champs d'études et de recherches intéressants en énergie, santé, sciences de l'eau, télécommunications, urbanisation
- Programmes exclusifs et multidisciplinaires
- Réputation des professeurs-chercheurs de l'INRS
- Milieu de recherche dynamique et liaison avec les entreprises
- Bourses alléchantes, ressources physiques excellentes
- Facilité de trouver un emploi intéressant

* Selon une enquête réalisée par l'INRS auprès de ses anciens étudiants et stagiaires.

Les études de pointe à l'INRS

- Maîtrise et doctorat en énergie
- Maîtrise et doctorat en sciences de l'eau
- Maîtrise et doctorat en télécommunications
- Maîtrise en analyses et gestions urbaines
- Accueil pour étude en océanologie et en géoressources
- Stages et études postdoctorales

Renseignements:

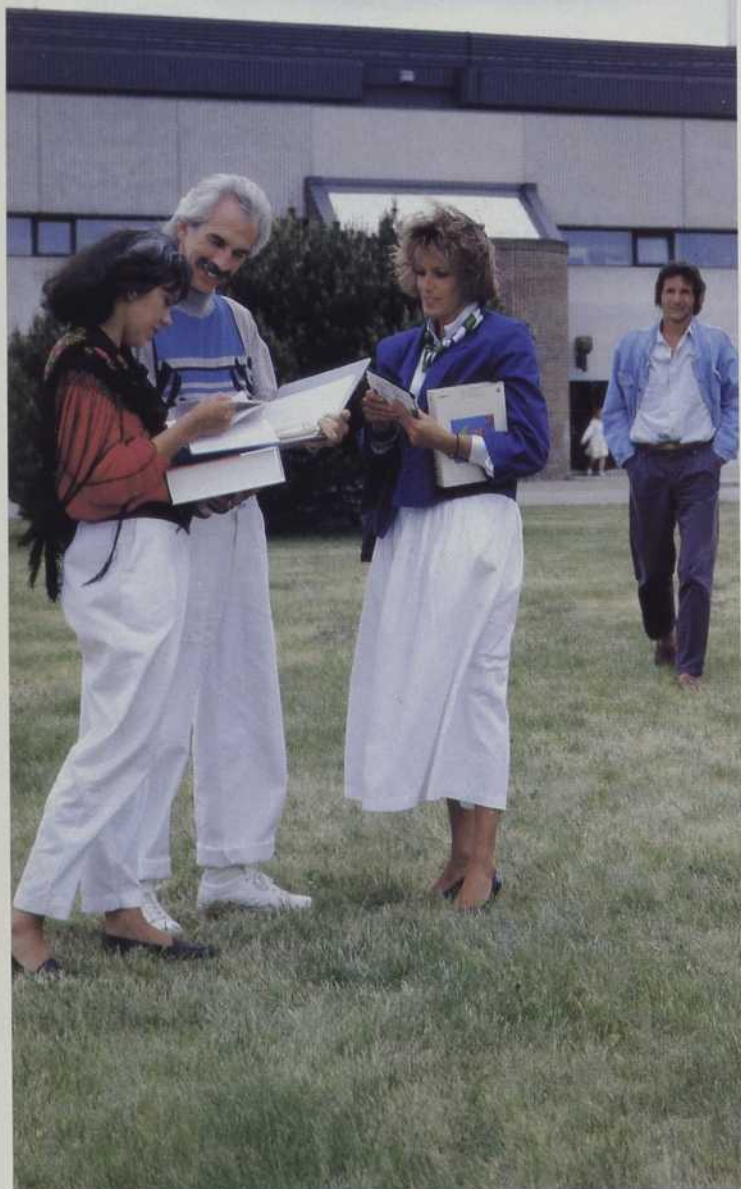
(514) 468-7700
(418) 654-2524
(514) 765-7844
(514) 499-4000
(418) 654-2606
(418) 654-2606

**L'INRS
LE SCEAU DE QUALITÉ
EN RECHERCHE ORIENTÉE**



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

Offrez-vous l'Université du Québec à Trois-Rivières



Études de 2^e et 3^e cycles

Diplômes

Éducation spécialisée (1)
Intervention en éducation physique
Traduction et rédaction spécialisées

Maitrisés

Biophysique
Chimie (2)
Économie et gestion des systèmes
de petite et moyenne dimensions
Éducation
Éducation spécialisée (1)
Électronique industrielle
Études littéraires
Études québécoises
Gestion de projet (3)
Philosophie
Physique
Psychologie
Sciences de l'activité physique
Sciences de l'environnement
Sciences du loisir
Sciences des pâtes et papiers
Sécurité et hygiène industrielles
Théologie (M.A. et M.Th.)

Doctorats

Biophysique
Éducation (4)
Études québécoises
Philosophie
Psychologie (2)
Sciences de l'énergie (5)

- (1) Programme extensionné de l'Université de Sherbrooke
(2) Programme extensionné de l'UQAM
(3) Programme géré conjointement
(4) Programme offert par l'UQAM en association avec l'UQTR
(5) Programme extensionné de l'INRS

Conditions d'admission

- **au diplôme et à la maîtrise:** détenir un baccalauréat ou l'équivalent avec une moyenne cumulative d'au moins 3.0 ou l'équivalent;
- **au doctorat:** détenir une maîtrise ou l'équivalent dans la discipline choisie ou dans un domaine connexe.

Assistance financière

L'Université du Québec à Trois-Rivières offre des bourses d'études et de recherche aux étudiants admis et inscrits à ses programmes de diplôme, de maîtrise ou de doctorat. L'Université propose également des postes d'auxiliaire d'enseignement et de recherche.

Renseignements: (819) 376-5014

Renseignements

Bureau du registraire
Université du Québec à Trois-Rivières
C.P. 500, Trois-Rivières,
Québec, Canada / G9A 5H7
Tél.: (819) 376-5045



Université du Québec à Trois-Rivières

L'ÉTS l'université technologique

Baccalauréats en technologie

- Baccalauréat en technologie de la construction
- Baccalauréat en technologie de l'électricité
- Baccalauréat en technologie de la mécanique
- Baccalauréat en technologie de la production automatisée

Ces quatre programmes sont offerts à temps complet et à temps partiel selon la formule d'enseignement coopératif.

Certificats de premier cycle universitaire

- Certificat en gestion de la construction
- Certificat en méthodes et pratiques de la construction
- Certificat en assurance de la qualité
- Certificat en technologie du soudage
- Certificat en micro-informatique appliquée
- Certificat en télécommunications
- Certificat en production industrielle
- Certificat en production assistée par ordinateur

Ces programmes sont offerts à temps partiel.

Conditions générales d'admission

Détenir un diplôme d'études collégiales professionnelles (DEC) en techniques physiques ou un diplôme jugé équivalent

ou

Posséder des connaissances appropriées, une expérience jugée pertinente et être âgé d'au moins vingt-deux ans.

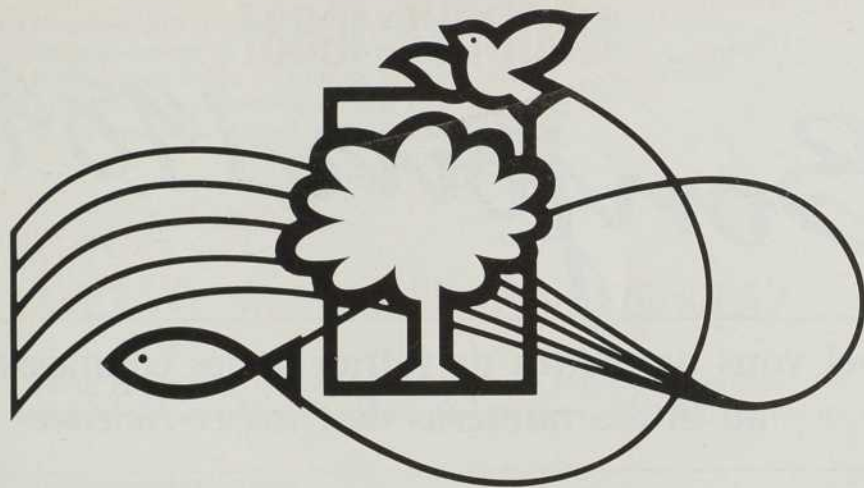
Certains de ces programmes exigent une formation en mathématiques équivalente à celle des cours de niveau collégial MAT. 102, MAT. 103, MAT. 203.

Bureau du registraire
École de technologie supérieure
4750, avenue Henri-Julien
Montréal, Québec H2T 2C8
Téléphone : (514) 289-8888



Université du Québec

École de technologie supérieure



FONDATION QUÉBÉCOISE EN ENVIRONNEMENT

La terre traînée dans la boue.

Des déchets toxiques, que l'on enfouit
un peu partout, des pesticides utilisés
en quantités de plus en plus grandes,
des sols rendus stériles.

La terre, humiliée,
va finir par nous couper les vivres.

C'est parce que la nature souffre,
que la Fondation québécoise en environnement existe.
Et parce qu'elle croit que des gestes simples
peuvent redonner à l'environnement
sa vraie nature.

DEVENEZ AMI(E) DE LA FONDATION

FONDATION
QUÉBÉCOISE
EN
ENVIRONNEMENT

Faites parvenir votre contribution
annuelle de \$15.00 ou plus à:

Fondation québécoise en environnement
855, Sainte-Catherine Est
Pièce 1119, 11e étage
Montréal (Québec)
H2L 4P5
Tél.: (514) 849-3323

Nom _____
Age _____
Occupation _____
Adresse _____
Code postal _____

GOODBYE 1988!

Bonjour 1989!

Ce test annuel vous permettra de rafraîchir les connaissances acquises au fil des numéros de *Québec Science*

Texte: Raynald PEPIN / Illustrations: Jacques GOLDSTYN

LES ACTUALITÉS 1988

Les réponses aux questions suivantes se trouvent, pour la plupart, dans un numéro de *Québec Science* de l'année écoulée. Pour chaque question, choisissez la ou les bonnes réponses.

1. Le RNIS:

- a) est l'abréviation du nouvel organisme fédéral, le Regroupement national des initiatives scientifiques;
- b) permettra de communiquer des données numériques sans modem;
- c) réunit les nouvelles normes applicables aux réseaux de télécommunications numériques;
- d) fera baisser le coût des lignes téléphoniques.

2. Le dépérissement des érables s'accroît au Québec. Il semble que:

- a) cela soit dû aux pluies acides;
- b) le problème ait plusieurs causes;
- c) la situation soit particulièrement alarmante dans les Laurentides et l'Outaouais;
- d) les feuilles des érables atteints soient plus petites.

3. Le mystère des moules toxiques est-il vraiment éclairci? Les intoxications:

- a) auraient été causées par l'acide domoïque, substance présente dans les algues microscopiques dont se nourrissent les moules;
- b) ont provoqué la mort d'une trentaine de personnes;
- c) étaient dues à l'ingestion par les moules de métaux toxiques présents dans l'eau du golfe Saint-Laurent;
- d) découlaient de la présence d'une substance dont l'identité est encore controversée.



4. En juin dernier, la communication scientifique québécoise perdait son père spirituel, Fernand Seguin.

Ce vulgarisateur de la science:

- a) a gagné un prix Pulitzer en 1977;
- b) avait déjà animé des émissions politiques à la télévision;
- c) avait complété une maîtrise en psychologie avant de faire de la radio;
- d) a effectué de la recherche sur les maladies mentales dans sa jeunesse.

5. La navette spatiale soviétique a effectué son premier vol en novembre dernier.

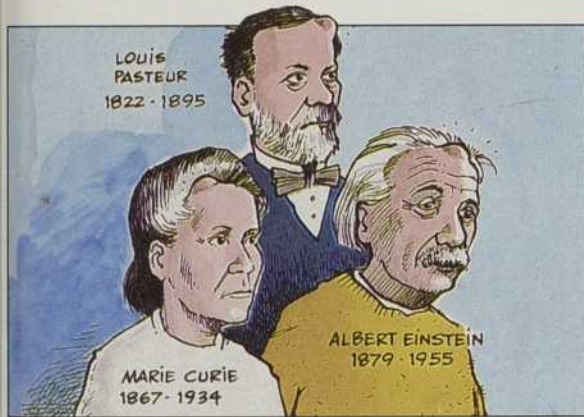
- a) elle est plus petite que la navette américaine;
- b) elle dispose de deux réacteurs pour sa propulsion lors de son retour dans l'atmosphère;
- c) elle ne peut transporter que deux cosmonautes;
- d) elle a été mise en orbite par une fusée utilisant, comme dans le cas de la navette américaine, un carburant solide.



6. Le 23 août dernier, un entrepôt de BPC flambait à Saint-Basile-le-Grand. Les BPC :
- a) sont des produits chimiques contenant du bore, du phosphore et du carbone;
 - b) s'accumulent dans les graisses animales au point de causer la mort;
 - c) servaient surtout de fluides isolants dans l'équipement électrique;
 - d) prennent une vingtaine d'années à se dégrader dans l'environnement.

AVEZ-VOUS LA BOSSE DES SCIENCES ?

Qui ne connaît pas la chimie, la physique, la biologie, la géologie ?
Voici d'autres sciences aux noms moins familiers. Associez-les au sujet auquel elles se rapportent.



- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1. La kinanthropologie | A. Les tissus vivants |
| 2. L'ethnologie | B. Les fossiles |
| 3. L'éthologie | C. Les muscles |
| 4. La cybernétique | D. Le comportement des animaux |
| 5. L'entomologie | E. La commande des machines |
| 6. L'ichtyologie | F. Les poissons |
| 7. L'histologie | G. Le mouvement humain |
| 8. La myologie | H. Les populations |
| 9. La paléontologie | I. Les signes |
| 10. La sémiologie | J. Les insectes |

LA QUATRIÈME DIMENSION

Jouez à l'expert ! Cinq questions, cinq événements de notre vie quotidienne qu'il serait intéressant de comprendre.
Vous pouvez expliquer et résoudre l'énigme à partir des notions vues dans la chronique *La Dimension cachée* du mois indiqué.

1. **Le glacier n'arrête pas (janvier)**
Les glaciers se déplacent lentement et, bien sûr, rencontrent des obstacles comme des rochers émergeant du sol. Comment la glace fait-elle pour contourner ces obstacles ?
2. **Pomper, ça donne chaud (mai)**
Si vous avez déjà gonflé un pneu de bicyclette à l'aide d'une petite pompe manuelle, vous avez probablement remarqué que le bout inférieur de la pompe et le petit tuyau qui conduit l'air à la valve devenaient chauds et même brûlants. Quelle en est la raison ?
3. **La neige artificielle (mai)**
On utilise de plus en plus, dans les stations de ski, des machines à neige qui transforment de l'eau liquide en neige. Il n'est pas facile de refroidir l'eau assez rapidement pour qu'elle forme de la vraie neige, sèche en plus. Sur quel principe ces machines fonctionnent-elles ?
4. **Mourir d'avoir trop mangé (mars, avril)**
Quand on fournit trop d'engrais chimiques à une plante, elle dépérit ou meurt. Quelle en est la raison ?



Réponses à la page 60

Comment en finir avec les BPC

Il y a 50 000 tonnes de biphényles polychlorés (BPC) liquides et solides disséminées sur le territoire québécois. Quelles sont les technologies utilisées pour se débarrasser de ces déchets toxiques?

par Gilles PARENT

Lorsqu'en 1881 un chimiste allemand synthétisa pour la première fois les biphényles polychlorés (BPC), il ne pouvait pas se douter que ce produit était stable au point de persister dans la nature et de franchir toutes les étapes de la chaîne alimentaire. Il ne pouvait prévoir qu'en 1966, en Suède, on en retrouverait dans les tissus des oiseaux et des poissons piscivores. Et qu'après plusieurs cas de contaminations et d'intoxications humaines au Japon et en Chine, on interdirait ce produit au cours des années 70. Mais il ne suffit pas d'interdire, il faut bien sûr détruire d'une façon sécuritaire le produit en question.

Au Québec, lorsqu'est venu le temps de passer à l'action, le principal fournisseur de BPC, la compagnie américaine Monsanto, ne s'est pas senti obligé d'assumer le coût de la dépollution. On pourrait débattre longtemps sur le concept du pollueur payeur et sur la part de responsabilité

du fabricant. Mais, entre temps, ce sont les gouvernements, de concert avec les utilisateurs et des firmes spécialisées en dépollution, qui ont hérité de la patate chaude, soit l'élimination des BPC.

D'abord, il a fallu faire l'inventaire des stocks présents sur notre territoire. On retrouve au Québec 5 000 tonnes de BPC liquides réparties sur environ 2 000 sites d'entreposage où les quantités peuvent varier de un ou deux barils jusqu'à plusieurs dizaines de tonnes. Évidemment, on ne compte pas les milliers de tonnes qui se sont perdues dans l'environnement. Dans l'ensemble du Canada, pour une consommation d'environ 40 000 tonnes, près de la moitié s'est dispersée dans la nature. Les Grands Lacs en contiendraient à eux seuls de 4 500 à 5 000 tonnes, la plupart enfouies dans les sédiments.

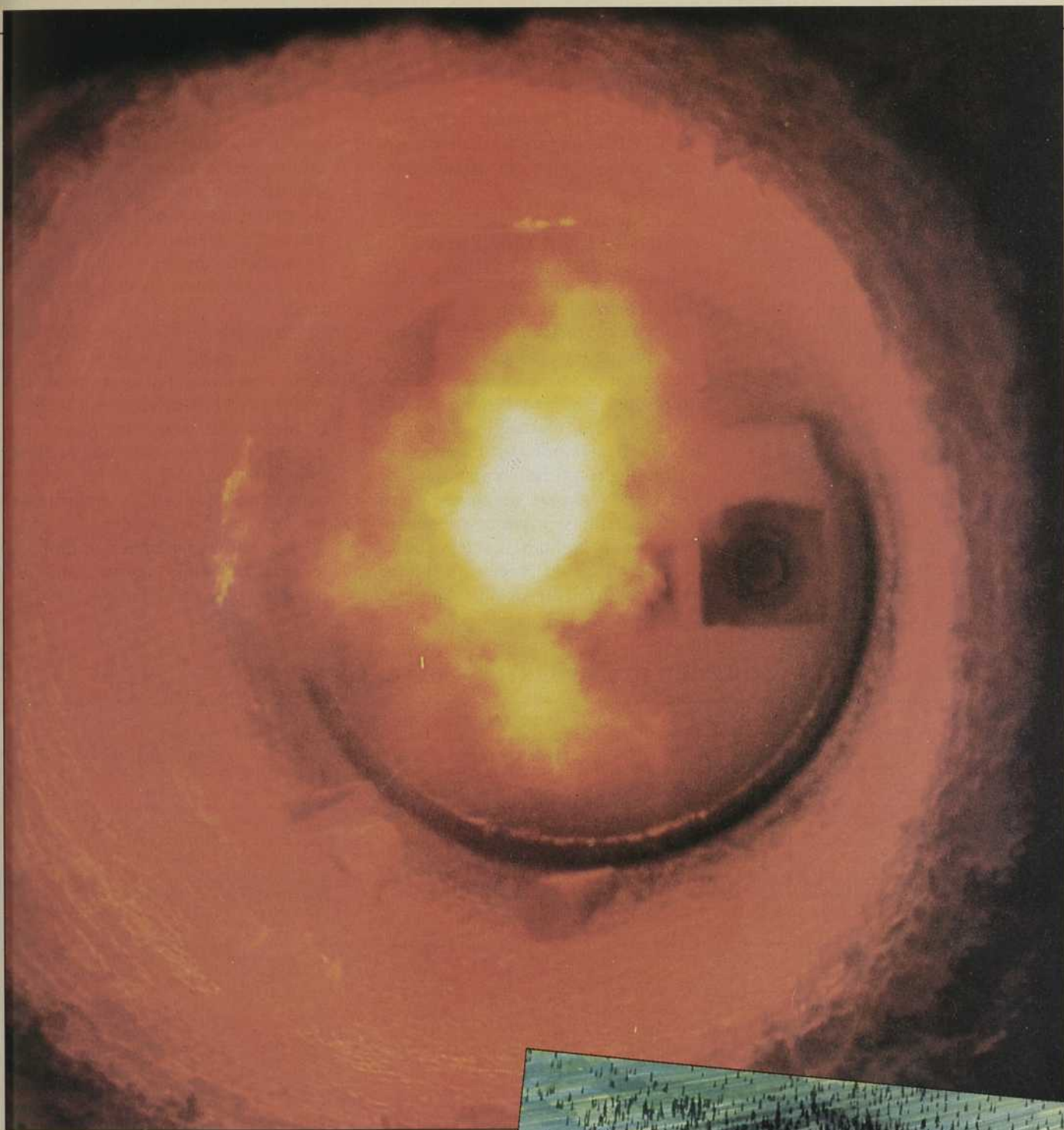
Il est surprenant d'apprendre qu'environ 60% de tous les déchets de BPC sont solides. La raison en est

que l'équipement électrique, les condensateurs et les cœurs de transformateurs, ne peuvent être nettoyés facilement de leurs BPC. Il faut donc les détruire eux aussi, en y ajoutant des vêtements de protection, des barils, des contenants divers, etc. En incluant les solides, il faut alors multiplier par 10 notre tonnage total de BPC à détruire et parler de 50 000 tonnes pour le Québec.

IL Y A BPC ET BPC

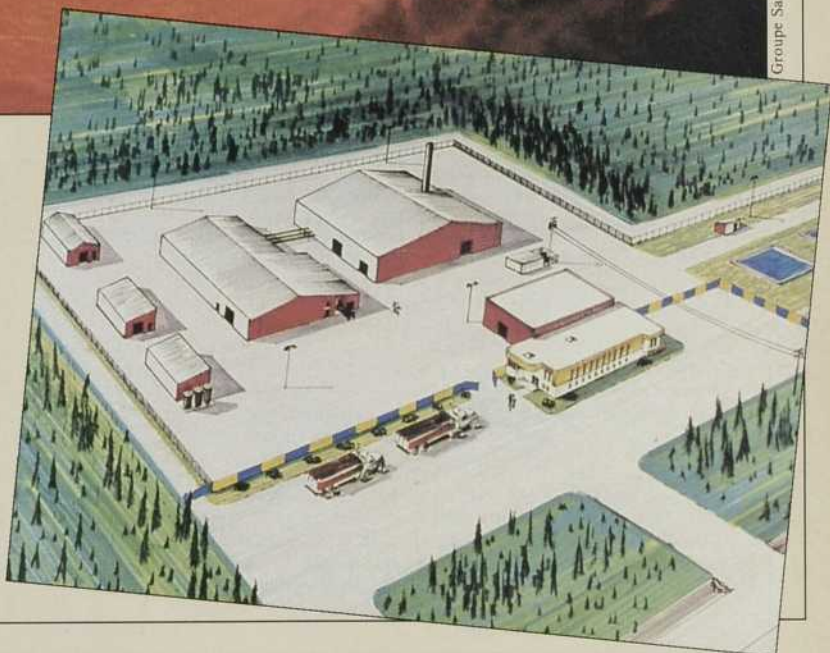
Les produits contaminés, qu'ils soient liquides ou solides, n'ont pas tous la même teneur en BPC. En bas de 50 parties par million (PPM), il s'agit généralement d'huiles minérales qui ont été contaminées par d'autres fluides à plus fortes teneurs lorsque des réservoirs communs aux deux types d'huiles ont été utilisés ou lors d'opérations de transvidage.

Il suffit d'une cuillerée à soupe de BPC dans un fût de 200 L pour que



Ci-dessus, une vue intérieure d'un four rotatif où les biphényles polychlorés sont acheminés pour incinération. En avant plan, sur le bain fondant, on distingue quelques barils de BPC.

Ci-contre, la maquette du futur centre d'entreposage et d'élimination des BPC à Senneterre. Ce projet ne fait pas l'unanimité dans la région abitibienne où la population concernée exige des garanties de sécurité maximales.



son contenu devienne contaminé. Jusqu'à 10 000 PPM, on parle toujours d'huiles contaminées. Il est très rare d'avoir des huiles qui contiennent entre 10 000 PPM et 200 000 PPM de BPC. Au-delà de 200 000 PPM, on utilise la plupart du temps le terme «askarel», un nom générique donné par la compagnie Monsanto. On emploie aussi l'expression BPC purs même si ces fluides contiennent rarement 100% de BPC.

En fait, le seuil critique pour un produit qui contient des BPC est de 50 PPM. D'une part, parce que la loi permet de brûler les liquides de moins de 50 PPM dans les fours des cimenteries et, d'autre part, parce que la loi fédérale ne considère pas ces produits comme contaminés. Le ministère de l'Environnement du

Québec estime toutefois qu'à partir de 0,3 PPM, les produits doivent être considérés comme des déchets dangereux.

MAGASINER UN SYSTÈME D'ÉLIMINATION

Les informations sur les types de produits contaminés sont importantes puisque les systèmes de destruction n'ont pas tous les mêmes caractéristiques (voir le tableau 1: «L'élimination des biphenyles polychlorés»). «Il est important de choisir une technologie qui soit en mesure de détruire la grande majorité de nos BPC. Certains procédés ne détruisent que les liquides, d'autres que les liquides à faible teneur», explique Alain Sauriol du Groupe Sanivan.

La question de la mobilité du système mérite une attention spéciale. On serait porté à croire qu'un système mobile solutionnera plus facilement les problèmes en évitant de choisir une agglomération qui fasse les frais de la destruction des déchets de toute la province. Mais ce n'est pas chose facile.

Par exemple, il existe un système vraiment mobile qui tient sur une seule remorque et peut se déplacer rapidement. Ce système est unique. Il fonctionne avec une torche au plasma. Il y a cependant un hic: il est impossible de détruire les solides avec ce procédé. Or, la majorité de nos BPC sont des solides.

Les autres systèmes dits mobiles le sont beaucoup moins. On doit prévoir plusieurs remorques. Ils

Tableau 1

L'ÉLIMINATION DES BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC)

TECHNOLOGIES	DESCRIPTION	PEUT DÉTRUIRE LES BPC				REMARQUES
		Moins de 50 PPM		Plus de 50 PPM		
		Liquides	Solides	Liquides	Solides	
Incinération	Les BPC sont acheminés dans un four, puis dans une chambre de post-combustion et finalement les gaz sont épurés avant d'être évacués. Un apport d'oxygène et une très haute température permettent une destruction et une recombinaison des BPC.	Oui	Oui	Oui	Oui	Certains procédés sont mobiles sans qu'il soit possible de déplacer les installations rapidement et à faible coût. Ces procédés sont toutefois utiles pour décontaminer de grands volumes de sols difficiles à transporter.
Procédés chimiques	À l'intérieur d'un réacteur, un composé, la plupart du temps du sodium, enlève les atomes de chlore de la molécule de BPC. L'huile conserve une bonne partie de ses propriétés diélectriques et peut être réutilisée.	Oui	Non	Jusqu'à 5 000 PPM	Non	Ne peut traiter d'une manière économique les huiles fortement contaminées ou les askarels.
Four de cimenterie	Les fours de cimenteries fonctionnent à très hautes températures et limitent considérablement la formation de furannes et de dioxines. Sans chambre de post-combustion et d'épuration des gaz. Par contre, bonne capacité de dispersion grâce aux hautes cheminées.	Oui	Non	Non	Non	N'est utile que pour une partie des BPC. Techniquement, les cimenteries pourraient détruire des BPC de plus de 50 PPM, mais elles doivent se soumettre à la procédure d'études d'impact.
Torche au plasma	Des gaz très chauds (de 4 000 °C à 5 000 °C) détruisent les molécules de BPC.	Oui	Non	Oui	Non	C'est de loin le procédé le plus mobile de tous. Il tient sur une seule remorque.
Pyrolyse	La pyrolyse est une forme d'incinération en absence d'air. Du sodium (ou autres produits chimiques) neutralise le chlore toxique et le transforme en NaCl, du sel de table.	—	—	—	—	Peu de procédés commercialisés. Hydro-Québec s'est intéressée au procédé québécois Pyral, qu'elle a abandonné ne voulant pas en financer la commercialisation. Les démarches se poursuivent avec des partenaires américains.
Procédé biologique	Des superbactéries développées en laboratoire «bouffent» les molécules de BPC et les rendent inoffensives.	Oui	Oui	Non	Non	Ce procédé pourrait devenir particulièrement utile pour les sols contaminés. Le climat froid du Québec constituerait toutefois un obstacle à l'action des bactéries. Beaucoup de recherches à faire dans ce domaine.
Ultraviolet Lit fluidisé	Ces procédés sont à l'étape de la mise au point. Ils ne sont pas encore commercialisés, sauf pour un ou deux cas du procédé de lit fluidisé.	—	—	—	—	

LES BPC: DE LEUR FORMATION...

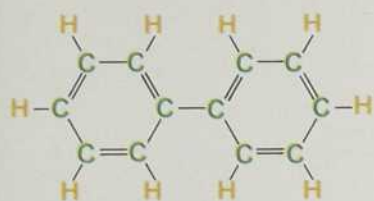


Figure 1: La molécule de BPC est composée de deux cycles de phényle, attachés l'un à l'autre, sur lesquels vont se placer de l'hydrogène. Les phényles proviennent du benzène fabriqué à partir des combustibles fossiles.

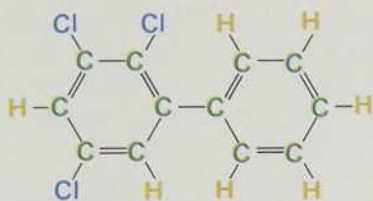


Figure 2: On ajoute du chlore à la molécule de BPC afin de lui assurer une stabilité thermique. La toxicité de ce nouvel élément est grande, surtout en ce qui concerne les formes comptant quatre atomes de chlore et plus qui persistent davantage dans la nature.

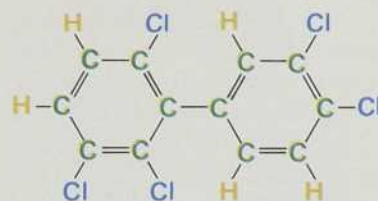


Figure 3: Représentation du $C_{12}H_5Cl_5$: 12 molécules de carbone, 5 d'hydrogène et 5 de chlore. Selon la répartition du chlore et de l'hydrogène, on peut retrouver 210 sortes de BPC différents.

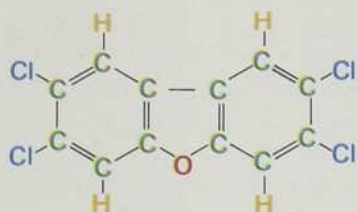


Figure 4: Lors d'une combustion à l'air libre, dès que l'oxygène (O_2) remplace le chlore, le nouveau produit obtenu a une toxicité beaucoup plus grande: c'est un furanne.

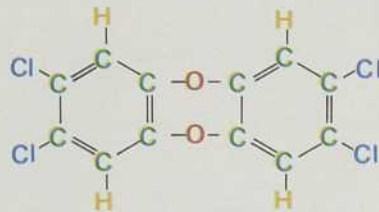
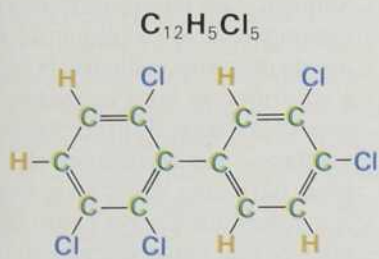


Figure 5: Les dioxines, encore plus toxiques, proviennent parfois non pas des BPC eux-mêmes, mais plutôt de la combustion d'additifs (chlorobenzène) ajoutés aux BPC pour les rendre plus liquides.

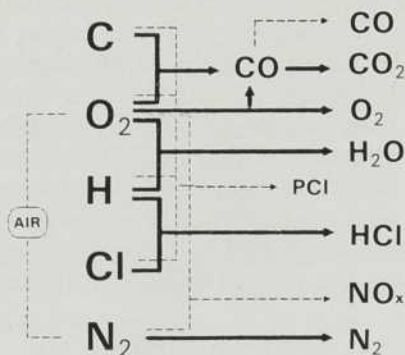
... À LEUR DESTRUCTION



12 C / 5 H / 5 Cl

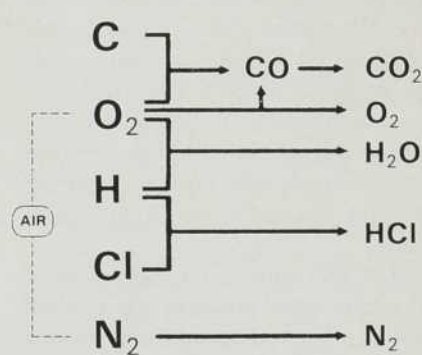
DESTRUCTION

Figure 6: La seule façon de se débarrasser du chlore est de le dégager de sa structure et de le recombinaison afin qu'il devienne inoffensif. Pour cela, il faut que la combustion sépare les différents éléments, les rendant tels qu'ils étaient à l'origine.



COMBUSTION INCOMPLÈTE

Figure 7: Lorsque les divers éléments, sous l'effet de la chaleur, se détachent de la structure, ils cherchent à se ressouder à celle-ci et on risque alors d'obtenir de 200 à 300 produits de recombinaison, qu'on appelle PCI (produits de combustion incomplète).



COMBUSTION PARFAITE

Figure 8: Pour détruire adéquatement les BPC dans un incinérateur, il faut que tout le carbone devienne du CO_2 , tout l'hydrogène, de la vapeur d'eau (H_2O) et tout le chlore de l'acide chlorhydrique (HCl). De plus, lors de la combustion, l'oxygène et l'hydrogène doivent être introduits en quantités contrôlées.

exigent des délais d'environ trois mois et des coûts pouvant atteindre un million de dollars à chaque déplacement. Pas question de changer d'adresse chaque fois qu'on doit détruire une dizaine de barils de BPC! Et comme on a déjà de la difficulté à trouver un site pour un incinérateur fixe, on se doute de la complexité de recommencer cette démarche à plusieurs reprises. Selon Jean-Pierre Trépanier, du ministère de l'Environnement du Québec, ces systèmes sont surtout utiles pour décontaminer des sites où de grandes superficies de sol ont été contaminées. Ils se prêtent tout simplement mal à une gestion intégrée des BPC.

Ces systèmes deviendront intéressants seulement si les déplacements se font plus rapidement, à moindre coût et si une seule procédure d'évaluation environnementale permet de trouver des sites appropriés sans contestation populaire. À moins qu'un industriel ne se présente à court terme avec un concept amélioré, il faut conclure qu'il est plus réaliste de se concentrer sur le choix d'un système fixe.

CHOISIR UN INCINÉRATEUR

On constate d'abord que la douzaine d'entreprises qui offrent des incinérateurs sur le marché utilisent à peu près le même procédé. Mais avant de voir comment fonctionne un incinérateur, il faut savoir de quoi a l'air une molécule de BPC (figures 1, 2 et 3), quels sont les sous-produits toxiques d'une combustion incontrôlée (figures 4 et 5) et ce qui doit se passer pendant l'incinération (figures 6, 7 et 8).

Les BPC qui s'engouffrent dans un incinérateur pouvant accepter les solides passent d'abord dans un four dont le brûleur maintient la température à près de 1 000 °C. Les déchets se volatilisent et presque tous les BPC sont détruits.

Dans une deuxième étape, les BPC séjournent dans la chambre de post-combustion, une sorte de deuxième four produisant une température de 1 250 °C. Pour faire en sorte que les éléments se recombinent d'une

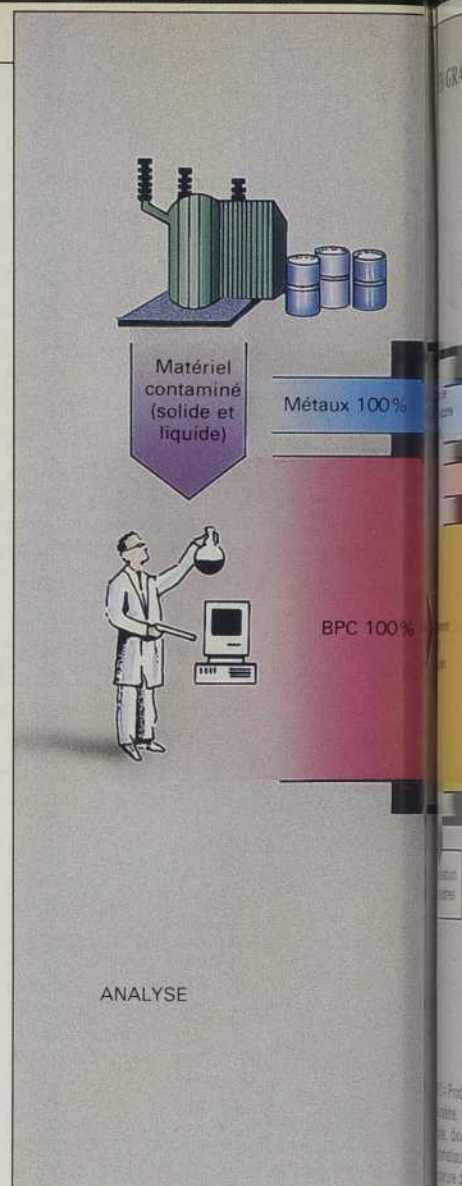
manière telle qu'ils deviennent non toxiques (figures 7 et 8), il est très important d'y admettre exactement les bonnes quantités d'oxygène selon les déchets présents dans l'incinérateur. Il faut aussi que le design du four permette des conditions de turbulence qui favorisent la combustion complète, avec des temps de résidence des gaz de deux à trois secondes. On limite ainsi la formation de produits de combustion incomplète (PCI).

La troisième étape consiste à épurer les gaz. Pour ce faire, toute une gamme de technologies sont possibles. Par exemple, on peut refroidir les gaz, les passer à travers des sacs filtrants ou un précipitateur électrostatique afin de retirer les particules. On pourra ainsi retirer la plupart des PCI sous forme de particules et une forte proportion des métaux lourds, comme l'aluminium, le cadmium, le chrome, le zinc et le cuivre qui proviennent souvent des parties métalliques des déchets solides de BPC. Ils peuvent être plus toxiques que les BPC eux-mêmes.

Toujours au cours de cette troisième étape, au fur et à mesure que les gaz se dirigent vers le haut, ils passent à travers une autre série de filtres contenant du gravier fin ou d'autres milieux granulaires. Au même moment, des jets d'eau sont dirigés vers le bas, à contre-courant. Ce système s'appelle tour garnie. Il permet de récupérer l'acide chlorhydrique qui sera neutralisé à l'aide d'une solution alcaline. On récupère également le plus de PCI possible, sous forme gazeuse cette fois. Finalement — et c'est la dernière étape —, l'incinérateur est doté d'une cheminée qui évacue les fumées à l'extérieur.

DES GARANTIES TECHNIQUES

Comment s'assurer que ce type de fonctionnement élimine bel et bien les polluants des BPC? «Avant de brûler quelque déchet que ce soit, des analyses complètes de tous les produits qui entreront dans le four sont effectuées avec une grande minutie», explique Alain Sauriol, du Groupe

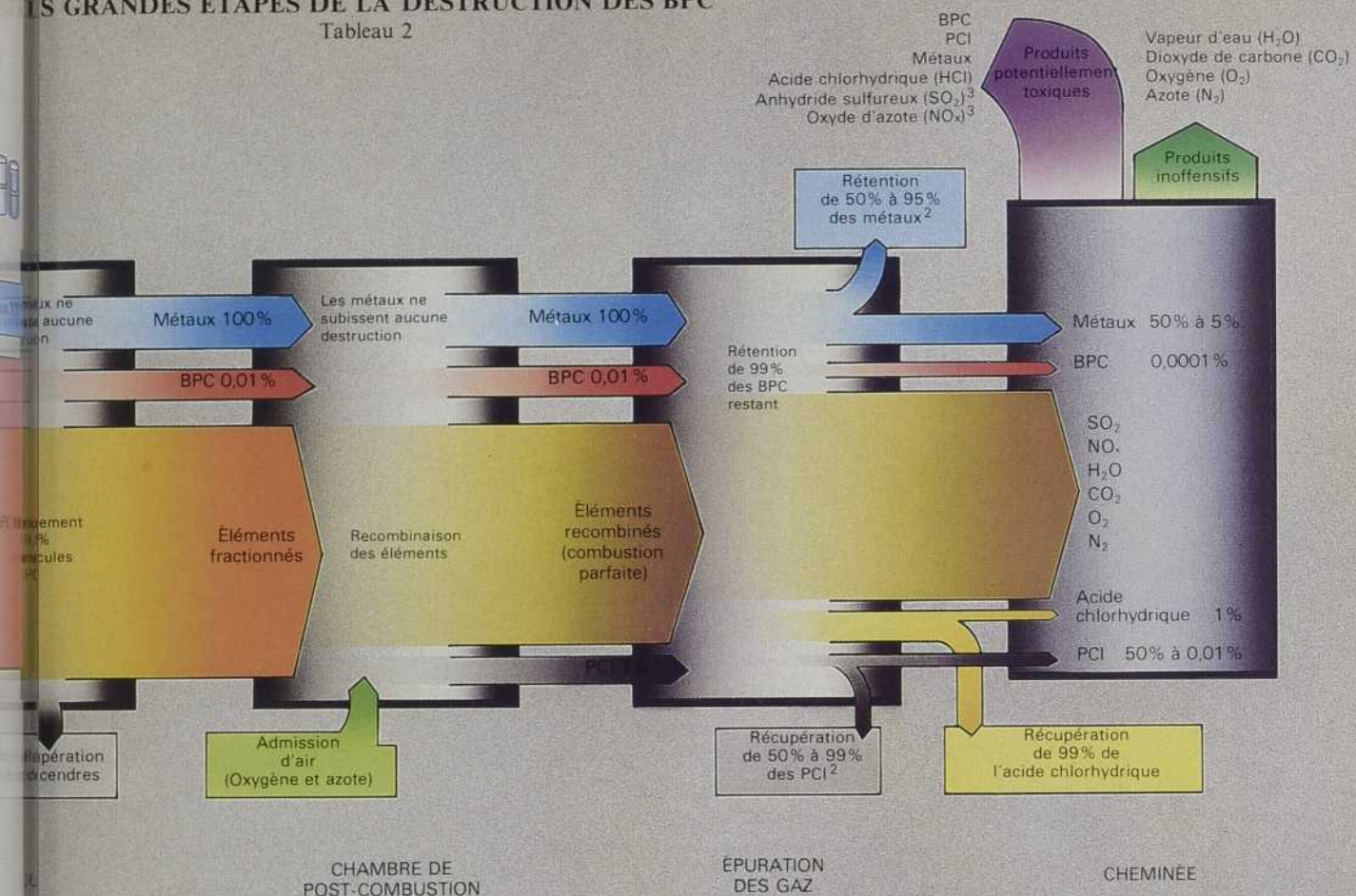


Sanivan. Des laboratoires de chimie organique et inorganique de même que de puissants ordinateurs sont mis à contribution pour connaître exactement le dosage de produits complémentaires, essentiellement de l'oxygène, qui seront admis au moment de la combustion. On peut ainsi faire un bilan de tout ce qui est entré et de tout ce qui est sorti, et vérifier si la combustion s'est déroulée comme prévu.

Le critère le plus souvent utilisé pour déterminer la performance d'un incinérateur est l'efficacité de destruction et d'enlèvement, qui est généralement de 99,9999% (voir le tableau 2: «Les étapes de destruction des BPC»). Mais il faudrait éviter de se fier uniquement à ce critère. «Il est important de considérer les quantités de métaux lourds et de PCI qui sont émises au niveau de la cheminée», précise Jean-Pierre Trépanier. Ceux-

LES GRANDES ÉTAPES DE LA DESTRUCTION DES BPC

Tableau 2



PCI = Produits de combustion incomplète: benzène, toluène, chloroforme, formaldéhyde, dioxines, furannes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), tétrachlorure de carbone, etc.

2. Ce n'est pas l'ensemble des métaux qui seront retenus dans une proportion de 50% à 95%. Certains le seront à 50%, d'autres à 95%. Il en est de même des PCI.

3. L'anhydride sulfureux et les oxydes d'azote sont des produits qu'on retrouve habituellement lorsqu'on brûle des combustibles fossiles. Ici, ils proviennent du combustible utilisé au niveau du four et de la combustion des BPC.

ci pourraient vraisemblablement présenter plus de risques pour la santé que le 0,0001% de BPC qui reste.

On peut cependant se fier aux normes du Règlement sur la qualité de l'air. Par exemple, on ne doit pas retrouver à la sortie plus de 50 µg/Nm³ de particules¹ ou pas plus de 75 µg/Nm³ d'acide chlorhydrique.

Pour s'assurer du respect de ces normes, on mesure en continu jusqu'à 70 paramètres différents au niveau de la cheminée: le taux d'oxygène, le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de carbone (CO₂), etc. On obtient ainsi une mesure de l'efficacité de la combustion qui doit obligatoirement être de 99,9%. On mesure également l'acide chlorhydrique qui indique dans quelle mesure

on a éliminé le chlore présent au début.

Un système automatique stoppe immédiatement le fonctionnement de l'incinérateur si une anomalie est détectée. «On peut même relier l'ordinateur central à tout bureau du ministère de l'Environnement afin de surveiller jour et nuit les types de produits détruits et les effluents gazeux», précise Alain Sauriol.

DE SAINT-BASILE-LE-GRAND À SENNETERRE

Selon Jean-Pierre Trépanier, plusieurs compagnies qui offrent des incinérateurs présentent des garanties suffisantes qu'il n'y aura pas de contamination. «En choisissant parmi les modèles «haut de gamme», qui ont fait leurs preuves ailleurs dans le monde, on risque peu de se

tromper. Cependant, on n'est jamais complètement à l'abri d'une erreur humaine. La meilleure voiture du monde, si elle est mal entretenue ou mal conduite, peut nous apporter des problèmes.»

Les craintes suscitées par l'incident survenu à Saint-Basile-le-Grand auront sans doute comme conséquence de renforcer au maximum les mesures de sécurité. Plus personne ne veut courir de risque avec les BPC. Reste à voir si les garanties techniques viendront à bout du syndrome PDMC (pas dans ma cour) éprouvé, entre autres, par les habitants de Senneterre. Avec un débat qui ne se limite pas aux aspects techniques, la Commission d'enquête que mène présentement le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement apportera peut-être une réponse à cette question. □

1. 50 microgrammes de particules par mètre cube normalisé.

LA MASSE CACHÉE DE L'UNIVERS

La puissance émise par le Soleil et sa masse mesurée sur terre, sous forme de neutrinos, ne concordent pas.

La grande quantité de matière manquante intrigue physiciens et astrophysiciens.

par Pauline GAGNON

L'Univers restera-t-il pour toujours en expansion ou assistera-t-on à un renversement de la situation conduisant à son éventuelle contraction? Cette question hante astronomes et cosmologues, mais la réponse émergera fort probablement des recherches en cours en physique des particules. Cette rencontre historique entre le macrocosme, le monde de l'infiniment grand des astronomes, et le microcosme, l'univers infiniment petit des particules élémentaires, réunit deux mondes séparés depuis le Big Bang.

Einstein fut le premier à postuler que notre Univers ne s'étendait pas à l'infini mais se recourbait sur lui-même, sous l'effet de l'attraction gravitationnelle engendrée par sa propre masse. D'autre part, conséquence de l'explosion originelle, le Big Bang, on observe que toutes les galaxies s'éloignent l'une de l'autre, conduisant à l'actuelle expansion de l'Univers. Le sort de notre Univers dépend de l'équilibre entre ces deux forces: la poussée expansionniste résiduelle due au Big Bang et l'attraction due à sa masse.

UNIVERS PLAT, FERMÉ OU OUVERT?

On pourra prédire la destinée de l'Univers si l'on arrive à déterminer

la quantité exacte de matière qu'il contient. Si la masse contenue dans l'Univers entier était tout juste égale à une certaine masse dite critique, la force gravitationnelle engendrée pourrait éventuellement contrebalancer la poussée expansionniste et simplement mettre fin à l'expansion: on aurait alors un Univers plat. L'Univers serait fermé s'il contenait une masse totale supérieure à cette masse critique: l'attraction gravitationnelle l'emporterait et il se recontracterait sur lui-même. Au contraire, si la masse de l'Univers était inférieure à la masse critique, l'expansion ne prendrait jamais fin.

Curieusement, les scientifiques s'accordent à dire que nous avons probablement affaire à un Univers plat et que l'expansion prendra éventuellement fin. John Faulkner, astrophysicien à l'Université de Californie à Santa Cruz, explique pourquoi: «Si vous vous amusez à bâtir un Univers, combien de temps pourrait-il survivre après l'explosion initiale? Si on se base sur les constantes naturelles de la physique, notre Univers n'aurait guère de chances de durer plus de 10^{-43} secondes. Il se recontracterait presque immédiatement, ne laissant qu'énergie derrière lui, la matière s'annihilant aussitôt après sa création. Il est donc remarquable que notre Univers ait survécu des milliards d'années. Cela a dû nécessiter

le plus fin des ajustements entre les différents paramètres en jeu pour lui conférer une telle longévité. C'est une des raisons qui nous portent à croire que l'Univers contient exactement la masse critique.»

Jusqu'à ce jour, 10% seulement de la valeur de cette masse critique a été observée. Il s'agit ici de la masse de toutes les étoiles et galaxies présentes dans l'Univers. La plupart des astronomes s'entendent donc pour dire que 90% de la matière contenue dans l'Univers a échappé à toute tentative d'observation. Qui plus est, on soupçonne cette masse manquante ou «matière noire» d'être d'une tout autre nature que la matière ordinaire.

MATIÈRE NOIRE ET NEUTRINOS JOUENT À CACHE-CACHE

L'hypothèse à l'effet que notre Univers contiendrait plus de matière que ce qui est visible remonte à 1930 et repose sur de solides et abondantes preuves scientifiques. La stabilité de certaines galaxies spirales, par exemple, suggère la présence d'une quantité de matière considérablement supérieure à la masse visible observée. Sans l'attraction gravitationnelle engendrée par une masse supérieure, de telles galaxies se démembraient sous l'effet des forces centrifuges dues à leur rotation. De plus, la

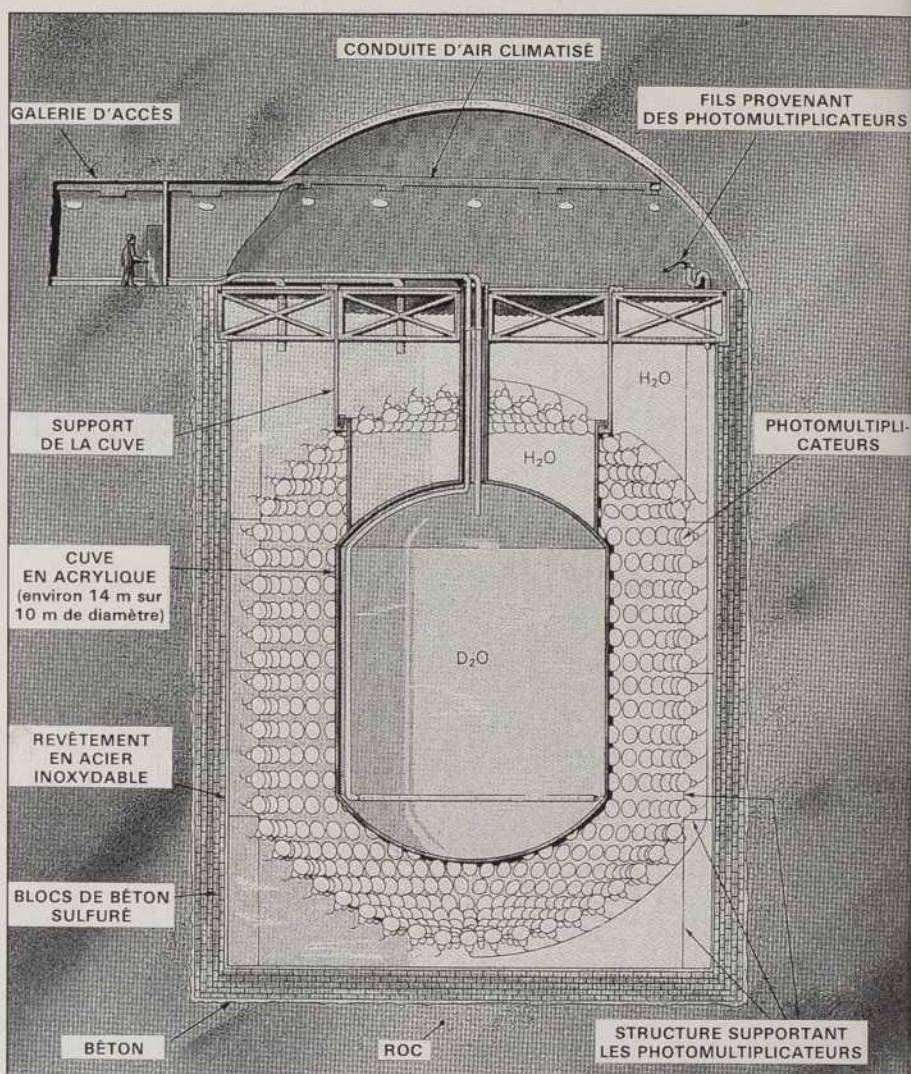
mesure des vitesses de rotation de différentes paires d'objets célestes indique également une masse supérieure à celle établie par les observations astronomiques. Ce sont là quelques-unes des raisons qui ont incité tant de scientifiques à se lancer à la recherche de cette fameuse matière cachée, les théoriciens postulant différents modèles, les expérimentateurs tentant de détecter ces particules.

Un autre problème tout aussi intrigant que celui de la matière noire tracasse les astrophysiciens. Les réactions thermonucléaires se déroulant au cœur du Soleil produisent non seulement de l'énergie, mais aussi un nombre impressionnant de petites particules neutres, les neutrinos. Un problème survient lorsqu'on tente de mesurer le nombre de neutrinos émis par le Soleil. Les résultats expérimentaux ne concordent pas avec les prédictions découlant des théories cosmologiques fondées sur le Big Bang.

En fait, une expérience en cours depuis près de 30 ans dans une mine du Dakota du Sud n'arrive à détecter que le tiers des neutrinos postulés théoriquement: c'est la désormais célèbre énigme des neutrinos solaires. Nous sommes donc aux prises avec deux problèmes de taille: d'une part, l'évidence de l'existence d'une grande quantité de matière noire et l'absence d'observation directe, d'autre part. Le nombre de neutrinos solaires observés sur terre est insuffisant pour corroborer les prédictions théoriques, ce qui jette ainsi le doute sur la théorie du Big Bang.

Ces deux problèmes pourraient-ils avoir une solution commune? Plusieurs scientifiques en sont convaincus. Deux solutions s'offrent au problème des neutrinos solaires: ou les neutrinos changent d'une façon ou d'une autre pendant leur voyage vers la Terre, de telle sorte qu'ils ne peuvent y être détectés, ou le Soleil ne les émet tout simplement pas.

Un premier groupe de chercheurs propose donc d'effectuer des recherches plus poussées sur la physique des neutrinos. En effet, si les neutrinos avaient une masse — actuellement, on considère encore leur masse



Le détecteur de neutrinos de Sudbury, dont la réalisation est prévue en 1992, sera érigé à 2 073 mètres sous terre, dans une mine de nickel appartenant à l'INCO. Ce détecteur interagira avec les neutrinos par l'intermédiaire de cinq réactions différentes: trois utilisant 1 000 tonnes d'eau lourde (D₂O) et les deux autres, des tonnes d'eau légère (H₂O). Chaque réaction apportera de l'information particulière quant à la composition et au flux total des neutrinos, permettant ainsi d'élucider le mystère de leur masse.

comme étant nulle —, il leur serait possible de se désintégrer en cours de route, ce qui expliquerait pourquoi on en détecte moins à la surface de la Terre que le nombre théoriquement éjecté par le Soleil. Certains pensent même que s'ils ont une masse, même extrêmement petite, leur nombre considérable fait qu'ils pourraient aussi constituer la matière noire et solutionner ainsi les deux problèmes simultanément. Sachant que 65 milliards de neutrinos frappent chaque centimètre carré de la surface de la Terre à chaque seconde,

cette hypothèse est certes alléchante quoique de moins en moins retenue.

Un autre groupe de chercheurs pense plutôt qu'il nous manque non pas des neutrinos mais bien de toutes nouvelles particules, capables de refroidir le cœur du Soleil. En effet, si le cœur du Soleil était plus froid que ce que l'on a supposé jusqu'à maintenant, il s'y produirait moins de fusion thermonucléaire et, par conséquent, moins de neutrinos. Cette seconde hypothèse ne va pas sans causer de nombreux problèmes ni sans provoquer des controverses.

Walter Davidson, physicien au Conseil national de recherches du Canada, opte pour la première hypothèse, considérant l'idée plutôt farfelue, voire digne de la science-fiction, d'introduire de nouvelles particules. «Ça demeure une question de goût mais nous avons choisi de connaître davantage les propriétés des neutrinos», déclare-t-il.

«Tout ce que nous avons ici, c'est un chiffre, une fraction d'un certain flux supposé de neutrinos. Ce nombre est le résultat d'une combinaison complexe de facteurs; plusieurs para-

mètres sont en jeu allant de la physique des neutrinos jusqu'à la physique du Soleil. Et de toute cette physique ne sort qu'un seul chiffre! Vous voyez bien qu'on a besoin de plus d'informations et donc d'un détecteur plus sensible pouvant nous donner des résultats détaillés.»

UN DÉTECTEUR DE NEUTRINOS À SUDBURY

Walter Davidson est l'un des promoteurs de l'observatoire des neutrinos de Sudbury. Ce projet de 35 millions

de dollars vise à doter le Canada d'installations de calibre international pour étudier en détail les propriétés méconnues des neutrinos, contribuant à la fois à l'astrophysique et à la physique des particules. «Seul le Canada dispose des 1 000 tonnes d'eau lourde et d'une mine aussi profonde que celle d'INCO à Sudbury nécessaires à la construction de ce détecteur unique», ajoute M. Davidson avec enthousiasme.

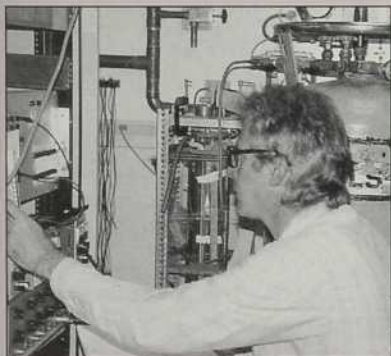
Le neutrino est vraiment peu enclin aux interactions, ce qui le rend extrêmement difficile à détecter. En fait, 95% de tous les neutrinos tombant à la surface de la Terre la traversent sans même être déviés. La sensibilité du détecteur est donc un point crucial. On doit maximiser sa masse pour s'assurer un nombre statistiquement suffisant d'interactions. Il faut aussi minimiser le bruit de fond dû surtout au rayonnement cosmique et à la radioactivité naturelle des composantes du réacteur qui produisent des signaux similaires à ceux des neutrinos que l'on cherche à détecter. À une grande profondeur, les rayons cosmiques sont beaucoup atténués, d'où l'avantage d'une mine à 2 070 m sous terre.

L'ÉLECTRON, LE MUON ET LE TAU

Jusqu'à présent, on connaît trois types de neutrinos, chacun étant associé spécifiquement à la création de trois autres particules élémentaires, soit l'électron, le muon et le tau. Le Soleil ne produit que des neutrinos électroniques mais, s'ils avaient une masse, ces derniers pourraient bien se changer en neutrinos muoniques ou taus, en «oscillant» entre ces différents «états quantiques». Si tel était le cas, les détecteurs actuels n'y seraient pas sensibles et ne pourraient donc pas les déceler. Seul le détecteur interagira avec les neutrinos solaires par l'entremise de cinq réactions différentes. Cette sensibilité accrue fournira de l'information non seulement sur le nombre total de neutrinos émis mais aussi sur le type de neutrinos concernés et leur spectre d'énergie. Ces données détaillées

DÉTECTER UNE PARTICULE SANS CHARGE, NI MASSE, NI COULEUR?

Roger Bland, de l'Université d'État de San Francisco, est l'un de ceux qui tentent de relever le défi de bâtir un détecteur qui, en plus d'offrir une sensibilité accrue, permettra de vérifier simultanément le nombre exact de neutrinos frappant la Terre et la présence de *wimps* ou de toute autre particule de matière noire. Afin de maximiser la probabilité d'une interaction avec une particule qui interagit aussi faiblement que les neutrinos et les *wimps*, il faut de la patience et de la minutie.



Pauline Gagnon

M. Roger Bland teste une jonction supraconductrice qui sera utilisée dans le détecteur des particules de matière noire.

Ce nouveau détecteur utilisera des jonctions supraconductrices à effet tunnel, montées sur une tonne de cristaux d'indium, l'indium étant l'un des rares matériaux pour lesquels les neutrinos ont une grande affinité. Lorsqu'un neutrino frappe l'un des neutrons d'un noyau d'indium, le

signal est clair: un électron et deux rayons gamma sont émis, séparés par un très court intervalle de temps.

Pour les détecter, les jonctions seront bâties de la façon suivante: sous cloche à vide, une couche isolante (un oxyde d'étain) est formée entre deux minces couches d'étain, les électrodes. Chaque couche ne mesurera que quelque dix-millièmes de millimètre d'épaisseur. Lorsque la température de la jonction est amenée en dessous de 3,7 °K, les deux électrodes deviennent supraconductrices. Ce phénomène est dû à la formation de paires d'électrons qui peuvent toutes dériver en harmonie, n'offrant plus de résistance au courant. Qu'arrive-t-il alors si une particule frappe la jonction? Un infime apport d'énergie — rayon gamma venant de l'indium ou vibrations thermiques dans le cas des *wimps* —, sera suffisant pour briser l'une de ces paires et créer ainsi des électrons libres, capables de traverser la couche isolante par un curieux phénomène quantique appelé effet tunnel.

On discerne alors un courant à travers la jonction, signe concret qu'une particule a frappé le détecteur. Puisque le tout est maintenu à très basse température et à l'abri des rayons cosmiques, on peut garder le niveau de bruit de fond à bas niveau, ce qui facilite l'interprétation des résultats. On pourra ensuite distinguer aisément les neutrinos des *wimps* ou toute autre particule exotique grâce à l'intervalle de temps caractéristique des neutrinos entre deux signaux.

détermineront la température exacte du Soleil, clarifiant ainsi une fois pour toutes la question du nombre réel de neutrinos solaires.

Walter Davidson se montre toutefois très prudent : « De là à conclure que cela solutionnera du même coup le problème de la masse cachée, c'est de la pure spéculation. Mais il est extrêmement important de pouvoir effectuer une expérience prouvant que le neutrino a une masse finie, ce que les scientifiques essaient depuis bientôt 50 ans. Nous avons reçu des appuis de partout à travers le monde pour notre projet », conclut-il.

Un comité technique formé de spécialistes canadiens, américains et européens a examiné le projet de l'observatoire de neutrinos de Sudbury l'été dernier. Ils sont unanimes à recommander le financement du projet. Leur rapport souligne que, parmi les laboratoires voués à l'étude des neutrinos à travers le monde, seul le projet canadien offre une grande polyvalence, tout en se basant sur des techniques physiques éprouvées.

Le rapport note aussi l'importance cruciale d'une telle expérience pour l'avancement de la physique fondamentale. En effet, puisque les neutrinos interagissent si peu avec la matière, ils constituent le seul moyen de sonder le cœur du Soleil. Le détecteur permettra de mieux les connaître et ainsi d'en apprendre davantage sur le centre du Soleil.

Si les fonds sont alloués cette année, le détecteur de Sudbury pourrait fonctionner en 1992. Il ne reste plus qu'à convaincre les différents paliers de gouvernement de débloquer les crédits nécessaires à sa réalisation.

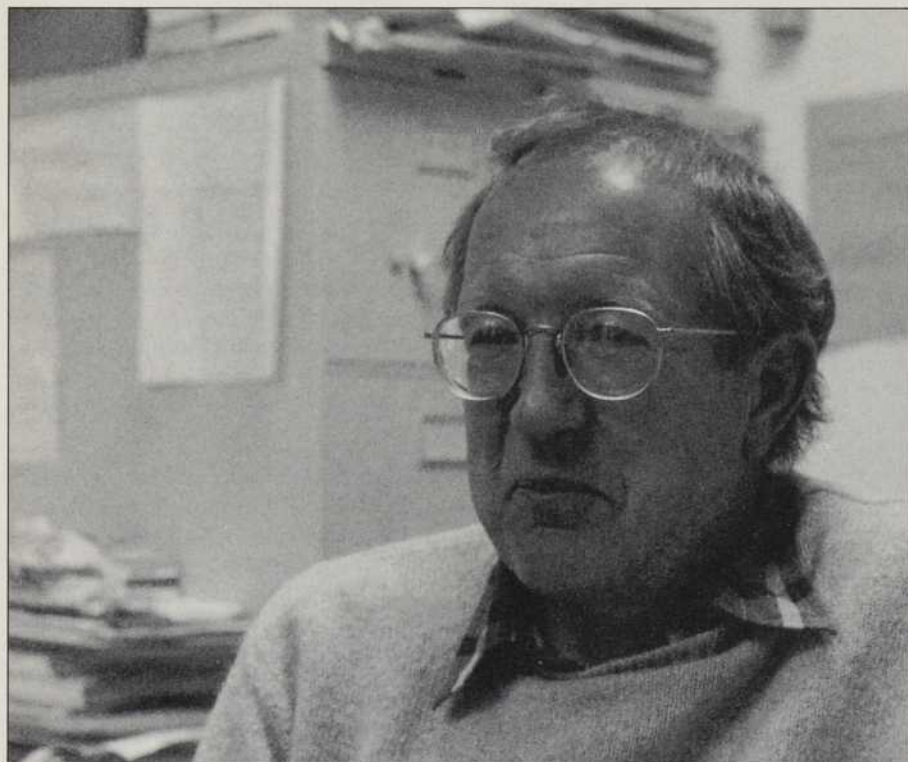
LA THÉORIE DES WIMPS

À l'Université de Californie, John Faulkner préfère spéculer sur l'existence d'une nouvelle forme de matière. C'est pourquoi il a évoqué la possibilité de particules massives mais interagissant peu, les WIMP (Weakly Interacting Massive Particles). À noter le jeu de mots amusant :

« wimp » se traduit à peu près par « mémère ». John Faulkner explique : « En 1978, avec d'autres collègues, nous avons eu l'idée de proposer la présence de ces particules pour solutionner le problème de la masse manquante. Quand l'Univers commença à se stabiliser et à s'uniformiser, les *wimps* purent se regrouper avant la matière ordinaire, formant des îlots à forte attraction gravitationnelle capables d'attirer la matière ordinaire, semant ainsi des graines de galaxies. » Il est donc possible d'imaginer que les *wimps* aient favorisé la formation des galaxies, processus encore obscur en cosmologie.

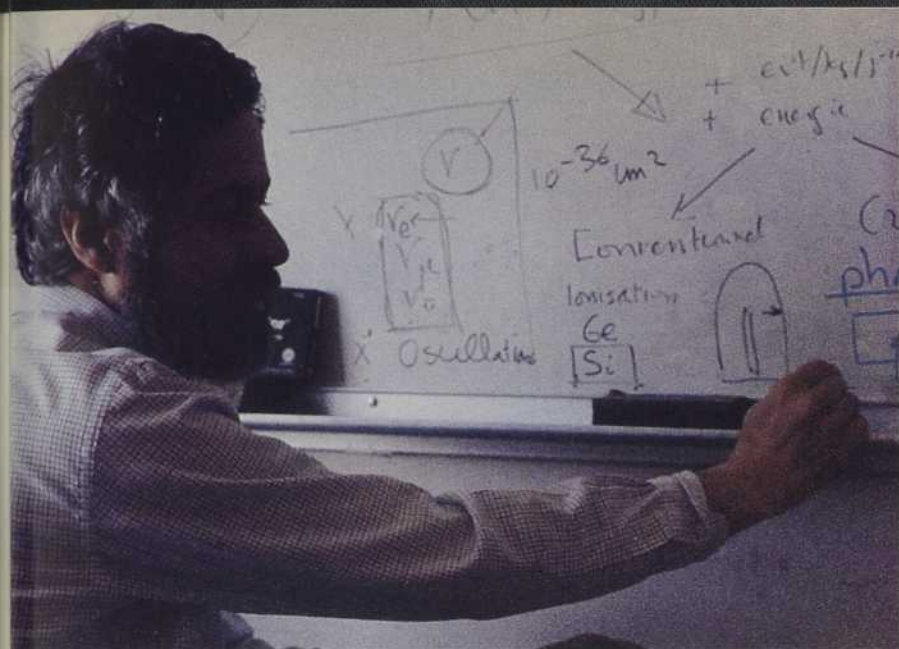
« L'idée qu'une partie de chaque étoile puisse être composée de matière noire prit forme. Ainsi, pour le Soleil dont on connaît la masse, qui peut être sûr qu'il soit fait de matière identique à celle qu'on étudie tous les jours en laboratoire? Se peut-il que 90% de sa masse produise tous les effets observables et que le reste ne contribue qu'au champ gravitationnel? Un jour, j'étais assis à mon bureau et cette possibilité m'est apparue tout à coup. Si ces particules interagissent faiblement avec la matière, elles peuvent couvrir des kilomètres avant d'entrer en collision; elles doivent donc avoir des propriétés de transport de la chaleur remarquables! » John Faulkner venait donc de formuler un processus valable expliquant comment le Soleil pourrait être plus froid en son centre qu'on ne l'avait supposé, les *wimps* uniformisant sa température. Serait-ce la raison pour laquelle on y mesure un flux réduit de neutrinos? Les neutrinos manquants ne seraient tout simplement pas produits. Nous baignerions donc, non pas dans une mer d'éther, mais bien dans une mer de « mémères »... qu'une étoile comme le Soleil a pu attirer en nombre suffisant depuis sa formation pour abaisser sa température de façon significative.

Mais l'enthousiasme du professeur Faulkner ne fut guère partagé par la communauté scientifique, ni même par ses propres collègues. « On acceptait bien un peu de spéculation, mais là, c'était de la spéculation avec



Pauline Gagnon

John Faulkner, astrophysicien à l'Université de Californie à Santa Cruz, a proposé en 1978 l'existence de nouvelles particules, les wimps, pour solutionner le problème de la masse manquante. Une théorie qui gagne en popularité bien qu'aucune de ces particules élémentaires n'ait encore été détectée.



Pauline Gagnon

Bernard Sadoulet, physicien des particules à l'Université de Californie à Berkeley, a émis la théorie des cosmions, particules dites exotiques. «Ces particules supermétriques n'ont jamais été observées, mais elle plaisent énormément, car elles stabilisent la théorie des particules élémentaires».

«Le bouton poussé au maximum!» explique M. Faulkner en riant. Puis, en 1985, lors d'une visite à Bombay, il assista à une conférence donnée par Doug Gough de Cambridge, spécialiste du problème des pulsations solaires. Cette autre intrigue repose sur une légère différence entre la périodicité des pulsations observées et les prédictions théoriques. Ces pulsations proviennent des oscillations de la surface fluide du Soleil. À première vue, Doug Gough croyait que les *wimps* aggraveraient le problème des pulsations, comme c'était le cas avec tous les autres modèles proposés pour résoudre le problème des neutrinos solaires.

Gough et Faulkner refirent donc ensemble les calculs, modifiant le modèle théorique du Soleil pour inclure les *wimps* de John Faulkner. Après un marathon de cinq jours — il n'y avait pas d'ordinateur disponible à Bombay —, ils tombèrent pile sur la valeur expérimentale observée pour la période des pulsations solaires, ce qu'ils célébrèrent joyusement!

Si la théorie des *wimps* a gagné en popularité, depuis lors, plusieurs demeurent sceptiques et pour cause. Malgré ses succès, cette théorie n'a pas encore reçu la consécration expérimentale. Aucune particule y ressemblant de près ou de loin n'a encore été détectée. Sur le plan théo-

rique, les spécialistes des particules émettent aussi certaines réserves. La théorie de John Faulkner requiert une valeur de section efficace pour les *wimps* (une mesure de leur affinité pour les collisions) de 10^{-36} cm². John Faulkner commente en riant: «Il m'a toujours semblé bizarre que ces physiciens ne sachent toujours pas si cette particule existe, mais connaissent sa section efficace jusqu'à la dernière décimale!»

LES COSMIONS: DES PARTICULES EXOTIQUES

Les physiciens se montrèrent d'abord réticents à l'idée de nouvelles particules; il n'y avait tout simplement pas de place pour elles dans les théories existantes. Une découverte surprise a cependant déclenché l'enthousiasme. «On s'est rendu compte que les particules dites «exotiques» auraient des sections efficaces de l'ordre de grandeur de celles des toutes nouvelles particules requises par les récentes théories de supersymétrie», explique Bernard Sadoulet, physicien des particules à l'Université de Californie à Berkeley, tout récemment converti à ce qu'il appelle la cosmologie expérimentale. «Ces particules supersymétriques n'ont jamais été observées, mais elles plaisent énormément, car elles stabilisent la théorie des particules élémentaires, ajoute M. Sadou-

let. On s'attend à ce que la particule la moins massive de cette famille soit stable et qu'elle se retrouve encore dans l'Univers. Elles auraient donc des implications cosmologiques.»

En fait, M. Sadoulet a en tête non seulement les *wimps* de John Faulkner mais une série de particules exotiques qu'il regroupe sous le nom de cosmions. Il travaille présentement à l'élaboration d'un détecteur cryogénique pour déceler ces particules de matière noire. Lorsqu'un cosmion interagit avec la matière, il dépose une toute petite quantité d'énergie, soit sous forme de chaleur, soit sous forme de vibrations thermiques. Un thermistor, une composante électronique très sensible à la chaleur permet de détecter le changement de température.

Pour déceler les vibrations thermiques, il faut recourir à des jonctions supraconductrices à effet tunnel (voir l'encadré: «Détecter une particule sans charge, ni masse, ni couleur»). «À basse température, on peut à la fois diminuer le bruit de fond (agitation thermique) et obtenir une plus grande sensibilité, souligne M. Sadoulet. Sur papier, cela devrait marcher mais, en pratique, il nous reste encore bien des détails à régler, et on ne sait toujours pas par quels mécanismes leur énergie est déposée. Quoi d'étonnant, puisqu'on ne sait toujours pas si ces particules existent! Si la matière noire est faite de particules et si elle constitue 90% de la masse totale contenue dans l'Univers, nous sommes loin d'être le centre de l'Univers! En fait, nous ne serions même pas faits de la même matière!» conclut M. Sadoulet. □

Pour en savoir davantage:

«L'énigme des neutrinos solaires: une solution en vue», *La Recherche*, décembre 1985, n° 172, p. 15-37.

«La masse invisible de l'Univers», *La Recherche*, décembre 1982, n° 139, p. 1438.

DAVIDSON, Walter, «Observing the Sun from 2 Kilometers Underground: the Sudbury Neutrino Observatory», *Physics in Canada*, vol. 44, n° 2, mars 1988.

KRAUSS, Lawrence M., «Dark Matter in the Universe», *Scientific American*, décembre 1986, vol. 255, n° 6, p. 58-68.

LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

tiendra son

FORUM 1989 DES TRAVAUX EN COURS

les mardi et mercredi

17 et 18 janvier 1989



Le programme comprendra des séances consacrées aux thèmes suivants : **changements globaux, environnement et sécurité publique.**

Les travaux des chercheurs de la Commission géologique portant sur des sujets d'intérêt particulier comme les dangers que représentent les tremblements de terre et les glissements de terrain feront également l'objet de présentations de même que leurs travaux à caractère international et certains aspects du programme courant de la CGC.

Quelque 90 panneaux explicatifs accompagneront les 25 exposés suivants (en anglais) :

LE MARDI 17 JANVIER 1989

- 0900 Mot de bienvenue et allocution d'ouverture
E. A. Babcock
- 0910 Le changement global et la science des terrains; l'empreinte du passé
B. H. Luckman
- 0930 Calottes glaciaires et glaciers canadiens : indices sur les climats passés, présents et futurs
R. M. Koerner
- 0950 Le changement global et la stabilité du pergélisol
A. S. Judge, D. G. Harry, J. A. Hunter
- 1010 Ouverture officielle des expositions d'affiches
- 1040 Variations du niveau de la mer sur la côte canadienne du Pacifique — tendances passées et futures
J. J. Clague
- 1100 Recul des lignes de rivage : phénomènes actuels et conséquences futures
R. B. Taylor, D. L. Forbes, J. Shaw
- 1120 Le changement environnemental — le passé est-il la clé du futur?
J. V. Matthews, fils.
- 1140 Surveillance des changements environnementaux globaux dans le passé proche et lointain : détérioration marquée des climats du Paléozoïque lointain dans l'Arctique canadien
B. Beauchamp

1200 Changements paléoclimatiques dans les couches de dinosaures du Crétacé supérieur dans l'Ouest canadien et en Mongolie
T. Jerzykiewicz

1220 La géodynamique et le changement global
J. Popelar

1420 Incidence des fossés d'effondrement paléozoïques et mésozoïques sur l'estimation des dangers de séismes dans l'Est canadien
J. E. Adams

1440 Actuelle possibilité de tremblements de terre importants dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique
G. C. Rogers, H. Dragert

1500 Incidence des glissements de terrain sur le développement économique dans la Cordillère canadienne
S. G. Evans

1520 Possibilité d'une importante éruption volcanique dans la Cordillère canadienne et ses effets possibles sur l'environnement
C. J. Hickson

1540 La géochimie lacustre de la rive nord du lac Supérieur : son rôle dans l'évaluation des effets des précipitations acides
W. B. Coker, W. W. Shilts

1600 La relation entre la géologie et le radon dans les maisons
R. L. Grasty, P. J. Doyle, B. W. Charbonneau

1620 Incidence des perturbations géomagnétiques sur les activités de l'homme
R. L. Coles

LE MERCREDI 18 JANVIER 1989

0900 La province archéenne du lac Supérieur et ses gisements d'or filoniens.
K. D. Card

0920 Assemblage tectonique du Bouclier canadien dans le sous-sol albertain : cartographie intégrée du champ de potentiel et géochronologie établie à l'aide de la méthode U/Pb appliquée aux zircons
G. M. Ross, M. E. Villeneuve, R. R. Parrish, S. A. Bowring

0940 Études Lithoprobe du soulèvement de Kapuskasing : exposition d'une coupe transversale de la croûte
J. A. Percival, A. G. Green

1000 Les charbons de l'Ouest canadien : un choix de combustible propre, sûr et certain
F. Goodarzi, G. Smith

1050 Études géoenvironnementales des zones littorale et extracôtière du delta du fleuve Fraser
J. L. Luternauer

1110 Questions de stabilité liées aux installations de forage dans les îles artificielles dans la zone canadienne de la mer de Beaufort
D. Gillespie, S. M. Blasco

1130 L'affouillement par les glaces est-il encore une contrainte à la mise en valeur des gisements extracôtiers?
C. F. M. Lewis, S. M. Blasco

1150 Affouillement des sédiments autour des installations extracôtiers
C. L. Amos

1210 Contraintes géochimiques à l'élimination des déchets en haute mer
D. E. Buckley

Forum 1989 se tiendra au Centre des congrès d'Ottawa, 55, Promenade Colonel By.

Il n'y a pas de frais d'inscription.

Pour plus ample information, s'adresser à :

Marie-France Dufour
601, rue Booth
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8
(613) 995-7648



Énergie, Mines et
Ressources Canada

Energy, Mines and
Resources Canada

L'Hon. Marcel Masse,
Ministre

Hon. Marcel Masse,
Minister

Canada

L'ÉNERGIE DE NOS RESSOURCES

NOTRE FORCE CRÉATRICE

Les virus en informatique

par Jean LALONDE

DEVENEZ CONSULTANT EN VIROLOGIE INFORMATIQUE

Vous cherchez une nouvelle orientation pour votre carrière? Devenez consultant anti-virus! C'est sûrement le secteur de la consultation informatique qui connaît la plus forte expansion. Depuis un peu plus d'un an, on a tellement entendu parler de ces satanés virus informatiques que tout un marché de clients inquiets n'attend que vos bons conseils.

Certains utilisateurs de la micro-informatique sont pratiquement au bord de la panique! Ils se lavent les mains avant de toucher leur ordinateur. Celui-ci est mis sous vide entre les heures d'utilisation. On doit jurer fidélité à son micro-ordinateur afin d'éviter les horreurs de ce que la presse à sensation n'a pas hésité à appeler le sida de l'informatique.

Le virus informatique est, dit-on, l'élément le plus dangereux qu'il est le seul virus qui s'attrape par téléphone! Les virus binaires sont en effet véhiculés d'un bout à l'autre de la planète par les réseaux informatiques amateurs ou professionnels. Comme ces réseaux sont utilisés par l'intermédiaire de modems et de lignes téléphoniques, les gens ont maintenant peur de décrocher un téléphone à moins de trois mètres de leur ordinateur!

Les virus s'attrapent aussi par ce jeu malsain qu'on appelle la « copie-évaluation » de logiciels. Un programme commercial piraté peut transporter toutes sortes de microbes si bien que, au grand plaisir de l'industrie du logiciel, les gens ont peur d'échanger des programmes.

La panique prend d'autant plus d'ampleur que le nombre de micro-ordinateurs équipés de disques rigides a augmenté considérablement depuis un an. Puisqu'un virus a généralement un comportement destructeur, les disques rigides sont une cible de choix. Une grande quantité de données informatiques (textes, données personnelles ou d'entreprise, dessins, etc.) est à la portée de logiciels vandales. Y a-t-il lieu d'être aussi inquiet? Nous y reviendrons. Pour l'instant, voici quelques informations qu'un bon virologue en informatique ne doit pas ignorer.

VIRUS ET PROGRAMMES DE TROIE

Premièrement, il faut distinguer les virus qui minent les logiciels des gros ordinateurs de ceux qui s'attaquent aux micro-ordinateurs. Un peu comme une souris ne peut attraper la grippe d'un éléphant, les virus sont spécifiques à une famille d'appareils. On peut donc rassurer le client, il n'y a aucun danger de contamination en branchant son micro-ordinateur sur un système de courrier électronique. Mais s'il utilise son modem pour collectionner des centaines de logiciels, le risque d'acquiescer un programme contagieux augmente.

Aussi, il ne faut pas confondre virus informatique et programme de Troie (« Trojan Program » en anglais). Un peu comme les guerriers grecs qui, par le subterfuge du cheval de Troie, se sont emparés de la cité assiégée, un programme troyen détruit les données informatiques dès qu'on le met en marche.

Le virus, lui, est plus subtil. Il s'infiltré et modifie le logiciel-système. Sournois, il attend son heure. Il se déclenche à une certaine date dans tous les points du globe où il se sera disséminé. Ou bien il attendra patiemment que le disque rigide de l'utilisateur soit presque plein avant de l'effacer irrémédiablement. Entre temps, il se reproduira sur tous les logiciels-systèmes avec lesquels il entrera en contact.

DES RÈGLES ÉLÉMENTAIRES DE SÉCURITÉ

Certaines règles de prudence protégeront votre client contre les programmes de Troie et les virus informatiques. La règle de base est de toujours conserver un original de ses logiciels ainsi qu'une copie récente de ses données. Il s'agit là, certes, d'une tâche fastidieuse surtout dans le cas d'un disque rigide. Copier le contenu de 20 mégaoctets sur des disquettes nécessite

NeXT: LA PROCHAINE VAGUE



Ce cube noir fera parler de lui... C'est le premier ordinateur de la génération des années 90. Lancé l'automne dernier par Steve Jobs, un des deux fondateurs de la compagnie Apple, l'ordinateur NeXT offre à lui seul une puissance de traitement proche de celle des gros ordinateurs d'entreprise. Si NeXT décuple la puissance des plus gros micro-ordinateurs d'aujourd'hui, il en coupe le prix. D'abord offert sur le marché étudiant, l'ordinateur NeXT coûtera 6 500 \$ US (moins cher qu'un Mac SE tout équipé). Utilisé par les développeurs de logiciels depuis peu, NeXT devrait faire son apparition sur le marché au cours de l'année 1989. À suivre, ce micro « méga »!

près d'une heure de travail très ennuyant. Et comme il faut répéter le processus régulièrement, par exemple chaque semaine, on se lasse et la copie de sauvegarde prend de l'âge...

Il faudra revenir sur le sujet afin d'expliquer les différentes solutions qui peuvent être apportées. Il n'y a pas lieu de parler de miracles. Toutefois, des logiciels permettent de détecter les virus et les programmes de Troie. D'autres peuvent même réparer les dégâts causés par eux.

Il est évidemment préférable de tenir les vandales à distance. Aussi, lorsque vous recevez une disquette contenant des programmes dont la source est incertaine, prenez vos précautions. Avant de les essayer, allumez votre ordinateur avec un système (DOS) sur disquette plutôt que sur disque rigide. Si un malheur se produisait, on peut espérer que seule la disquette serait touchée.

DES COUPABLES AU DOS LARGE

De toute façon, après avoir réparé les dégâts, en bon expert de la virologie informatique, il vous faudra trouver le coupable. Voilà la partie la plus difficile de votre travail, d'autant plus difficile qu'on attribue des malheurs informatiques aux virus sans aucune preuve tangible. Ils ont mauvaise presse, ces pauvres. On en fait des coupables qui ont le dos large.

Il ne faut pas oublier les accidents qui peuvent endommager un disque rigide. Une panne de courant, un programme qui gèle l'ordinateur (cas rare, mais tous l'ont vécu au moins une fois), une secousse qui établit un contact entre la tête de lecture et le disque rigide peuvent être à l'origine de défauts.

Aussi, il est possible qu'on ait emprunté l'ordinateur en l'absence du client — cela peut se produire dans un environnement ouvert comme le bureau —, et que le malheur ait pu se produire lors de cet usage clandestin. Enfin, n'oublions pas qu'il est tout à fait normal qu'après un certain nombre d'heures d'utilisation (plusieurs milliers, tout de même), un disque rigide vienne à flancher. Voilà autant de causes à des problèmes indûment attribués aux virus informatiques.

Est-ce que la profession de chasseur de virus est un bon choix de carrière pour vous? Peut-être que la panique ne durera pas, mais tant qu'elle existe, des entreprises sont prêtes à payer des milliers de dollars pour combattre cet ennemi! Et même si vous ne devenez jamais consultant anti-virus, suivez quand même les quelques précautions qu'on vient d'énumérer. Le cordonnier ne deviendra pas riche mais, au moins, il sera bien chaussé.

UN LECTEUR CRITIQUE

Selon l'aspect que prendra votre rubrique MicroMéga, elle pourrait faire de moi un lecteur régulier de *Québec Science*. Ce qu'il nous manque en ce moment au Québec, c'est une publication qui oserait analyser le matériel informatique et surtout les logiciels. Celles qui existent semblent n'avoir pour but que de faire savoir ce qui se fait (non pas ce qu'on peut trouver) au Québec, en ne présentant généralement que ce qu'on pourrait lire sur les imprimés des producteurs eux-mêmes — en s'efforçant, semble-t-il, de ne froisser aucun annonceur possible. Aucune appréciation ni critique. Il faut lire les critiques dans les magazines américains ou les magazines français, lorsqu'on les trouve.

À propos du français, j'étais surpris de voir *Sprint* dans votre liste de logiciels de traitement de texte (dans la chronique d'octobre) sans le «F» indiquant qu'il s'agit d'un logiciel offert en français. Il s'agit bel et bien d'un logiciel «français de France» de la compagnie française Borland. Est-ce qu'il n'existe pas dans cette langue au Québec?

Samuel Coppieters Saint-Alphonse-de-Granby

La chronique MicroMéga ne vise pas à faire des examens approfondis d'appareils ou de logiciels. De telles analyses requièrent un travail considérable qui peut difficilement être résumé en deux pages. De plus, la critique détaillée d'un produit n'intéresserait qu'une petite partie des lecteurs de Québec Science. Ce rôle revient donc davantage aux magazines spécialisés qu'à une revue de vulgarisation scientifique.

J'en profite pour porter à votre connaissance deux publications sur la micro-informatique qui sont peu connues parce que disponibles uniquement sur abonnement: PC-INFO, la revue mensuelle des membres du Club des utilisateurs d'IBM PC de Montréal (30\$ par an, C.P. 587, Succ. K, Montréal (Québec) H1N 3R2) et ATOUT MICRO, un «newsletter»

mensuel, qui traite surtout des compatibles IBM et des Macintosh, publié par le journaliste François Picard (20\$ par an, 10 numéros, PICSHA enr., C.P. 240, Saint-Isidore (Québec) G0S 2S0).

Quant à Sprint, un logiciel produit par la filiale française de la compagnie américaine Borland, on peut le trouver au Canada uniquement dans sa version américaine. Vous avez raison de vous en étonner. On m'a expliqué que Borland-France demandait un prix trop élevé. La version originale française aurait coûté presque le double de la version anglaise. Aucun distributeur canadien n'a accepté ces conditions.

LE TIERS MONDE DE L'INFORMATIQUE

Il ne faut pas que *Québec Science* s'enferme dans les deux mondes de l'informatique: IBM et Apple. Atari a aussi sa place à côté de ces deux géants. Atari ST fait une percée étonnante en Europe, et il connaît un succès appréciable également au Québec. Son prix nettement plus abordable que celui des deux géants, le fait qu'il se laisse facilement apprivoiser de même que sa puissance remarquable sont des atouts importants.

Jean Richard Saint-Bruno-de-Montarville

L'Atari ST connaît effectivement un succès certain au Québec, surtout en Europe où beaucoup de logiciels sont produits pour lui. Toutefois, cet appareil a de la difficulté à s'imposer aux États-Unis. Pour les lecteurs intéressés, voici les coordonnées de la revue québécoise ST-Tique consacrée exclusivement à Atari ST: ST-Tique, 84, rue Corinne, Belœil (Québec), J3G 4M6. L'abonnement annuel (9 numéros) est de 27\$. Quant à votre inquiétude concernant le «tiers monde» informatique, soyez sûr que j'en prends note.

Vous pouvez m'écrire à *Québec Science* et par courrier électronique sur Infopuq (code: QC10143) ou CompuServe (code: 76606,671).

Les V.I.P. de l'électricité

par Raynald PEPIN

Le courant électrique résulte du déplacement des électrons dans les fils. La tension électrique (V), en volts, est reliée à l'énergie des électrons; le courant (I), en ampères, correspond à leur nombre et à leur vitesse; et la puissance (P), en watts, donne l'énergie fournie ou consommée par seconde. Les trois quantités sont représentées par l'équation $P=VI$ pour une ligne électrique simple.

Les électrons vont à une vitesse de 10^6 m/s environ, mais comme ces turbulentes particules s'agitent en tous sens, elles ne dérivent dans le fil que d'environ 10^{-4} m en une seconde! Pourtant, l'ampoule s'allume très vite après que l'on ait actionné l'interrupteur! C'est que la vitesse du courant n'est pas celle des électrons, mais celle du signal électrique. Quand on actionne un interrupteur, on crée une variation du champ électrique à cet endroit, et c'est cette variation qui se propage le long du fil à une vitesse très élevée, de l'ordre de celle de la lumière. Partout où le signal passe, les électrons se mettent en mouvement.

On distingue deux formes de courant, soit le courant continu et le courant alternatif. Dans le cas du courant continu — par exemple celui fourni par une pile —, les électrons vont toujours dans le même sens.

Dans le cas du courant alternatif, les électrons suivent un mouvement de va-et-vient et ne se déplacent donc pas globalement. En un point particulier du fil, la tension et le courant oscillent de façon régulière, complétant un cycle en $1/60$ s. La tension et le courant alternatif sont généralement exprimés en valeurs efficaces, correspondant aux tension et courant continus qui fourniraient une puissance égale. Ainsi, la tension domestique vaut 120 volts (i.e. $170/\sqrt{2}$), alors que la tension atteint en réalité 170 volts à son maximum. Le courant alternatif est utilisé parce qu'il est facile de modifier sa tension au moyen de transformateurs (cette modification est plus compliquée et coûteuse avec le courant continu).

Le courant alternatif sert à faire tourner les moteurs. Cette caractéristique mise à part, il présente la même utilité que le courant continu. Au fait, comment expliquer que des électrons qui oscillent fournissent de l'énergie? En se déplaçant

dans la matière, ils rencontrent une opposition qu'on appelle la résistance électrique. Les collisions entre les électrons et les ions augmentent l'agitation thermique de la matière qui s'échauffe. Les éléments d'une cuisinière, d'une plinthe électrique, le filament des ampoules à incandescence, les grille-pain fonctionnent tous sur ce principe. Peu importe que le courant soit continu ou alternatif, le déplacement des électrons produira un échauffement.

Les lignes de transport à 735 kV portent du courant triphasé: chacun des trois faisceaux de fils, chaque phase, porte un courant alternatif déphasé d'un tiers de cycle (120°) par rapport aux deux autres. L'avantage d'un tel système réside dans le fait que la somme globale des trois courants est nulle et qu'aucun fil de retour n'est nécessaire, ce qui diminue le coût de la ligne.

La puissance transportée par une ligne triphasée est de $1,73 VI$: ainsi, une ligne transportant 2000 A sous une tension de 735 kV fournit une puissance de 2500 MW. Le chiffre de 735 kV représente la tension efficace entre deux phases: entre une phase et la terre, la tension est de 425 kV.

LA QUESTION
DU MOIS

LE FLOU SOUS-MARIN

Nager sous l'eau nous amène dans un autre monde, celui des poissons, des algues, des coraux ou des sirènes... Quel dommage, toutefois, qu'à moins de porter un masque ou des lunettes de natation, notre vision y soit floue! Quelle est l'explication de ce phénomène?

Envoyez votre réponse, avec vos nom et adresse à:

LA DIMENSION CACHÉE

Raynald Pepin a/s Québec Science
2875, boul. Laurier, Sainte-Foy (Québec)
G1V 2M3

La personne gagnante du mois de novembre 1988 est: M. Sylvain Brunelle, 693, rang Séraphine, Ange-Gardien (Québec), JOE 1E0 — Pour sa réponse à la question «Minute, cocotte!», cette personne recevra un exemplaire du Dictionnaire thématique visuel (une valeur de 39,95 \$), gracieuseté des Éditions Québec Agenda.

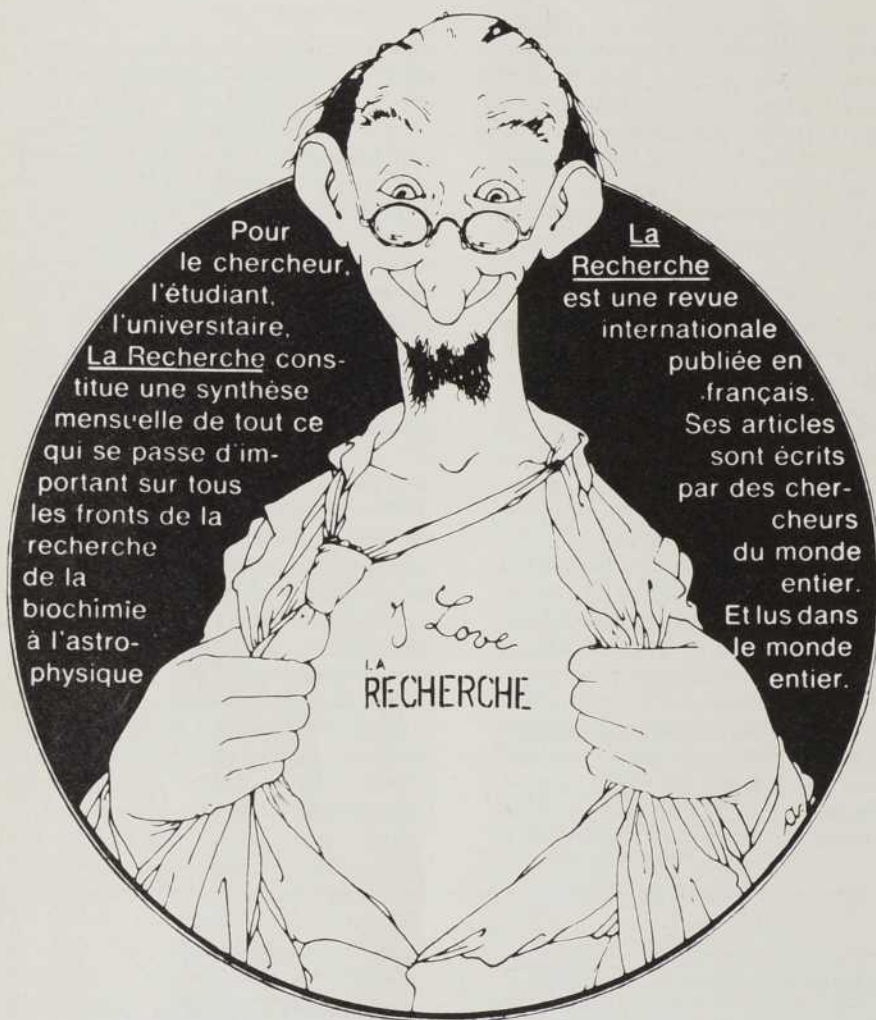
Les règlements de ce concours sont disponibles à l'adresse de Québec Science.

RÉPONSE

Pourquoi l'air n'est-il pas utilisé comme isolant?

L'air n'est pas utilisé seul comme isolant à cause des courants de convection se produisant entre deux masses d'air de températures différentes; par exemple, l'air chaud est moins dense et s'élève. Les bons isolants sont donc ceux qui contiennent de l'air tout en le stabilisant pour réduire la convection, comme la laine minérale ou le polystyrène. On utilise le Hollofil, un matériau synthétique fait de fibres creuses remplies d'air, pour les vêtements d'hiver et les sacs de couchage.

La Recherche a des lecteurs dans 83 pays: pourquoi pas vous?



Offre spéciale *

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 numéros) à **La Recherche** au tarif de 39 dollars canadiens au lieu de 54,45 dollars (prix de vente au numéro). Un délai minimum de huit semaines interviendra entre la date de la demande d'abonnement et la réception du premier numéro. L'abonné(e) le sera pour un an, à compter du premier numéro reçu.

nom _____

adresse _____

pays _____

à retourner accompagné de votre paiement à
DIMEDIA, 539, boul. Lebeau, Ville Saint-Laurent, P.Q. H4N 1S2

* offre réservée aux particuliers, à l'exception de toute collectivité.

DIAGNOSTIC

Laurent Laplante

L'UNIVERSITÉ
QUESTIONS ET DÉFIS



Des
petits livres
qui en
disent long

L'UNIVERSITÉ QUESTIONS ET DÉFIS Laurent Laplante

L'université se dit économiquement sous-alimentée, mais est-ce vrai? La charge de travail des professeurs devrait-elle être augmentée? Les universités peuvent-elles encore garantir qu'une véritable formation correspond au diplôme décerné? Que la recherche est aussi valable qu'on le dit? Les frais de scolarité sont-ils une entrave à la fréquentation de l'université? Comment expliquer que le consensus soit une cause de paralysie à l'université? Le journaliste Laurent Laplante nous offre ses réponses, en forme de défis.

141 pages
9,95 \$

DIAGNOSTIC

Jacques Dufresne
LE PROCÈS
DU DROIT



Des
petits livres
qui en
disent long

LE PROCÈS DU DROIT

Jacques Dufresne

«LE PROCÈS DU DROIT, tout à fait remarquable. Absolument étonnant, un bouquin extraordinaire, une véritable bombe.»

(Jacques Languirand,
Par quatre chemins,
Radio-Canada)

127 pages
9,95 \$

INSTITUT QUEBECOIS
DE RECHERCHE SUR LA CULTURE
14, rue Haldimand, Québec, G1R 4N4
Tél.: (418) 643-4695

RATS DE LABORATOIRE AU CHÔMAGE

Les animaux de laboratoire sont à leur tour touchés par les coupures budgétaires. Malgré leur grande utilité dans la détection des substances nocives, ils coûtent cher à entretenir et on doit songer



à en réduire le nombre. C'est ainsi que la biochimiste Francine Dénizeau, de l'Université du Québec à Montréal, a élaboré une nouvelle technique permettant d'intervenir directement dans la cellule pour étudier *in vitro* le potentiel cancérigène de certaines substances. Le nouvel outil aidera également à contourner l'autre obstacle majeur relié à l'emploi des animaux : le temps de réaction. Mais tous les animaux de laboratoire ne seront pas mis au chômage, car on aura toujours besoin de vérifier *in vivo* les résultats observés. Pour une fois qu'une mise à pied n'est pas source de controverse...

DE L'APATHIE À LA CONSCIENCE

«Trop, c'est comme pas assez», dit-on souvent. Mais, dans une chronique écrite peu de temps après la tragédie de Saint-Basile-le-Grand, David Suzuki a peut-être réussi à démontrer que ce vieil adage n'est pas toujours vrai. Si l'on peut observer l'apathie du public après de trop nombreux avertissements de dangers hypothétiques, dit-il, les différentes catastrophes des dernières années, bien réelles et tout aussi inattendues les unes que les autres, sont en voie de provoquer une véritable prise de conscience. En tout cas, il faut l'espérer, si l'on veut éviter que la Terre ne devienne à son tour apathique.

DU VERRE PAS SI «CLAIR»

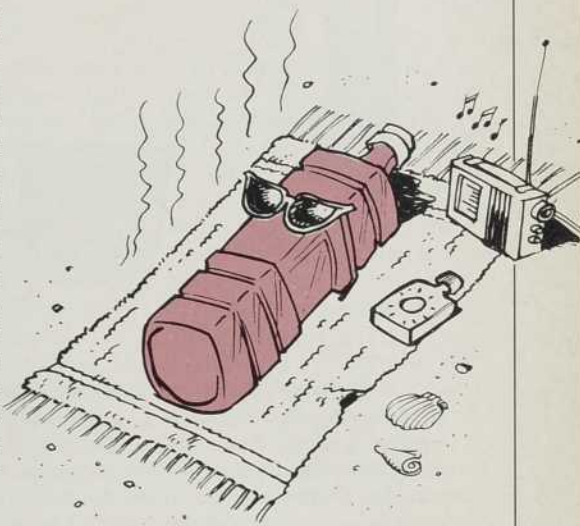
Un chercheur suédois a récemment découvert que le verre des fenêtres, entre autres, retenait à l'intérieur des maisons des traces de radon (gaz radioactif émanant naturellement de certains sols et cause possible de cancer). On pourrait donc se servir du verre pour mesurer le taux d'exposition passée, en calculant la quantité de plomb 210 (produit de la dégradation du radon et qui a une demi-vie de 22 ans) qui y est incrustée. Parmi les autres verres qu'on trouve dans la maison, il y a celui des cadres accrochés aux murs qui pourrait également servir à mesurer le taux de radon. On prévient cependant que le verre des lunettes pourrait ne pas faire l'affaire, n'étant pas nécessairement toujours suffisamment exposé à l'air. Voilà qui est clair comme... du verre de plomb.

POUR AVOIR DE GROS MUSCLES ET VOIR GRAND

De nombreuses études démontrent les effets négatifs des stéroïdes anabolisants sur le physique et le psychique: agressivité et irascibilité, hyperactivité et inflation de l'ego, folie des grandeurs et comportements maniaques. À cela s'ajoutent les troubles psychologiques que pourraient entraîner certains effets secondaires physiques, comme la croissance des seins chez l'homme et de la barbe chez la femme... Gros muscles et performances supérieures conduisent peut-être à de belles médailles, mais celles-ci valent-elles vraiment leur pesant d'or... ou d'argent?



BAINS DE SOLEIL POUR LE PLASTIQUE



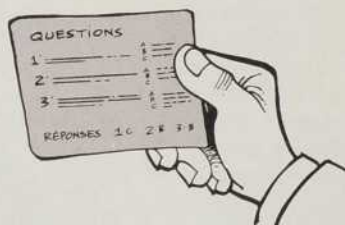
Au moment où les catastrophes écologiques prennent d'assaut notre environnement, il est agréable d'entendre une bonne nouvelle. Ainsi, Eco Corporation, une entreprise de Toronto, a récemment mis au point un plastique (plus précisément une résine), qui se décompose rapidement et sans danger sous la lumière ultraviolette du Soleil. On l'utilise dans la fabrication des sacs de poubelles, des bouteilles d'eau gazeuse et d'autres contenants dont la durée d'utilisation est courte, mais qui demeurent longtemps dans l'environnement.

UN LOGICIEL QUI FAIT DES PETITS

Décidément, le monde de l'informatique a de multiples ressemblances avec le monde des êtres vivants. Pendant que l'on s'alarme de plus en plus de la menace de ces petits programmes qu'on appelle «virus» et qui se transmettent d'un système informatique à l'autre, détruisant le contenu des mémoires, certains spécialistes élaborent un programme qui, lui, facilite et systématise le développement d'autres logiciels. Une firme de Longueuil, Zerotime, a en effet mis au point un programme unique au monde (CASE) qui vise à la conception de logiciels assistée par ordinateur. Il est intéressant de noter que cette entreprise est une filiale de la plus importante firme de comptables au monde, Peat Marwick d'Amsterdam, qui a choisi le Québec parce que c'est ici que se trouve le talent dans ce domaine.

RÉPONSES AU TEST

(de la page 40)



LES ACTUALITÉS 1988

1. b et c. RNIS est l'abréviation de Réseau numérique à intégration de services. Le coût d'un accès de base RNIS devrait être plus élevé que celui d'une ligne téléphonique ordinaire (janvier).
2. b et d. Les pluies acides ne sont qu'une des causes du phénomène. Les érables atteints se dessèchent, leurs feuilles sont plus petites et se colorent plus rapidement. La situation est particulièrement sérieuse au sud du Saint-Laurent.
3. d. L'acide domoïque, responsable des intoxications selon les chercheurs du gouvernement fédéral, est utilisé au Japon pour des traitements médicaux chez les humains. Les trois morts sont dues à une toxine qui n'a pas encore été identifiée avec certitude.
4. b et d. Fernand Seguin, après une maîtrise en biologie, fit de la recherche sur les maladies mentales. Il anima différentes émissions à la radio et à la télévision et reçut en 1977 le prix Kalinga de communication scientifique décerné par l'UNESCO.
5. b. Ce sont les fusées d'appoint de la navette américaine — qui ont causé tant d'ennuis —, qui brûlent du carburant solide. Les fusées d'appoint de la fusée propulsant la navette soviétique utilisent de l'hydrazine, un carburant liquide.
6. c. Les biphényles polychlorés contiennent du carbone, de l'hydrogène et du chlore. Ils affectent la santé de différentes façons; le danger provient surtout des dioxines et des furannes, produits hautement cancérigènes formés lors de la combustion des BPC à une température inférieure à 1 000 °C.

AVEZ-VOUS LA BOSSE DES SCIENCES?

1-G; 2-H; 3-D; 4-E; 5-J; 6-F; 7-A; 8-C; 9-B; 10-I.

LA QUATRIÈME DIMENSION

1. Le lent mouvement des glaciers est rendu possible parce que de hautes pressions provoquent la fusion de la glace. Quand le glacier rencontre un obstacle, la pression élevée existant à la base du glacier fait fondre la glace en contact avec l'obstacle. L'eau regèle immédiatement de l'autre côté de l'obstacle.
2. La compression de l'air lors du pompage fait monter la température de l'air, qui réchauffe les parties de la pompe avec lesquelles il est en contact.
3. Les machines à neige sont alimentées par de l'eau froide et de l'air comprimé. Sous l'effet du jet d'air comprimé, l'eau se pulvérise en gouttelettes qui gèlent dans l'air froid. La détente de l'air comprimé, qui se refroidit en occupant plus de volume, contribue au gel de l'eau pulvérisée.
4. Si la concentration d'engrais (ou d'un composé quelconque) est trop élevée dans l'eau entourant les racines de la plante, l'eau sortira de la plante par osmose (l'eau va de la solution la moins concentrée à la solution la plus concentrée). Il se produit le même phénomène si la plante n'est pas assez arrosée.

L'INSTITUT ARMAND-FRAPPYER
1938-1988

Une université de recherche au service de la santé publique depuis 50 ans.

MAÎTRISE EN MICROBIOLOGIE
APPLIQUÉE

MAÎTRISE EN VIROLOGIE
ET IMMUNOLOGIE

DOCTORAT EN VIROLOGIE *

* Offert en collaboration avec l'Université de Montréal

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE :

Microbiologie de l'environnement
Biotechnologies • Chimie bioorganique
Vaccins - biologie cellulaire
Immunité-virus-cancer • Écoviologie
Immunologie appliquée
Prophylaxie d'infections virales
Recherche et développement d'outils
moléculaires de diagnostic.

Demandes d'admission :

HIVER 1989 1er novembre 1988

ÉTÉ 1989 1er mars 1989

AUTOMNE 1989 1er mai 1989

Bureau du registraire, Institut Armand-Frappier
531, boulevard des Prairies, Case postale 100 Laval (Québec)
H7N 4Z3 Téléphone : (514) 687-5010

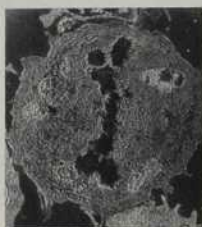


Université du Québec

Institut Armand-Frappier



Joël de Rosnay
L'aventure
du vivant



Seuil

L'AVENTURE DU VIVANT

Joël de Rosnay

Éditions du Seuil, Paris, 1988, 233 pages, 24,95\$
ISBN 2-02-010049-5

La «nouvelle biologie modèlera la fin de ce siècle et le début de l'autre, plus peut-être qu'aucune autre science ne l'a fait jusqu'alors», affirme Joël de Rosnay dans son dernier livre. «Il y a peu de grandes questions de société qui ne fassent aujourd'hui appel à des données biologiques», poursuit-il. En effet, si la biologie s'attachait, il y a quelques années à peine, à mieux connaître le monde vivant, elle débouche aujourd'hui sur la possibilité de le modifier, de le façonner. «Capable de fabriquer de nouvelles espèces animales et végétales, [l'homme] devient ainsi «ingénieur de l'homme», véritable «magicien des gènes» qu'il peut reprogrammer à volonté.» La biologie est source d'espoir (traitement du cancer, des ma-

ladies génétiques), mais également de crainte, les nouvelles technologies de reproduction remettant en cause des valeurs fondamentales de notre société.

Selon Joël de Rosnay, pour comprendre la «révolution biologique» et ses implications, une vision globale du monde vivant s'impose. La vie est une propriété que se partagent toutes les cellules, depuis celle de la bactérie jusqu'à celles qui constituent notre peau: même code génétique, mécanismes de fonctionnement semblables et aussi, origine commune qui remonte dans la nuit des temps. C'est dans cette optique qu'il entreprend de répondre à trois grandes questions fondamentales: «Qu'est-ce que la vie?», «D'où vient la vie?», «Où va la vie?»

Une partie de ce livre reprend l'ouvrage *Les origines de la vie* que Joël de Rosnay avait publié en 1966, mais remis à l'heure: l'auteur y rend compte des recherches les plus récentes. Abondamment illustré, rédigé dans un langage clair et très imagé — la réputation de Joël de Rosnay comme vulgarisateur n'est plus à faire —, cet ouvrage constitue un document de base pour le non-spécialiste curieux de connaître les événements qui ont conduit à l'apparition de la vie sur Terre, et surtout soucieux de comprendre les enjeux de la révolution biologique et de participer à la réflexion sur ces derniers.

Diane Dontigny

LE DÉFI ALIMENTAIRE DE LA FEMME

Louise Lambert-Lagacé

Les Éditions de L'Homme, Montréal, 1988, 243 pages, 14,95\$,
ISBN 2-7619-0748-5

Avec ce livre, Louise Lambert-Lagacé nous fait un bien beau cadeau. Diététiste de renom, elle avait déjà gâté les Québécois avec deux livres consacrés à l'alimentation des enfants. Cette fois, c'est aux femmes qu'elle consacre son ouvrage. D'ailleurs, selon les conclusions de récentes études françaises et américaines citées dans les premières pages, les femmes auraient grandement besoin, malgré leurs talents «légendaires» de cordon-bleu, d'être conseillées en matière d'alimentation.

Ces études révèlent notamment que la femme, en général, ne consomme que la moitié environ du calcium recommandé; qu'une femme sur cinq n'a plus de réserves de fer; et qu'une sur dix est anémique. Reprenant ces constats plutôt alarmants, Mme Lambert-Lagacé dresse un inventaire de nos besoins nutritionnels spécifiques. Son

verdict est sévère: la femme moderne mange peu; elle n'absorbe pas assez d'aliments nutritifs et ne rencontre plus ses besoins nutritionnels.

Mme Lambert-Lagacé retrace les causes de cette situation dans un important chapitre consacré aux obstacles majeurs qui compliquent notre alimentation tels que la peur de prendre du poids, le manque de temps, les repas à l'extérieur et la solitude. Pour chaque obstacle, elle propose une gamme de solutions. Le chapitre est ponctué de cas vécus qui illustrent des problèmes liés à l'alimentation. La lectrice y trouvera notamment un tableau permettant d'établir son poids-santé, un nouveau concept qui permet de mesurer un excès de gras et non un excès de poids.

Le dernier chapitre propose aux femmes une diététique douce qui s'appuie sur quatre

grandes priorités: la diminution de la consommation de gras et l'augmentation d'aliments riches en fer, en calcium et en magnésium. À cet effet, Mme Lambert-Lagacé suggère des menus et des aliments qu'elle qualifie de «bons placements». Elle précise d'ailleurs ce qui aide et ce qui nuit à l'absorption de certaines vitamines et de certains minéraux par l'organisme. De nombreux tableaux complètent l'ouvrage et permettent de connaître la valeur alimentaire d'une foule d'aliments.

Même si le livre fournit des exemples de menus santé, la lectrice devra tout de même investir du temps si elle veut bien maîtriser son alimentation. Fidèle à son style, Louise Lambert-Lagacé nous rend l'exercice moins fastidieux.

Madeleine Huberdeau

LOUISE LAMBERT-LAGACÉ, DIÉTÉTISTE
LE DÉFI
ALIMENTAIRE DE
LA FEMME

PRÉSERVER SON CAPITAL SANTÉ
EN RETROUVANT LE PLAISIR DE MANGER



LES ÉDITIONS DE L'HOMME

CES MAISONS QUI NOUS ÉTOUFFENT (Gilles Parent)

L'air domestique vicié? Allons donc! Pourtant, les chercheurs commencent à établir un lien entre certaines malaises et l'air qu'on respire dans les maisons. Les coupables: les moisissures. Gilles Parent fera la lumière sur la pollution domestique, un problème qui commence à susciter l'attention des chercheurs et, bien sûr, l'intérêt des consommateurs.

PLEINS FEUX SUR LES EXPORTATIONS (Raynald Pepin)

Raynald Pepin poursuit son exploration du réseau hydroélectrique du Québec et s'attarde plus particulièrement aux exportations d'électricité. Pourquoi faut-il exporter l'électricité alors qu'on en manque? Pourquoi les Américains paient-ils l'électricité qu'on leur vend, moins cher que nous? Un article éclairant sur un sujet des plus importants.

RETOUR DANS L'ESPACE (Françoise Côté)

L'activité spatiale canadienne va bon train. De fait, le retour de la NASA dans l'espace, en septembre dernier, marque la rentrée des Canadiens en orbite. Françoise Côté rendra compte des préparatifs entourant le deuxième vol d'un Canadien, le Dr Steve MacLean, du dynamisme de l'équipe de six astronautes, ainsi que de l'ampleur des recherches actuelles et projetées.



en français! le livre sur le Wordperfect 5



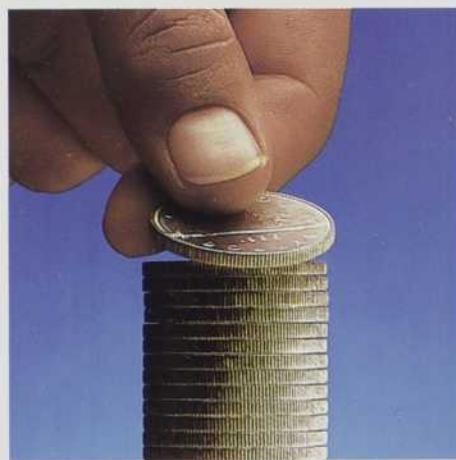
Traduit du best-seller américain «Mastering Wordperfect 5», ce livre de plus de 800 pages est le guide complet destiné à tous les utilisateurs de Wordperfect 5 qui désirent maîtriser totalement les multiples fonctions de ce logiciel de traitement de texte.

Éditions Sybex, 49,95\$

Diffusion: DIFFULIVRE INC.
2973, rue Sartelon, St-Laurent (Qué.) H4R 1E6



Au total, 2 milliards injectés chaque année dans notre économie



Hydro-Québec, une des plus importantes sociétés de services publics du monde, injecte chaque année plus de 2 milliards de dollars au Québec. Grâce à ses achats de biens et de services, elle soutient annuellement plus de 55 000 emplois directs et indirects. Elle contribue ainsi largement à notre prospérité. Hydro-Québec est également un moteur de notre

développement. Avec ses tarifs, parmi les plus bas en Amérique du Nord, elle attire chez nous de nouvelles entreprises, et donne à celles qui y sont déjà un avantage important vis-à-vis des concurrents étrangers. Dynamisme industriel et technologies nouvelles: une autre façon pour Hydro-Québec de contribuer à notre qualité de vie.

L'ÉLECTRIFICITÉ






Autrefois
accéder au savoir
était un privilège...

Autrefois, accéder au savoir était un privilège... Mais le temps où l'on osait à peine rêver de poursuivre des études post-secondaires est révolu.

Certes, la passion de connaître, le désir de réussir et de contribuer à l'essor de la société sont aussi grands. Ce qui a changé, c'est qu'il suffit aujourd'hui, dans les collèges et les universités du Québec, de vouloir s'instruire et de réussir pour assurer son avenir.

Pour plus d'information, veuillez communiquer avec les centres de renseignements du Ministère:
Québec: (418) 643-6788 Montréal: (514) 873-8066

 Gouvernement du Québec
Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Science



Aujourd'hui,
dans les collèges
et universités du Québec,
il suffit de vouloir
s'instruire et de réussir
pour assurer son avenir.

Aujourd'hui, tous ceux et celles qui le désirent et sont aptes à le faire, peuvent bénéficier d'un enseignement collégial et universitaire de qualité, offrant des programmes accessibles et diversifiés.

Le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science fait des efforts constants pour accorder son action avec le rythme du progrès et pour promouvoir le développement de la recherche et de la science. Dans un souci de maintenir un lien productif entre le milieu de l'enseignement et la société québécoise, le Ministère met en oeuvre les moyens permettant d'offrir:

- un enseignement collégial ouvert sur l'université ou sur le marché du travail avec ses 44 collèges et ses 12 centres spécialisés dans les secteurs-clés de l'industrie;
- un enseignement universitaire qui contribue de façon dynamique à l'évolution du Québec grâce à ses 7 universités et ses centres de recherche universitaire;
- un programme d'aide financière pour ceux et celles qui n'ont pas les ressources nécessaires.

**Un avenir prometteur vous attend...
Sachez oser!**

Québec 