

2,95 \$

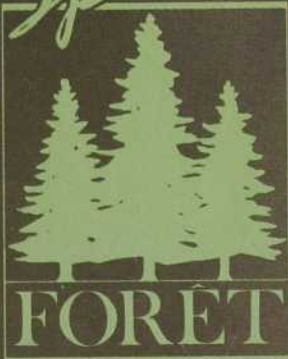
Volume 25, numéro 9

MAI 1987

QUÉBEC SCIENCE

LE MAGAZINE SANS FRONTIÈRES

Spécial



LES RACINES DU MAL

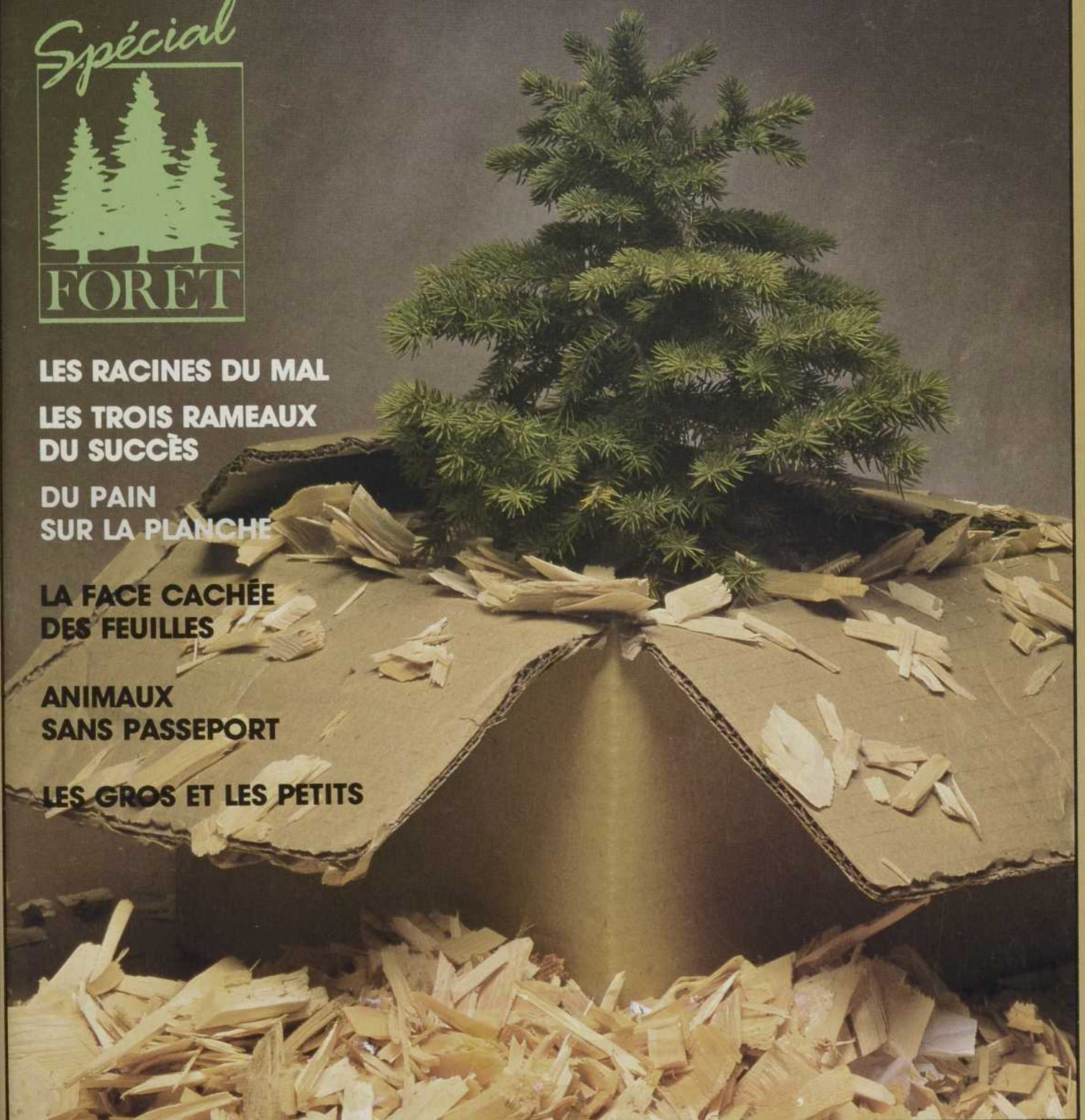
**LES TROIS RAMEAUX
DU SUCCÈS**

**DU PAIN
SUR LA PLANCHE**

**LA FACE CACHÉE
DES FEUILLES**

**ANIMAUX
SANS PASSEPORT**

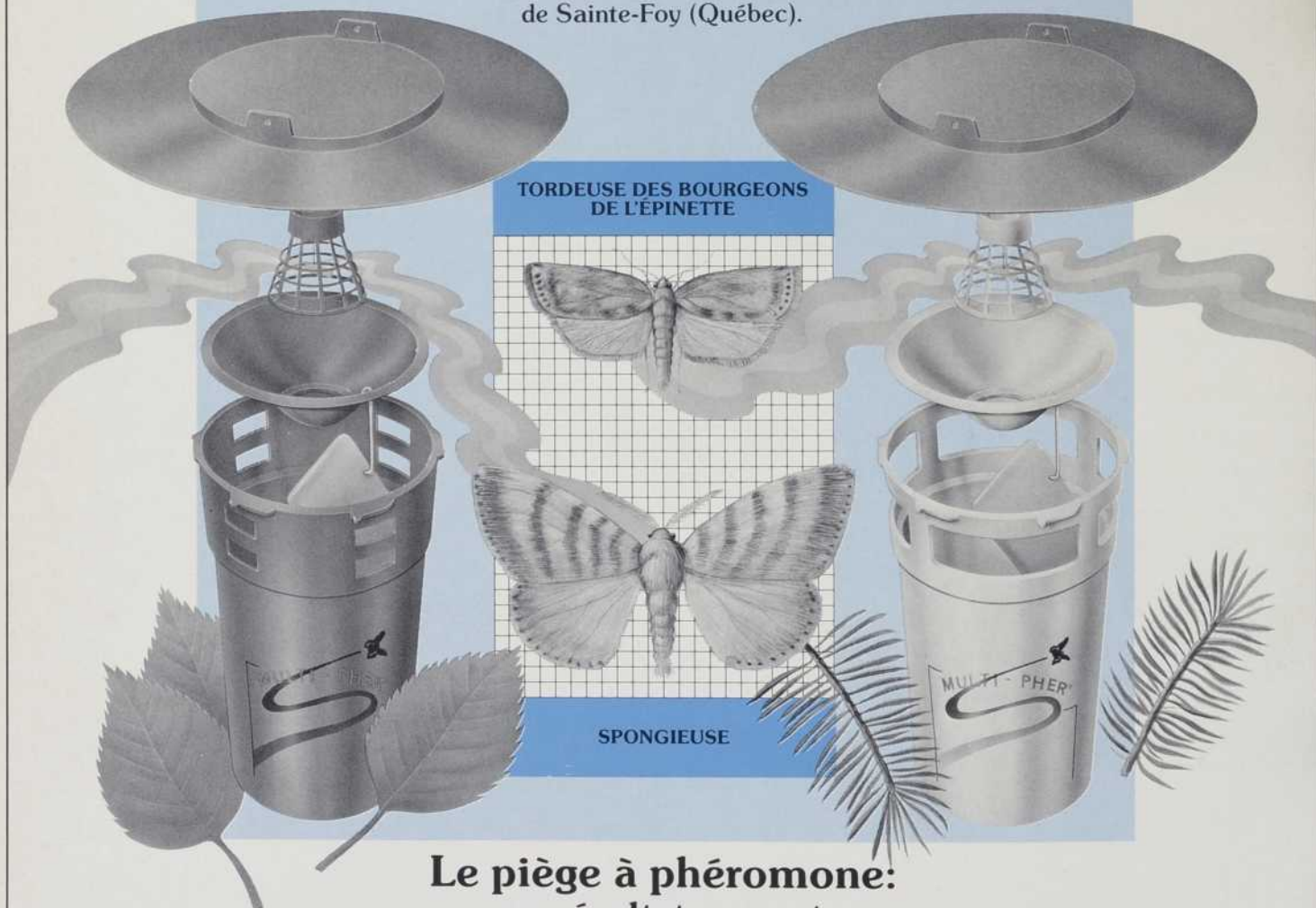
LES GROS ET LES PETITS



UNE BONNE IDÉE DANS L'AIR

Détecter la présence d'insectes nuisibles,
mesurer les changements de populations et
prédire parfois plusieurs années à l'avance l'apparition
d'une nouvelle infestation, voilà l'originalité et le potentiel du piège
à phéromone Multi-Pher.[®]

Maintenant en usage au Québec, au Canada et aux États-Unis,
ce piège à phéromone a été mis au point au
Centre de foresterie des Laurentides
de Sainte-Foy (Québec).



**Le piège à phéromone:
un résultat concret
de la recherche
scientifique.**

 Gouvernement
du Canada
Service
canadien des
forêts

Government
of Canada
Canadian
Forestry
Service

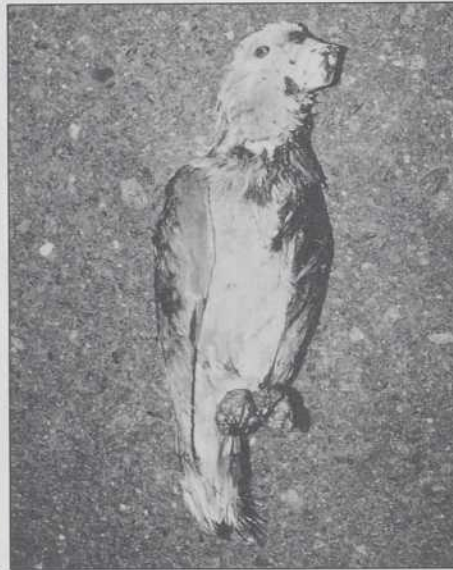
Canada



Page 20



Page 26



Page 36

ENQUÊTES / REPORTAGES

SPÉCIAL FORÊT

Les racines du mal

Gilles Drouin

À la recherche
des causes réelles
de l'étiollement de nos forêts

16

Les trois rameaux du succès

Gilles Drouin

Le meilleur gage de réussite de l'industrie canadienne
des pâtes et papiers: une collaboration étroite entre
gouvernement, industrie et recherche

20

Du pain sur la planche

Gilles Parent

Le nouveau plan de reboisement est en marche.
Suffira-t-il à revigorer
la forêt québécoise?

26

La face cachée des feuilles

Ève-Lucie Bourque

La microscopie
nous permet de mieux saisir
l'évolution des structures végétales

32

Animaux sans passeport

Benoît Chapdelaine

Le commerce international et la contrebande
font payer un lourd tribut
aux espèces exotiques

36

Les gros et les petits

François Goulet

Foresterie, pêche, mines, agriculture: la recherche
en biotechnologie est devenue une question de survie
pour le secteur primaire canadien

40

ACTUALITÉS

Spécial AAAS

La leçon de Tchernobyl / Les bijoux de
la prison / Thérapies génétiques: l'attente **7-10**

Physique: supercollision au Québec **11**

Archéologie: l'hiver à la rescousse **47**

Thrombopénie: des plaquettes salutaires **48**

Migraines: un nouveau traitement **49**

CHRONIQUES

Post-scriptum Le mot du rédacteur en chef **5**

Infopuce L'informatique à votre portée **14**

Boîte à livres Nous avons lu pour vous **54**

Cinésience La science à l'écran **55**

En vrac Les p'tits mots de la fin **56**

Mois prochain **57**

Courrier **58**

N

NOUVEAUTÉS

aux PRESSES de l'UNIVERSITÉ du QUÉBEC

ANIMATION ET CULTURE EN MOUVEMENT

Fin ou début d'une époque?

41 collaborateurs, sous la direction de Paul R. BÉLANGER, Benoît LÉVESQUE, Réjean MATHIEU, Franklin MIDY
1987, 316 pages, 22 \$



Animation et culture en mouvement témoigne d'une *nouvelle sensibilité sociale* qui semble révéler l'émergence d'un nouveau rapport à soi et au pouvoir, à la vie et au temps. Il témoigne également d'un renouveau des *pratiques d'intervention sociale* qui paraissent prendre leurs distances à l'égard de l'État et du Pouvoir et accorder pleine attention à la vie privée et au quotidien.

Ce recueil de textes aidera à éclairer et à nourrir le débat sur les changements en cours dans la société québécoise.

NOS FAÇONS DE PARLER:

les prononciations en français québécois

Denis DUMAS

1987, 174 pages, 16 \$

Enfin un ouvrage de vulgarisation sur la prononciation du français québécois!

Sans symboles phonétiques, sans jargon linguistique, ce livre s'adresse avant tout aux non-spécialistes et, surtout, constitue une excellente introduction à la linguistique, stylistique et phonétique comprises.

L'auteur y décrit la structure actuelle du parler québécois en traçant l'origine historique, les variations géolinguistiques de même que les valeurs sociales associées aux diverses prononciations. Le procédé de translittération utilisé permet au lecteur non familier avec l'alphabet phonétique international (API) de saisir toutes les variantes recensées dans cet ouvrage.

LE CHOC DE L'INFORMATIQUE

les répercussions psychosociales et le rôle des attitudes

Serge GUIMOND et Guy BÉGIN

1987, 100 pages, 10 \$

La révolution informatique est constituée d'un ensemble d'innovations technologiques dont les applications diversifiées pénètrent de plus en plus nos vies, que ce soit à l'école, au travail ou à la maison. **Ces transformations entraînent-elles des conséquences favorables ou néfastes pour les individus et la société? S'agit-il d'une nouvelle libération ou d'un nouvel esclavage? Quel accueil la population réserve-t-elle aux innovations technologiques?**

La présente monographie trace un portrait des connaissances actuelles permettant d'évaluer les répercussions psychosociales de l'informatique sur le milieu scolaire, sur le milieu du travail et sur le milieu familial.

LES INSTITUTIONS ADMINISTRATIVES

LOCALES AU QUÉBEC: structures et fonctions

J. Robert GRAVEL

1987, 110 pages, 12 \$

Cet ouvrage présente l'ensemble des institutions administratives ayant un impact par leurs activités soit au niveau local, soit au niveau régional. C'est dans une perspective pratique que le lecteur y retrouvera une description des structures et des fonctions de ces institutions ainsi que leur affiliation aux organismes et aux ministères gouvernementaux concernés. L'auteur s'attarde particulièrement aux trois secteurs décentralisés que sont les affaires municipales, les affaires socio-sanitaires et les affaires éducationnelles. L'ouvrage présente une image globale des institutions administratives publiques de premier niveau.

En vente chez votre LIBRAIRE ou chez l'éditeur, en postant ce coupon :

Veillez m'expédier :

	Prix	Quantité	Total
P 00 0255 • ANIMATION ET CULTURE EN MOUVEMENT	22 \$	_____	_____ \$
P 00 0273 • NOS FAÇONS DE PARLER	16 \$	_____	_____ \$
P 17 0005 • LE CHOC DE L'INFORMATIQUE	10 \$	_____	_____ \$
P 00 0261 • LES INSTITUTIONS ADMINISTRATIVES LOCALES AU QUÉBEC	12 \$	_____	_____ \$
		Total	_____ \$

Chèque Mandat postal
 Mastercard Visa n° _____

Date d'expiration _____ Signature _____

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____

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

Le magazine
QUÉBEC SCIENCE

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

DIRECTION

Jacki Dallaire, directeur

RÉDACTION

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

PRODUCTION

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

PUBLICITÉ

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

COMMERCIALISATION

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



Presses de l'Université du Québec
Québec Science

Abonnements

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

Voir le coupon d'abonnement à la fin du magazine

QUÉBEC SCIENCE, mensuel à but non lucratif, est publié par les Presses de l'Université du Québec. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont dus à la rédaction.

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

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

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

Membre de:



CPPA

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

Post-scriptum

LE MOT DU RÉDACTEUR EN CHEF

Le Canada semble prêt à l'action, les États-Unis pour leur part sont encore au stade des recherches. On investira au cours des prochaines années quelques milliards de dollars pour la recherche sur la pollution atmosphérique. Selon notre confrère Gilles Drouin, le problème du dépérissement des forêts n'est pas nouveau. Nous devons travailler, et ce, le plus rapidement possible, à la base même de ce dépérissement, soit les émissions polluantes.

Faisant suite à cette recherche, notre confrère est allé voir ce qui se passait au niveau des pâtes et papiers au Québec. L'avantage que nous avons des forêts grandes et inépuisables est en train de s'effriter. Les compagnies de pâtes et papiers se tournent actuellement vers une technologie de fine pointe. Les grandes coupes à blanc des compagnies forestières sont maintenant chose du passé. Le reboisement est une priorité pour ces compagnies, elles en sont conscientes, c'est une question de survie pour elles et pour l'industrie.



Pour terminer notre spécial forêt, Gilles Parent tente de répondre à quelques-unes de nos questions. Qu'arrive-t-il lorsque le couvert végétal forestier disparaît? Les coupes écologiques peuvent-elles permettre un reboisement naturel?

Grâce à la microscopie optique, la face cachée des feuilles, leur architecture intime nous est dévoilée par Ève-Lucie Bourque. Dans cet essai photographique, nous vous proposons d'explorer la diversité des aiguilles de pin, des feuilles d'érable et des fougères.

Saviez-vous que depuis longtemps déjà le roi et maître absolu de la jungle n'est plus le lion, mais l'être humain. Benoît Chapdelaine, dans son reportage sur l'utilisation et le commerce des animaux exotiques nous le montre bien.

François Goulet est allé visiter à Saskatoon l'Institut de biotechnologie des plantes. Par la suite, la visite de trois plus petites entreprises de biotechnologie est relatée, soit Helix, Giant Bay Biotech et Allelix. Nous ferons la connaissance dans cet article du gène préféré des chercheurs du PBI soit le BT. Le BT est un champignon qui produit une toxine contre les lépidoptères, la tordeuse du bourgeon de l'épinette, notamment. Ainsi, les sapins produiraient eux-mêmes leur propre protection. Plus besoin d'arrosage d'insecticide!

Nous tenons à remercier M. Jean-Pierre Rogel, rédacteur en chef du magazine Québec Science pendant près de huit ans, pour son travail et l'effort continu qu'il a fourni pour le magazine Québec Science.

Directeur général



LE GROUPE
SGF

NOMINATION



Robert Tessier

Monsieur Yvon Marcoux, président du Conseil, président et chef de la direction de la Société générale de financement du Québec, est heureux d'annoncer la nomination de monsieur Robert Tessier au poste de vice-président exécutif.

Diplômé en sociologie de l'Université de Montréal, M. Tessier a d'abord été secrétaire général puis vice-président de l'Université du Québec. Il a ensuite fait carrière dans la fonction publique du Québec où il a notamment occupé les fonctions de secrétaire du Conseil du Trésor et de sous-ministre au ministère de l'Énergie et des Ressources.

La Société générale de financement du Québec est une importante société de gestion et de développement de projets industriels dans des secteurs stratégiques de l'économie québécoise.



COLLÈGE DE MAISONNEUVE COURS À L'ÉTRANGER

L'ESPAGNOL en ESPAGNE
À CUENCA, MADRID ET
SALAMANCA
en juillet et août 1987

COURS: espagnol élémentaire, intermédiaire, avancé, littérature et civilisation espagnoles.

Logement en résidences universitaires.

L'ANGLAIS en ANGLETERRE
À BOURNEMOUTH, HASTINGS
ET LONDRES
4 semaines en mai, juin, juillet
et août 1987

COURS: anglais élémentaire, intermédiaire et avancé.

Logement en famille, résidence ou hôtel.

DEMANDEZ NOTRE DÉPLIANT

Collège de Maisonneuve
3800 rue Sherbrooke est
Montréal, Québec
H1X 2A2
Tél.: (514) 254-7131,
poste 146.

Région de Québec
(418) 628-8821

Tous les services
techniques non
pédagogiques sont
assurés par l'agence
Avec International,
détentrice d'un
permis du Québec.

L'ÉDUCATION DES ADULTES
AU CÉGEP



je m'inscris!

De notre envoyé spécial à Chicago, JEAN-PIERRE ROGEL

Spécial
AAAS

Du 14 au 18 février dernier, plus de 3 400 scientifiques sont venus des quatre coins de l'Amérique du Nord pour se rencontrer à Chicago et discuter de leurs travaux les plus récents. Comme chaque année, les sujets à résonance politique ont pris la vedette.

C'est ainsi qu'on a beaucoup parlé de la guerre des étoiles: une majorité grandissante de chercheurs s'y oppose, et ce congrès de l'American Association for the Advancement of Science («triple A,S», comme disent les chercheurs) leur a donné l'occasion de s'exprimer à ce sujet.

On a aussi discuté de l'avenir de la NASA, des nouvelles frontières en neurobiologie, de thérapies génétiques, des leçons de Tchernobyl, d'intelligence artificielle. Comme chaque année, les 450 journalistes qui assistent à ce forum de haut calibre ont l'embaras du choix. Ce que nous vous présentons ici n'est donc qu'un aperçu des débats, et nous aurons bien entendu l'occasion de nous faire l'écho des travaux les plus récents présentés à Chicago dans nos dossiers réguliers, tout au long de l'année.

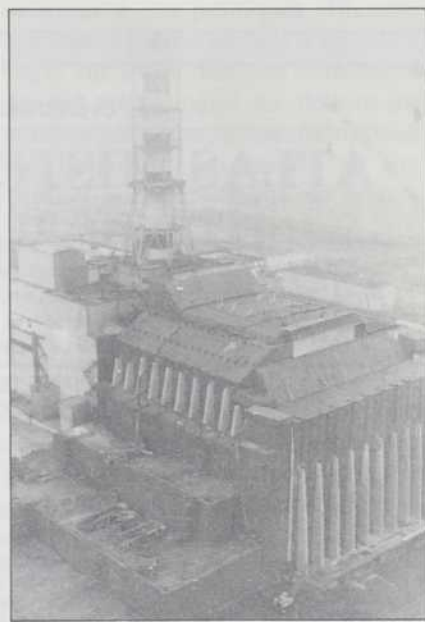
LA LEÇON DE TCHERNOBYL

L'accident de Tchernobyl démontre la nécessité d'une collaboration internationale pour prévenir de telles catastrophes nucléaires, mais aussi pour faire face à leurs conséquences médicales dramatiques. Telle est la principale conclusion qui se dégage d'un colloque sur ce sujet, tenu à l'AAAS, en présence d'experts qui ont suivi les événements de très près.

L'un d'eux est le médecin américain Robert Gale, un spécialiste des greffes de moelle osseuse, qui s'est rendu sur place, en URSS, à de nombreuses reprises depuis l'accident du 26 avril 1986. En tant que seul expert médical occidental autorisé à collaborer avec les Soviétiques, le docteur Gale possède une expérience unique.

Son évaluation médicale, tout d'abord, frappe par son ampleur et

son pessimisme: «Sur la base de trois études indépendantes, nous pouvons aujourd'hui estimer que le nombre de cancers supplémentaires dus à Tchernobyl sera de 5 000 à 150 000 d'ici 50 ans, et que la moitié des personnes affectées en mourront d'ici cette date», a-t-il affirmé à la presse, à Chicago. «Nous pouvons faire un bon suivi médical des victimes, mais nous ne disposons pas de moyens de guérir la majorité d'entre elles», a expliqué le médecin californien. Il a précisé que les deux tiers de ces cancers apparaîtront dans les pays européens voisins de l'Union soviétique, compte tenu des *patterns* de retombées radioactives observés. Un expert suédois présent à la conférence, Ingemar Lindahl, a reconnu que ces estimations porteraient les Européens à réclamer de l'URSS la mise en place d'un «réseau d'alerte



Zoufarov, TASS

Le réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl est maintenant coffré dans un «sarcophage» spécial.

avancée pour les accidents nucléaires», comme l'a d'ailleurs proposé récemment M. Gorbatchev lui-même.

Le docteur Gale était tout juste de retour d'un voyage à Tchernobyl et a décrit ce qu'il a vu. Bien que la pro-

duction d'énergie nucléaire ait repris à la centrale, sur deux réacteurs, la région à 30 kilomètres à la ronde est toujours interdite à la circulation; les villages sont déserts, couverts d'une épaisse couche de neige. Deux villages provisoires ont été construits pour les travailleurs, juste à la périphérie de ce cercle interdit, et des ouvriers spécialisés viennent de Kiev ou de Moscou pour travailler quelques semaines, sous un contrôle médical très strict. Le travail a repris à la centrale, alors que le cœur du réacteur défoncé est encore chaud et dégage des vapeurs radioactives, filtrées avec beaucoup de soin. Des 500 personnes qui ont dû être hospitalisées, 31 sont mortes (dont 11 des 13 qui ont reçu une greffe de moelle osseuse, que le docteur Gale n'a pu sauver), 6 sont encore hospitalisées et les autres ont pu sortir de l'hôpital, tout en restant bien entendu, sous surveillance médicale stricte.

Près de 200 000 Ukrainiens de la région de Tchernobyl sont suivis par les médecins. On pratique couramment des injections d'hormones thyroïdiennes aux enfants, afin de les aider à lutter contre les effets des radiations. Des centaines de milliers de kits de prise de sang ainsi que du matériel spécialisé ont d'ailleurs été acheminés par les soins du docteur Gale. Ce sont des entreprises américaines qui en ont fait don aux Soviétiques. Le milliardaire américain Armand Hammer, président de l'Occidental Petroleum Corporation, qui fait des affaires avec les Soviétiques depuis plus de 40 ans et a de solides appuis en URSS, a joué un rôle capital dans cette collaboration spontanée. Celle-ci s'est établie entre personnes, puisque les Soviétiques ont refusé les offres d'aide officielles et gouvernementales. La fondation Hammer paye tous les frais du docteur Gale, qui se rend très régu-

lièrement à Moscou et à Kiev pour conseiller ses collègues russes et ukrainiens.

Robert Gale espère que de nouvelles collaborations scientifiques vont sortir de l'expérience de Tchernobyl. Après avoir examiné personnellement plus de 200 victimes, visité le site du désastre à sept reprises — dont la première fois le 2 mai, à peine six jours après l'accident — et discuté avec les experts, il lance toutefois un avertissement: «Toutes nos ressources ne nous permettent même pas de faire face aux conséquences médicales de cet accident nucléaire qui a libéré une bouffée modeste de radiations: cela devrait suffire à nous faire abandonner l'idée qu'il pourrait y avoir une réponse médicale adéquate en cas de guerre nucléaire.» Ce serait peut-être la leçon la plus importante de Tchernobyl, si la peur collective arrivait à nous rapprocher de la paix.

L'événement éditorial de la décennie...

ATLAS HISTORIQUE DU CANADA

Directeur : W.G. Dean Coordonnateurs : J.-P. Wallot, J. Warkentin

• Une œuvre d'art et d'érudition, en trois volumes • Fruit de la collaboration de 240 chercheurs de 28 universités canadiennes • Un ouvrage prestigieux à la fine pointe de la recherche en géographie, archéologie, histoire et autres disciplines • Un ensemble de magnifiques planches accompagnées de textes explicatifs que tous voudront posséder et offrir en cadeau • Un projet généreusement subventionné par le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL SONT FIÈRES D'ANNONCER
LA PUBLICATION DE CET ATLAS ET SA PARUTION
À L'AUTOMNE 1987.

Atlas historique du Canada

Volume I : Des origines à 1800

Le volume I couvre les millénaires durant lesquels les Indiens, les Inuits et les peuples qui les ont précédés occupent le territoire qui forme le Canada d'aujourd'hui; il retrace ensuite l'expansion du commerce et des établissements européens à Terre-Neuve, en Acadie, dans le reste de la Nouvelle-France et dans les régions du nord-ouest.

1987, env. 200 p. (26,5 x 36 cm),
70 planches en couleurs sur deux pages
chacune, tableaux, graphiques,
illustrations, dessins, relié toile sous jaquette

Prix avant publication 85 \$
Prix régulier 95 \$

Le volume II : le XIX^e siècle,
paraîtra possiblement en
1991 et
le volume III : le XX^e siècle
en 1989

L'Atlas sera publié simultanément
en version anglaise par les Presses
de l'Université de Toronto.

Renseignements additionnels
sur demande*

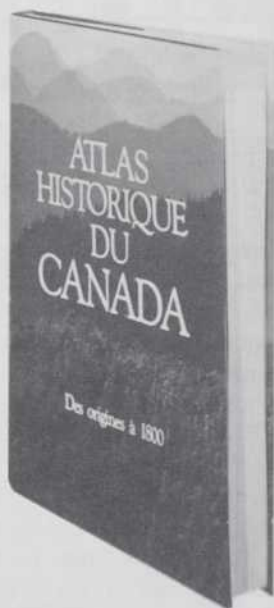
Directeur :
R. Cole Harris
Cartographe
et graphiste :
Geoffrey
J. Matthews

Édition française
Direction : Louise Dechêne
Traduction : Marcel Paré
Présentation : Jean-Pierre Wallot

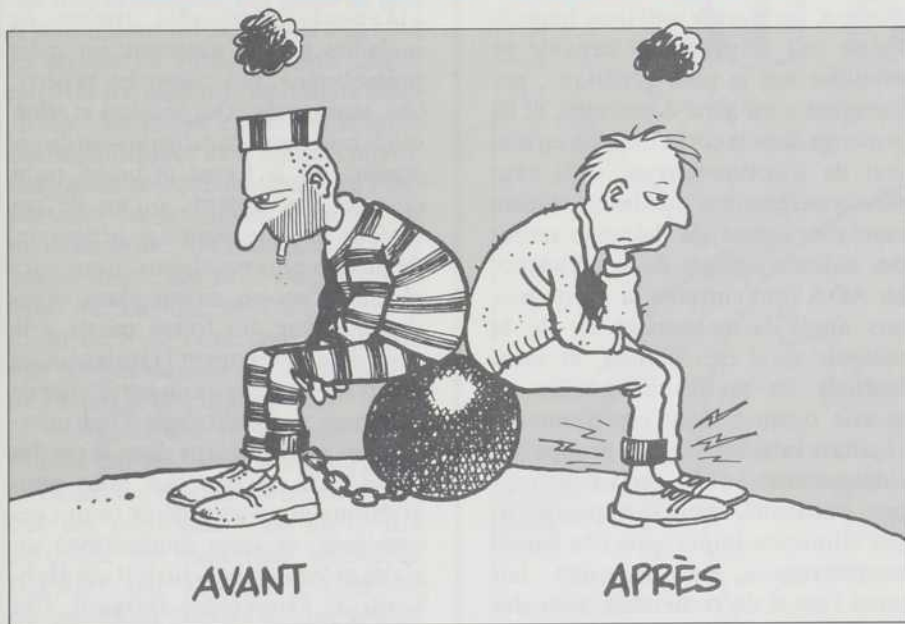


*Les Presses de l'Université de Montréal

2910, bd Édouard-Montpetit, Montréal, QC, Canada H3C 3J7 Tél. : (514) 343-6932/6934



LES BIJOUX DE LA PRISON



Prisons surchargées, coûts astronomiques de l'incarcération... Qu'à cela ne tienne, la technologie arrive à la rescousse! Le dernier gadget à la mode, celui dont les criminologues et les administrateurs de prisons raffolent, c'est le système de surveillance électronique. Ou plutôt, le «bracelet électronique», qui se porte à la cheville ou au poignet.

En fait, il s'agit de dispositifs de surveillance à distance, qui peuvent témoigner en tout temps de la présence ou de l'absence d'une personne en un lieu donné. Ils sont pour l'instant utilisés dans une vingtaine d'États américains, pour des prisonniers en libération conditionnelle ou sous arrêts à domicile. Le principe est simple: un émetteur, logé dans un bracelet entourant la cheville ou le poignet du prisonnier, atteste en tout temps de la présence du porteur du bracelet dans un périmètre donné, où se trouve un appareil de surveillance relié au téléphone de la maison. Toute violation est aussitôt rapportée, par les lignes téléphoniques ordi-

naires, à un ordinateur central qui est en mesure d'alerter un officier de probation ou un gardien de prison responsable du prisonnier.

Le premier programme «d'incarcération électronique» extra-muros a été entrepris il y a deux ans en Floride. Au début de cette année, Annesley Schmidt, du National Institute of Justice, en avait recensé 45, dans 20 États. Bien que seulement 1 000 prisonniers en aient bénéficié pour l'instant, ces systèmes devraient connaître un développement considérable dans les mois à venir. Les raisons de cet engouement semblent évidentes; pour une fraction minime du coût d'une incarcération, ces systèmes de surveillance électroniques permettraient un suivi efficace des sentences et sortiraient des prisons surchargées des condamnés à des peines légères, notamment des jeunes ou des gens accusés d'une première infraction, en attente de leur procès. Si la fiabilité de tels systèmes était démontrée, les juges seraient probablement tentés de recourir plus souvent à l'assignation à résidence ou à

des libérations conditionnelles plus rapides.

Pour David Hunter, le président de BI Incorporated, une firme du Colorado qui fabrique ces «bijoux de prisonniers», le marché de ces systèmes semble très étendu. Présentant ces bracelets d'élégant plastique noir à la presse, M. Hunter évoquait la possibilité de vendre de tels dispositifs de surveillance pour contrôler les allées et venues des vieillards qui ont tendance à s'égarer hors des maisons de retraite, ou encore des malades psychiatriques. Joseph Vaughn, un criminologue de l'Université Sam Houston du Texas, tentait toutefois de tempérer cet enthousiasme. Il soulignait que nombre de questions légales et sociales devraient être examinées avant qu'on songe à étendre ce type de contrôle: «Ceci n'est, de toute évidence, qu'une solution partielle à la surpopulation des prisons et ne devrait pas être un substitut à des politiques efficaces. Par ailleurs, nous devons nous interroger sur les utilisations éventuelles de ces technologies en dehors du système judiciaire, si nous ne voulons pas finir dans une société où Big Brother surveille chacun de nous.»

DIEU, LA SCIENCE ET LES ÉTUDIANTS

Un sondage de l'Université Northern Illinois confirme que la proportion d'étudiants américains qui ont des croyances religieuses profondes a augmenté ces dernières années. Entre 1978 et 1985, elle est passée de 14% du total à 20%, selon ce sondage. Les chercheurs ont en outre observé une influence de ces croyances religieuses sur les opinions des étudiants face à la science et à la technologie. Les étudiants croyants sont, en règle générale, plus critiques envers la science que leurs collègues athées, mais ne sont pas toujours mieux informés à ce sujet. Ils ont aussi tendance à dévaloriser les métiers à forte formation scientifique.

THÉRAPIES GÉNÉTIQUES

L'ATTENTE

Il y a trois ans, c'était l'enthousiasme; aujourd'hui, c'est la prudence: les spécialistes de la recherche sur les thérapies génétiques admettent que la perspective de traiter rapidement plusieurs maladies génétiques graves chez l'homme n'est ni réaliste, ni peut-être souhaitable. Pour le moment, ils raffinent leurs protocoles d'expérience sur des animaux et présentent leurs travaux aux multiples comités d'éthique qui ont fleuri ces dernières années.

En soi, le désir de soigner, par un traitement génétique approprié, des malades atteints de maladies héréditaires graves n'est pas contestable. Mais la science n'est peut-être pas encore assez avancée pour garantir que ces thérapies puissent se faire dans de bonnes conditions pour les malades. Pour l'instant, on se contente d'ailleurs d'explorer les possibilités de chirurgies correctrices pour des maladies qui affectent la moelle

osseuse, car c'est le seul tissu humain qu'on soit actuellement capable de modifier sur le plan génétique, par insertion d'un gène correcteur, et de remettre dans le corps humain en bon état de fonctionnement. Cela veut dire concrètement que les «premiers candidats» pour ces thérapies seront des enfants atteints de la déficience en ADA (qui entraîne la mort deux ans après la naissance) ou de la maladie de Leish-Neihan, et pour lesquels les greffes habituelles de moelle osseuse n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Le groupe des thalassémies, dont certaines frappent particulièrement quelques groupes ethniques importants (du bassin méditerranéen, par exemple), fait aussi l'objet de recherches pour des applications de chirurgie génétique.

Mais, selon French Anderson du National Institute of Health, «les protocoles d'expérience sur les animaux ne sont pas encore au point».

Son laboratoire en a testé un il y a quelques mois sur des singes, sans résultats convaincants.

Pendant ce temps, le débat éthique bat son plein. Qui pourra bénéficier de ces thérapies génétiques? «D'abord les malades atteints de maladies graves, amenant une mort prématurée», répondent les experts. Oui, mais après? Qui décidera et selon quels critères? Travaillera-t-on directement sur le fœtus *in utero*, pour corriger des défauts qu'un de ces fameux tests de dépistage génétique, de plus en plus nombreux, nous aura révélés? Peut-on, en attendant, expérimenter sur des fœtus morts à la suite d'un avortement? Quels sont les droits des parents, et en particulier de la femme, puisqu'il s'agit d'une intervention sur son corps dans le cas des fœtus? «Il est bon que nous nous arrêtons pour considérer toutes ces questions, et leurs implications sociales et légales, concluait Ruth Hubbard, de l'Université Harvard. Car nous n'en savons pas assez pour l'instant et nous risquons de 'jouer avec les gènes' de façon néfaste si nous allons trop vite dans l'expérimentation.»

UNE FONDATION QUÉBÉCOISE
EN ENVIRONNEMENT

Régulièrement, les sondages d'opinion confirment que les Québécois se préoccupent de plus en plus de la qualité de leur environnement. En 1985, le ministère de l'Environnement du Québec a répertorié plus de 800 groupes à mission environnementale au Québec. Portées par cette vague, une centaine de personnalités québécoises se sont regroupées pour jeter les bases d'une Fondation québécoise en environnement. Sous la présidence de l'avocat et animateur bien connu, Louis-Paul Allard, la Fondation aura pour mission de promouvoir la protection et la conservation de la qualité de l'environnement. Cet organisme à but non lucratif organisera des activités d'in-

formation, d'éducation et de recherche. Une campagne de financement est en cours depuis avril dernier. Les fonds recueillis permettront de mettre sur pied un centre de référence, de publier périodiquement un bilan de l'environnement québécois et de subventionner des recherches. Campagnes de vulgarisation auprès de la population et programmes d'éducation en milieu scolaire sont également prévus. La Fondation québécoise en environnement ne sera pas un groupe de pression. Elle cherchera plutôt à faciliter la concertation entre les différents acteurs de la scène environnementale. La nouvelle fondation profitera du mois de mai, dédié à l'environnement, pour mener une



FONDATION
QUÉBÉCOISE
EN
ENVIRONNEMENT

vaste campagne d'information dont le point culminant sera une émission spéciale de trois heures intitulée «Pour l'avenir du monde». Cette production sera diffusée sur les ondes de Radio-Québec, le 24 mai à 18 h 30.

Gilles Drouin

Les États-Unis ont mis en branle la construction du supercollisionneur supraconducteur (SCC). La réalisation de cet énorme instrument de recherche en physique des hautes énergies, qui serait de loin le plus important au monde à sa mise en service en 1996, pourrait coûter environ six milliards de dollars américains. Le projet excite les ardeurs des scientifiques et d'autres convoitises aussi compréhensibles, vu l'importance des retombées économiques qu'il va avoir. Un consortium québécois formé des firmes d'ingénierie SNC et Lavalin veut s'associer à l'État de New York pour soumettre une proposition de site au ministère de l'Énergie des États-Unis.

L'orgueil des Américains a été fouetté par les succès des Européens et l'avance qu'ils ont prise en physique des particules. C'est au Centre européen de recherches nucléaires (CERN), par exemple, qu'ont été débusqués en 1983 les bosons W et Z, médiateurs de l'interaction faible. La découverte de ces particules a été effectuée avec le collisionneur proton-antiproton de 540 GeV (1 GeV, soit un gigaélectron-volt, vaut un milliard d'eV et correspond à peu près à l'énergie reliée à la masse au repos du proton... ou à dix millièmes de milliardième de calorie!). Les Européens prévoient mettre en service au début de 1989 le LEP, un collisionneur électron-positron de 50 GeV comprenant un anneau de collision de 27 kilomètres de circonférence (voir *Québec Science*, juillet 1985). De leur côté, les Américains terminent le SLC (Stanford Linear Collider), un concurrent direct du LEP, qui devrait entrer en service cet été. Selon Hannes Jérémie, physicien à l'Université de Montréal, le SLC pourrait être le premier rejeton d'une nouvelle lignée de collisionneurs. Dans le SLC, les particules produites ne pourront se rencontrer et entrer en collision qu'une seule fois. Le SLC est ainsi beaucoup plus petit que les anneaux de collision traditionnels et coûte donc moins cher. Mais la technologie nécessaire pour concentrer

PHYSIQUE

SUPERCOLLISION AU QUÉBEC



Cette carte montre approximativement le territoire qu'engloberait le SCC s'il était construit autour de Montréal.

le faisceau dans un diamètre d'un micron (nécessaire pour obtenir un nombre suffisant de collisions) n'est pas encore éprouvée.

Le supercollisionneur supraconducteur atteindra un autre ordre de grandeur, en projetant les uns sur les autres des faisceaux de protons d'une énergie de 20 TeV (teraélectrons-volt, soit 1 000 GeV; un proton de 20 TeV va à une vitesse valant 0,999999999 fois celle de la lumière). Ces très hautes énergies offriront de bonnes chances de répondre à des questions théoriques importantes sur l'unification des forces fondamentales, la vraisemblance du modèle de Higgs ou de la supersymétrie, par exemple. Des particules et des phénomènes physiques nouveaux devraient apparaître.

Le supercollisionneur comprendra un immense synchrotron de 83 kilomètres de circonférence, installé dans un tunnel foré dans le roc à au moins 6 mètres de profondeur, pour protéger le système contre les variations de température et les vibrations mécaniques. Le tunnel, d'un diamètre d'environ 3 mètres, contiendra, entre autres, deux petits tubes où des faisceaux de protons de 0,2 millimètre de diamètre circuleront en sens inverse jusqu'à des points de collision. Les protons seront guidés par des aimants supraconducteurs refroidis à 4,35 kelvins (-269 °C) par de l'hélium liquide. Les systèmes de réfrigération consommeraient une puissance d'environ 30 mégawatts, ce qui est beaucoup moins que les 4 000 mégawatts (plus que la puis-

sance fournie par la centrale LG-3!) qu'auraient demandés des électroaimants traditionnels en cuivre.

Les 10 000 bobines supraconductrices du supercollisionneur seront composées d'un alliage de titane et de niobium, ce qui a suscité l'intérêt de Soquem et de sa mine Niobec (Soquem étant maintenant partiellement privatisée, Niobec appartient à Cambior, depuis l'été dernier), un des rares gisements de niobium exploités au monde. La quantité de niobium nécessaire correspondrait en effet à une année de production de la mine! Après une étude préliminaire des sites possibles et devant l'ampleur du projet, Soquem a invité SNC à prendre le dossier en main. À l'heure qu'il est un consortium formé de SNC, Lavalin et de l'Institute of Particle Physics de l'Université Mc-

Gill tente ainsi de promouvoir pour le collisionneur un site situé à cheval sur la frontière séparant le Québec de l'État de New York et respectant les critères géologiques de stabilité. Selon Martin Poirier, vice-président au financement de projets de SNC, les gouvernements québécois et fédéral appuient le projet (moralement pour le moment), et l'État de New York est fortement intéressé: la participation du Canada internationaliserait le projet et les coûts réduits de l'électricité constitueraient un avantage intéressant. L'État de New York n'est en effet pas seul en lice, une vingtaine d'États américains ayant déjà manifesté de l'intérêt pour le projet. «La compétition va être féroce», constate Martin Poirier.

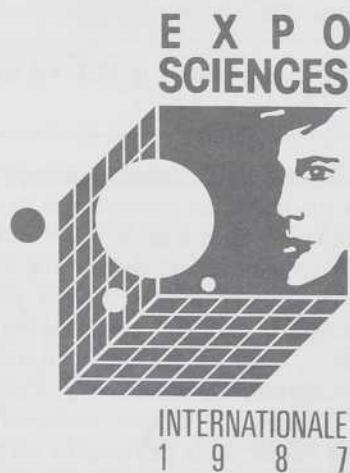
Le mois dernier, le gouvernement américain sollicitait officiellement les

soumissions de sites. Les propositions devront être remises en septembre et un comité de scientifiques et d'ingénieurs effectuera une sélection préalable de cinq sites avant l'automne 1988. Le choix final appartiendra au ministère de l'Énergie et à la Maison blanche, et devrait être connu au début de 1989.

L'enjeu est d'importance: le projet créerait 4 000 emplois durant la construction et 3 000 emplois permanents par la suite. Les coûts d'exploitation du collisionneur, incluant les salaires et l'électricité, dépasseront 250 millions de dollars US par année. Le prix à payer pour connaître plus intimement la matière est élevé... mais tout de même moins que celui de la guerre des étoiles du président Reagan.

Raynald Pepin

CET ÉTÉ À QUÉBEC



Fort d'une expérience d'une vingtaine d'années dans l'organisation d'expo-sciences, le Québec sera l'hôte d'une première internationale. Une expo-sciences internationale se déroulera sur le campus de l'Université Laval (PEPS) du 10 au 17 juillet prochain. Près de 500 participants de 30 pays y viendront.

Organisé par le Conseil de développement du loisir scientifique, l'événement est déjà assuré d'une importante subvention de 152 000 \$ du gouvernement québécois et de 40 000 \$ du fédéral. «Le financement de l'expo-sciences internationale proviendra à parts égales des gouvernements, de l'entreprise privée et d'un autofinancement», espère Richard Geoffrion, directeur adjoint de l'événement. Hydro-Québec, Bell Canada, Énergie atomique du Canada et l'Université Laval ont déjà accordé leur appui technique et financier à l'événement.

L'expo-sciences internationale sera divisée en deux volets principaux. Du 10 au 13 juillet se tiendra l'exposition proprement dite. Le public pourra alors faire le tour de 250 kiosques étalant le savoir-faire des jeunes scientifiques, de même que celui d'organismes de loisir scientifique et d'entreprises œuvrant en science et technologie. Du 14 au 16



L'expo-sciences de Sherbrooke, en 1986.

juillet, forums, ateliers et activités récréatives permettront aux participants de mettre en commun leurs expériences. «Ces échanges nous permettront éventuellement de mettre sur pied un mouvement international de coopération dans le domaine du loisir scientifique», explique Richard Geoffrion. Dans cette foulée, l'expo-sciences internationale pourrait devenir un événement biennal.

À l'occasion de l'expo-sciences internationale, le Secrétariat à la condition féminine décernera, pour la première fois, le prix Irma Levasseur. Ce prix de 1 000 \$ vise à susciter l'intérêt des étudiantes du secondaire et du collégial pour la science.

Gilles Drouin

AU MENU: DU ZINC ET DE L'OR

Verena Tunnicliffe, de l'Université de Victoria en Colombie-Britannique, s'intéresse à de curieux animaux: ceux qui vivent sur le plancher de l'océan Pacifique au large du Canada et qui entretiennent une relation mystérieuse avec des bactéries primitives et des métaux comme le zinc, le cuivre, le fer et l'or. Ces espèces animales s'acclimatent dans un environnement très spécial, créé par la séparation des plaques tectoniques au fond des océans, au rythme de six centimètres par an. Tandis que des courants d'eau froide descendent par ces failles, ils sont chauffés par le magma volcanique affleurant et donnent naissance à des souffles ascendants chargés de minerais. Ceux-ci se figent en des cheminées tièdes, près desquelles vivent une faune et une flore étranges, qu'étudie précisément le docteur Tunnicliffe. On pense que les riches gisements miniers du Manitoba, de l'Ontario et du Québec ont été formés à la suite d'un phénomène similaire, il y a des centaines de millions d'années, et le docteur Tunnicliffe espère trouver par ses recherches la clé de plusieurs mystères géologiques.

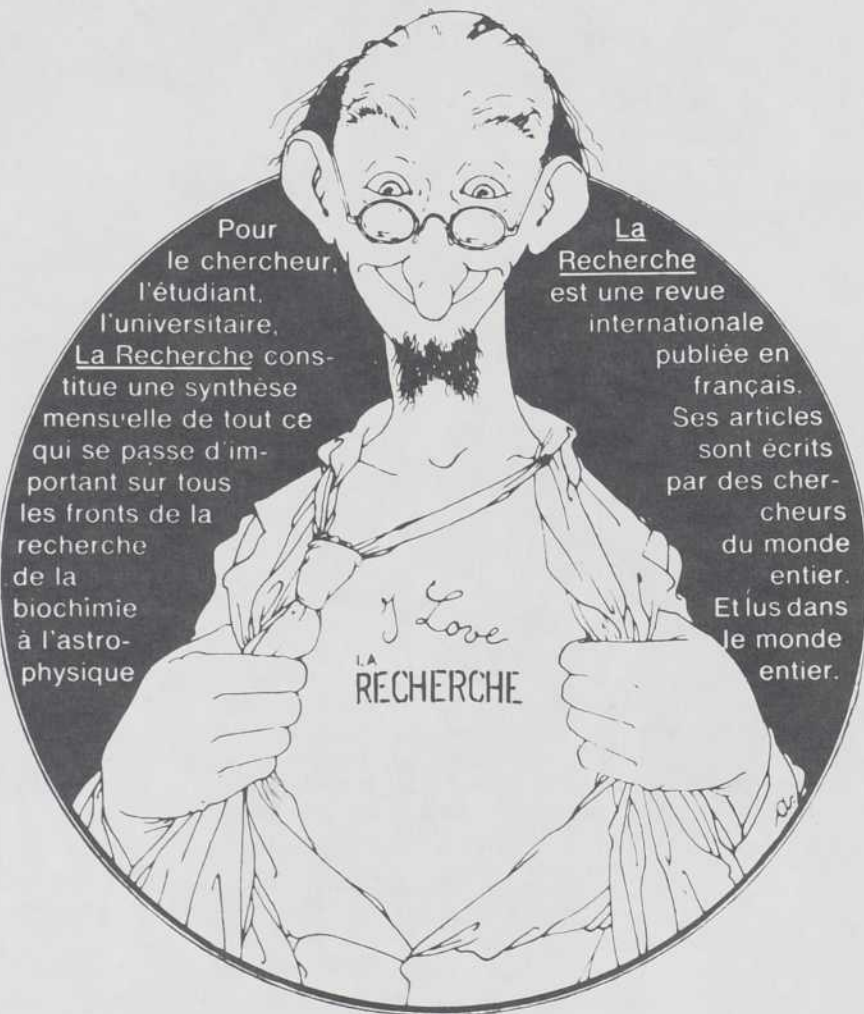
LES LEADERS EN R&D

(D'après *Financial Post*) Voici les dix compagnies ou sociétés de la Couronne du Canada qui ont investi le plus dans la recherche et le développement en 1985.

En millions de \$

1. Entreprises Bell Canada	606,0
2. Énergie atomique du Canada	185,9
3. Pratt & Whitney	120,0
4. IBM Canada	89,0
5. Hydro Ontario	80,0
6. Canada Development	78,8
7. Imperial Oil	77,0
8. Hydro-Québec	74,0
9. Mitel	51,8
10. CAE Industries	49,4

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



Offre spéciale *

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 nos) à la Recherche au tarif de 36 dollars canadiens au lieu de 46,75 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.

ATTENTION, UTILISATEURS DE COMPAQ

Avis aux utilisateurs d'ordinateurs Portable II de Compaq: la compagnie signale que cet ordinateur peut exploser s'il est mal réparé ou s'il est modifié de façon incorrecte. Trois explosions ont eu lieu à l'usine même de Compaq, lors de tests, les autres chez des particuliers. Cette explosion ne peut cependant se produire qu'avec l'un des 8 000 premiers ordinateurs de ce type sortis de l'usine.

VIDÉO NUMÉRIQUE INTERACTIF

La compagnie RCA a fortement impressionné les spécialistes et les journalistes présents à la conférence sur les mémoires mortes sur disque optique (CD-ROM) organisée à la mi-février à Seattle par la compagnie Microsoft. Elle a en effet démontré le potentiel d'une nouvelle technologie qu'elle a mise au point: le vidéo numérique interactif. En se servant d'un bâtonnet de commande, on pouvait se promener à travers les ruines maya de Palenque et voir défiler à l'écran les images de ce qu'on pourrait voir dans la réalité en suivant le même chemin. Pour parvenir à un tel résultat, on a dû transférer sur un disque optique une quantité d'images numérisées correspondant à une heure de film ainsi que les informations permettant de gérer cette banque d'illustrations et des commentaires rattachés à chaque groupe d'images. On peut déjà imaginer bien des applications possibles de cette nouvelle technologie.



RETOMBÉES IMPRÉVUES DE L'INFORMATIQUE



Si on vous demandait ce qui a le plus changé, selon vous, dans les bureaux à la suite de l'introduction des micro-ordinateurs, que répondriez-vous? En fait, d'après la firme de consultants Frost & Sullivan, de New York, ce sont les meubles de bureau. Le nombre d'entreprises qui décident de remplacer les anciens bureaux par des meubles plus modernes adaptés aux micro-ordinateurs et à leurs périphériques est si grand que le marché des meubles de bureau devrait dépasser 10 milliards de dollars par an aux États-Unis d'ici 1990, à un rythme de croissance de 9,5% par an.

MICRO-ÉDITION SUR PC

Xerox vient de lancer un progiciel d'édition (édition électronique de bureau ou micro-édition) destiné aux micro-ordinateurs, le progiciel Ventura. Selon la compagnie, ce logiciel permet aux utilisateurs d'ordinateurs personnels, qui n'ont pas d'expérience de mise en page de fusionner texte et illustrations pour créer des documents de qualité supérieure comme des bulletins, des manuels techniques, des livres et des catalogues, avec le matériel informatique de bureau courant. Il fonctionne sur les ordinateurs Xerox 6065, PC, XT ou AT d'IBM, de même que sur la plupart des compatibles IBM. Pour l'impression, il faut cependant disposer d'une imprimante à laser, la laser 4045 de Xerox, la LaserWriter d'Apple ou la Laserjet de Hewlett-Packard, ou encore d'une photocomposeuse. Prix du progiciel: 1 295\$.

INFO.: Penny Lipsett,
Toronto, (416) 229-3769
André Cotte, CRAPO
Montréal, (514) 383-1726

LE COMMODORE 64 N'EST PAS ABANDONNÉ

Commodore vient de sortir un lecteur de disquettes de 3,5 pouces pour les C-64 et C-128. Sa capacité est de 808 Ko et la vitesse d'accès aux données est trois fois plus rapide que celle de l'ancien modèle à disquettes de 5,25 pouces. Par la même occasion, la compagnie mettait en marché une interface d'extension de mémoire à 256 Ko pour le C-64 et une souris qui peut être utilisée comme telle ou remplacer les bâtons de commande.

NOUVELLES BRÈVES

- IBM a réussi à produire sur une chaîne de montage un nouveau circuit intégré de mémoire de 4 MO. Il est si rapide qu'il peut accéder à n'importe quel bit d'information en moins d'un 65 milliardième de seconde, ce qui est plus rapide que tout autre circuit ayant une moindre densité de mémoire.

- Selon un récent sondage de la revue américaine *Computer + Software News*, seulement 29% des utilisateurs de micro-ordinateurs à la maison disposent d'un modem, contre 70% d'une imprimante et 75% d'un moniteur (les 25% qui restent utilisent leur poste de télévision comme écran).

- Avec les cinq pays qui viennent de s'ajouter à la liste, le nombre de pays accessibles par le réseau de transmission de données canadien Datapac s'établit maintenant à 70. Il s'agit de la Guadeloupe, de la Martinique, de la Malaisie, de la Tunisie et des émirats arabes.

- Les usagers d'affaires de Telecom Canada peuvent maintenant utiliser un réseau unique pour leurs communications de voix, données et images, le Mégaroute Inter-villes, dont la vitesse de transmission est de 1,5 mégabit par seconde. Ce réseau est relié au réseau ACCUNET d'AT&T, aux États-Unis.

François Picard

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

Spécial



FORÊT

La forêt, qui est depuis toujours au centre de l'économie québécoise, a eu la vie dure ces dernières décennies. Le temps est venu de mettre en action des moyens efficaces pour lui refaire une santé et exploiter de manière intelligente cette ressource, en respectant les capacités du territoire forestier.



La défoliation causée par la livree des forêts n'explique que partiellement le phénomène global du dépérissement de nos érables

Spécial



LES RACINES DU MAL

**À la recherche des causes réelles
de l'étiollement de nos forêts**

Insectes, pâturage, champignons parasites, gel, sécheresse, mauvais aménagement des forêts, mauvaises pratiques d'entailage, pluies acides, virus, pollution atmosphérique. La ronde des causes du dépérissement des forêts, tant en Europe qu'en Amérique du Nord, étourdit tout le monde depuis quelques années. Même les scientifiques ne savent plus, parfois, où donner de la tête dans ce baobab de causes en mal d'effets et d'effets en mal de causes.

GILLES DROUIN



La tordeuse n'est qu'un des nombreux fléaux qui frappent régulièrement les forêts.



Les émanations des véhicules automobiles constituent la principale source d'oxydes d'azote qui se transforment en ozone, un gaz nocif pour les feuilles.

Mais au fil des investigations sur le terrain, les Colombos de la forêt soupçonnent de plus en plus la pollution atmosphérique de jouer un rôle prépondérant dans le dépérissement des forêts. «Aucun des facteurs mis en jeu jusqu'ici ne nous permet à lui seul d'expliquer l'ensemble du phénomène du dépérissement. Seule la pollution atmosphérique nous semble un phénomène suffisamment global pour expliquer pourquoi il couvre, pour la première fois dans l'histoire, une aussi grande région et autant d'essences à la fois», explique Léon Carrier, responsable de la division de la recherche en écologie et rendement des forêts au ministère de l'Énergie et des Ressources (MER).

UN RYTHME INQUIÉTANT

Actuellement, le phénomène touche plus durement les érables et, loin de se résorber, il s'accroît à un rythme que l'on peut sans exagérer qualifier d'inquiétant. Des relevés aériens effectués par le MER révèlent qu'en 1986 les dommages étaient considérés comme légers sur 43,6% de la superficie inventoriée, modérés sur 3,7% et élevés sur 0,3% (voir tableau). En 1983, le pourcentage des arbres affectés était de 61,8%, en 1984 il était de 76,4% et en 1985, de 81,8%. Évidemment, tous ces arbres ne mourront pas nécessairement, mais ces statistiques indiquent que de

CLASSIFICATION DES DOMMAGES

Peuplement sain ou peu affecté;
0 à 10% du feuillage manquant

Dommages légers:
11 à 25% du feuillage manquant

Dommages modérés:
26 à 50% du feuillage manquant

Dommages élevés:
51% et plus du feuillage manquant

moins en moins d'érables sont exempts de signes de dépérissement. D'autres mesures montrent que le taux d'accroissement de l'érable à sucre était passé d'une moyenne annuelle de 2,9%, entre 1970 et 1978, à 2,4% pour la période de 1978 à 1985.

Pour l'instant, il est difficile de préciser comment le phénomène évoluera. «Cependant, au rythme actuel, il est fort possible que tous les érables soient affectés d'ici six ou sept ans», écrit M. Carrier dans un document du MER qui fait le point sur le dépérissement des forêts au Québec. «Il est évident que, si la tendance se maintient, nous nous dirigeons vers une catastrophe écologique sans précédent dans notre histoire», affirme-t-il.

ET LES AUTRES?

Pis encore, le dépérissement ne se limite plus aux érablières. Des symptômes du mal ont été repérés sur tous les feuillus du sud du Québec, à l'exception du peuplier et du bouleau blanc. À l'automne 1985, le MER a reçu plusieurs rapports sur le jaunissement généralisé du feuillage des sapins et des épinettes blanches. L'an dernier, la pruche et le pin blanc se sont ajoutés à la liste.

La symptomatologie du dépérissement des érables est maintenant relativement bien connue. Toutefois, plusieurs symptômes peuvent être confondus avec ceux de certaines maladies, ce qui complique particulièrement la recherche. Sans que rien n'y paraisse, la croissance de l'arbre ralentit considérablement pendant plusieurs années avant que les premiers signes extérieurs soient visibles. Les feuilles seront de plus en plus petites et pâles. Elles se coloreront plus tôt l'automne venu. L'arbre perdra graduellement son feuillage en commençant par le pourtour de la cime jusqu'au centre. Souvent, des rameaux adventifs apparaîtront sur le tronc et sur les grosses branches. La cicatrization des entailles sera plus lente. Enfin, en phase terminale, des champignons armillaires envahiront le pied de l'arbre malade et l'écorce se décollera du tronc et des principales branches.

LA PISTE DE L'OZONE

Prouver, hors de tout doute, que la pollution atmosphérique est à l'origine de tous ces maux n'est pas une mince affaire. Les précipitations acides, ça vous dit sûrement quelque chose! La pollution atmosphérique est un phénomène qui englobe beaucoup d'éléments qu'il est difficile de bien isoler dans la complexité d'un écosystème forestier. Ce n'est pas une basse-cour, mais l'œuf et la poule s'y rencontrent souvent! On peut toutefois chercher à isoler un agent en particulier. «Nous savons depuis quelques années seulement qu'il y a des concentrations importantes d'ozone en milieu rural et montagneux, et non plus seulement en ville», souligne Gilles Robitaille, un chercheur du Centre de recherches forestières des Laurentides (CRFL).

L'ozone se forme lorsque se retrouvent en un même endroit des oxydes d'azote, des composés organiques volatiles (méthane et autres composés à base de carbone), de la chaleur et du soleil. Par une journée chaude, un maximum d'ozone se formera entre midi et 15 heures. Les moteurs à combustion interne (votre automobile!) constituent la principale source d'oxydes d'azote, suivis de près par les centrales thermiques. Les produits organiques volatiles proviennent d'industries comme les raffineries de pétrole, mais aussi de

sources naturelles comme les terpènes (ce qui fait qu'un sapin sent le sapin).

L'ozone est très utile dans la haute atmosphère. Il filtre les rayons ultraviolets qui auraient tôt fait de nous rôtir s'ils pouvaient tous atteindre la surface de la Terre. Mais l'ozone qui se forme au niveau des arbres attaque la cuticule (l'enveloppe) des feuilles, c'est-à-dire le siège de la photosynthèse. La feuille endommagée, l'essentiel processus de photosynthèse est ralenti. «Nous pensons qu'une concentration d'ozone, même légèrement supérieure aux normes, peut perturber le cycle nutritif d'un arbre», explique Gilles Robitaille. Un groupe de chercheurs de l'Université Laval a d'ailleurs clairement identifié une carence nutritive chez les arbres atteints.

Par la photosynthèse, les feuilles transforment l'énergie solaire en éléments nutritifs. L'arbre en donne une partie aux champignons mycorhizateurs. En retour, les mycorhizes, fixés au système racinaire de l'arbre, permettent à celui-ci d'assimiler les éléments nutritifs qui circulent dans le sol, entre autres le phosphore et le potassium. Mais voilà! Si l'arbre fournit moins de nourriture aux

Les dommages subis par notre forêt nous ont appris que cette ressource n'était pas inépuisable. À nous de trouver les remèdes pour la soigner.

mycorhizes parce que ses feuilles sont abimées, ceux-ci seront moins efficaces dans leur travail. La menace d'un divorce plane à l'horizon. Pendant ce temps, l'arbre s'affaiblit, ce qui le rend plus vulnérable aux insectes, aux champignons parasites, au période de dégel-gel et aux autres menaces énumérées plus haut.

UNE FORÊT ÉTIOLÉE

«Nous soupçonnons fortement la pollution atmosphérique d'affaiblir l'arbre, de miner son énergie et de provoquer un dépérissement qui pourra conduire à la mort si un seul élément pathogène s'en mêle», explique Gilles Robitaille. La pollution n'est donc pas la cause directe de la mort. Cette hypothèse est d'ailleurs considérée sérieusement tant en Europe qu'aux États-Unis. Il reste à démontrer en détail, noir sur blanc, les mécanismes de ce processus de sape.

«Nous manquons encore de nombreuses données pour comprendre l'impact de la pollution atmosphérique sur les forêts», souligne Léon Carrier. Cette année, les chercheurs du MER, en collaboration avec Environnement Québec, effectueront des mesures des précipitations au-dessus des arbres, à Duchesnay. Le MER mettra aussi sur pied un réseau permanent de 20 petites stations qui recueilleront une série de données sur les écosystèmes forestiers. Pour sa part, le CRFL consacrera ses recherches au cycle nutritif des arbres, afin d'établir des relations entre le taux d'ozone et les carences en potassium et en phosphore. Mais les résultats de ces recherches ne sont pas pour demain. «Il nous faudra au moins cinq ans avant d'achever le tout», souligne Gilles Robitaille.

En attendant, quelques expériences de fertilisation visant à contrer les carences nutritives ont donné des résultats intéressants. Mais il ne s'agira toujours que d'un (coûteux!) cataplasme appliqué à un cancer. La diminution à la source des émissions polluantes représente la seule solution à long terme. Mais c'est déjà une autre histoire. □



René Paquet / CRFL

Spécial

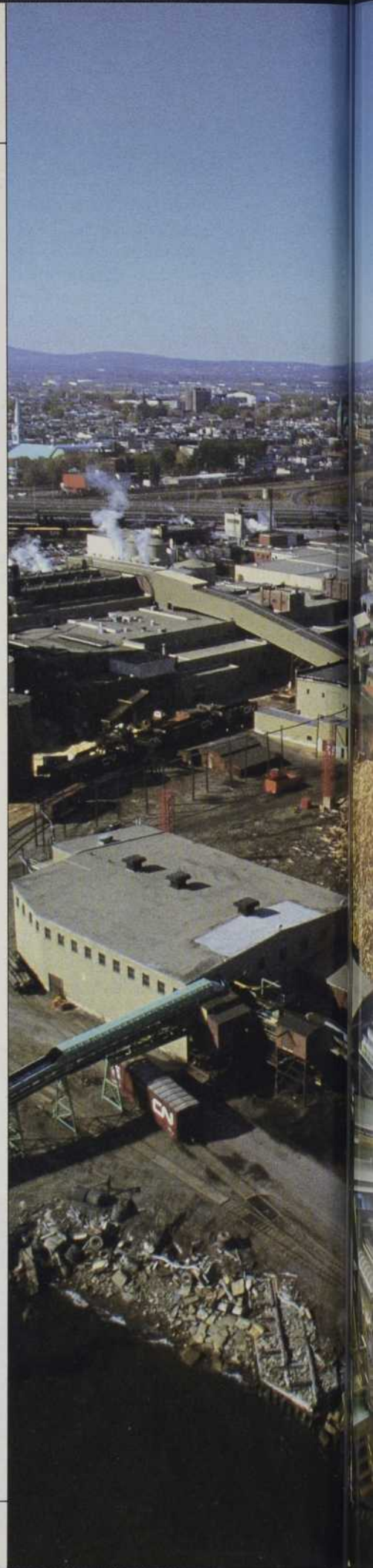


LES TROIS RAMEAUX DU SUCCÈS

**Le meilleur gage de réussite
de l'industrie canadienne des pâtes et papiers:
une collaboration étroite entre gouvernement,
industrie et recherche**

Laval. Un plat bâtiment semblable à des dizaines d'autres, dans un parc industriel comme on en voit partout au Québec. Dans la cour, deux farriers attendent un chargement. Hymac, peut-on lire au-dessus de l'entrée. Fondée en 1906, la compagnie se spécialisait à l'époque dans la machinerie hydraulique. Au cours des trois dernières années, le nombre de ses employés a doublé. Non, Hymac ne fait pas dans l'informatique ou la micro-électronique.

GILLES DROUIN





Les usines de pâtes et papiers marquent le paysage québécois. Même si le procédé de fabrication est resté à peu près le même, les techniques et la machinerie ne cessent d'évoluer.

Paul E. Lambert

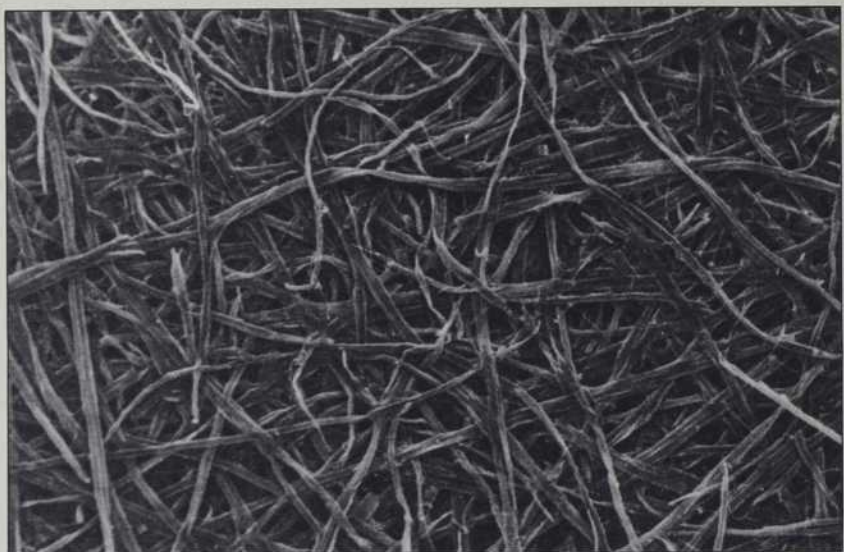
C'est en 1967 que cette firme a pris un virage technologique à sa façon, en se consacrant entièrement à la conception et à la fabrication de machinerie pour les pâtes et papiers. Aujourd'hui, elle est la plus importante compagnie propriété canadienne dans le domaine, avec des ventes de 40 millions par année. Le cheval de bataille de Hymac est un raffineur à disques. C'est aussi de la haute technologie, plus lourde et moins prestigieuse que la micro-informatique cependant. Utilisé dans l'industrie des pâtes et papiers, un raffineur sert à réduire les copeaux de bois à leur plus simple expression: des fibres de quelques micromètres de diamètre qui, mises en pâte, seront ensuite transformées en papier.

Le raffineur à disques n'est que le dernier bébé de cette grosse PME lavalloise qui fabrique une grande variété de machines servant principalement à la préparation de la pâte à papier. Les ingénieurs et techniciens de Hymac ont d'abord profité d'une association avec la compagnie finlandaise Jylhavaara pour se familiariser avec la technologie des raffineurs à disques, élément clé des procédés thermomécaniques de mise en pâte, la technologie de l'avenir dans le domaine des pâtes et papiers (voir encadré). Depuis 1983 cependant, Hymac vole de ses propres ailes. «Nous avons considérablement amélioré le modèle de base, ce qui nous permet de le commercialiser sous notre nom», précise Denis Careau, directeur du marketing. Le dernier de la lignée, le modèle HXD 64, intègre deux opérations dans le même appareil et constitue le plus puissant raffineur au monde. Le groupe Cascades vient d'ailleurs d'en faire l'acquisition pour son usine de Port-Cartier.

DAVID ET GOLIATH

Jusqu'ici, tout est normal, direz-vous. Après tout, ne sommes-nous pas les plus grands exportateurs de pâtes et papiers au monde. Il est donc logique que nous soyons des leaders dans le domaine de la machinerie des pâtes et papiers. Le hic, c'est que

DU BOIS EN PÂTE



Z. Koran / CRPP / UQTR

Une vue typique de la surface d'une feuille de papier agrandie 50 fois.

Inventé en Chine il y a 2 000 ans, le papier était alors fabriqué avec des fibres végétales ou des chiffons. Ce n'est qu'à la fin du 19^e siècle qu'on commença à utiliser du bois. Le papier est toujours fait à partir d'une pâte de bois qui, pour le papier journal, peut contenir jusqu'à 99,5% d'eau. Cette pâte est ensuite déposée sur des toiles pour être asséchée, par aspiration, chaleur et pressage.

Deux grands types de procédés sont utilisés pour mettre le bois en pâte. Le premier, le plus ancien, est mécanique: les billes de bois sont râpées sur une meule ou les copeaux, déchiquetés dans un raffineur. Le second est chimique: les copeaux de bois cuisent dans une solution chimique (des sulfites ou des sulfates).

Moins polluants, les procédés mécaniques sont dits à haut rendement, car ils permettent d'utiliser plus de 90% du bois. Par contre, la pâte obtenue est moins résistante. La pâte chimique produit plus de résidus chimiques et organiques et seulement 50% du bois est conservé pour la pâte. Toutefois, les fibres de bois contenues dans la pâte chimique sont dans un meilleur état, ce qui confère à la pâte une excellente résistance aux déchirures. Les différents types de pâtes chimiques représentent actuellement environ 70% de la production nord-américaine de pâtes. Pour la confection du papier journal, plusieurs com-

panies mélangent un peu de pâte chimique à la pâte mécanique.

Depuis les années 1970, la mise en pâte thermomécanique connaît un succès grandissant. Dans ce procédé, les copeaux sont chauffés, parfois sous pression, et défibrés dans un raffineur. Les pâtes thermomécaniques (PTM) représentent l'avenir des pâtes et papiers. Elles sont résistantes et donnent un papier d'excellente qualité. Depuis une dizaine d'années, les chercheurs ont mis au point plusieurs variantes dans lesquelles, par exemple, des produits chimiques sont introduits pour attendrir les fibres. On parle alors de pâtes chimiques-thermomécaniques (PCTM). Ajouter un B et vous aurez ainsi une pâte chimique-thermomécanique blanchie (PCTMB). Dans le milieu papetier, on les appelle les pâtes alphabet!

Dernièrement, une équipe du CRPP de Trois-Rivières, dirigée par Bohuslav Kokta, a effectué une percée importante dans le domaine des pâtes chimiques et mécaniques. Dans ce procédé, appelé mise en pâte V (V-Pulp), les copeaux prétraités chimiquement sont chauffés rapidement sous pression. Ils sont ensuite libérés dans un contenant à pression atmosphérique normale, ce qui les fait littéralement exploser. Ce procédé est à haut rendement et nécessite environ deux fois moins d'énergie que le procédé chimico-thermomécanique.

Hymac est l'une des deux seules compagnies propriété canadienne à fabriquer de l'équipement pour cette industrie pourtant bien de chez nous. Les autres compagnies importantes dans le domaine sont toutes des filiales de multinationales, qui ne font qu'une partie du travail de conception et de fabrication ici.

Dans l'industrie canadienne des pâtes et papiers, la ressource et le savoir-faire sont souvent canadiens, mais l'équipement vient d'ailleurs. Deux géantes dominent ce marché: l'une suédoise, Sunds Defibrator, l'autre américaine, Combustion Engineering. Devant ces Goliath, Hymac fait figure de David. «Le Canada a déjà été un important producteur de machinerie, mais l'absence de programmes incitatifs gouvernementaux, les coûts élevés de la main-d'œuvre, le manque de conjugaison des ressources des universités, des instituts et de l'industrie ont fait que les marchés domestiques et internationaux sont devenus la proie de compagnies étrangères», mentionnait T.P. Krieser, vice-président de Hymac, lors de l'annonce du programme de mise au point du raffineur en 1985.

«Nous voulons renverser cette tendance», explique Michel Barbe, directeur de recherche chez Hymac. «Et pour percer sur ce marché, il nous faut produire des machines meilleures que celles de nos concurrents.»

LA TRIPLE ALLIANCE

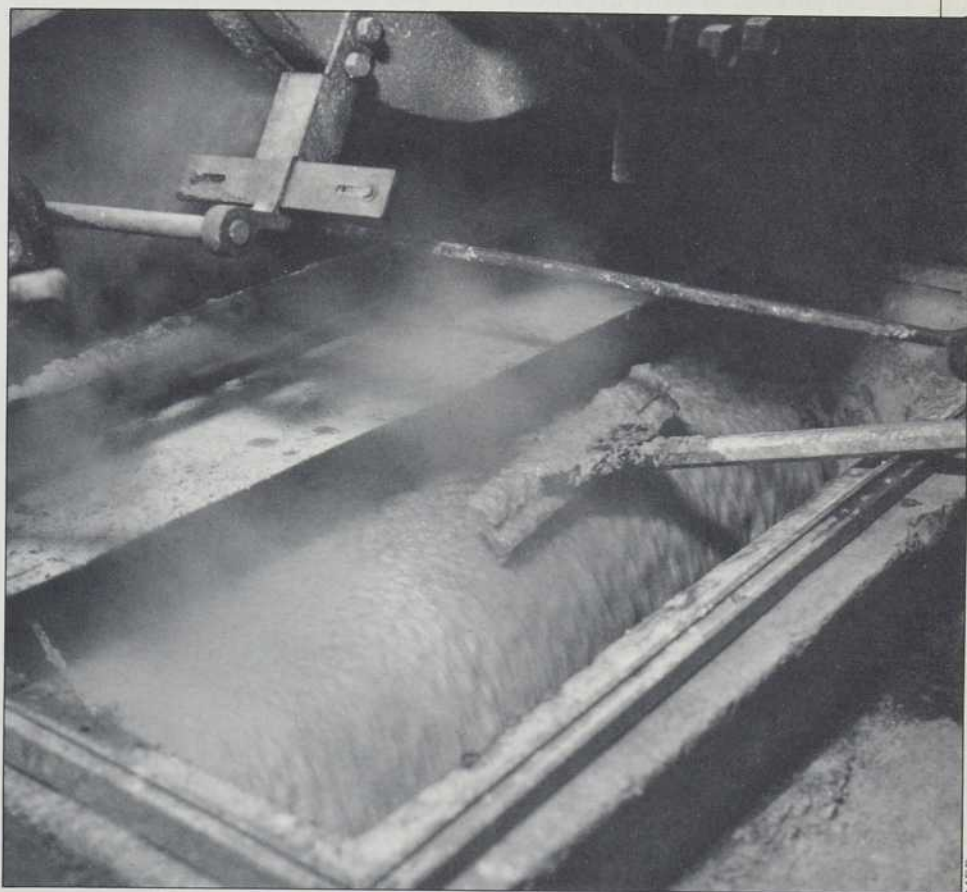
L'amélioration des performances d'une machine exige beaucoup de recherche et développement, de technologies et d'argent. Par exemple, pour construire un raffineur, il faut faire grand usage de conception assistée par ordinateur pour établir les plans, de laser au plasma pour découper les plaques d'acier, de systèmes de contrôle informatique importants. Une technologie qui est nécessaire pour obtenir la plus grande précision possible et diminuer les coûts de production. Un effort qu'une PME comme Hymac ne peut de toute évidence soutenir seule.

Mais David a trouvé des alliés. Le gouvernement fédéral a accordé une subvention de 2,67 millions, alors que la Société de développement industriel du Québec lui a consenti un prêt de 2,4 millions. L'expérimentation du raffineur à Port-Cartier bénéficiera également d'une subvention fédérale de près d'un million. Le Centre de recherches sur les pâtes et papiers (CRPP) de l'Université du Québec à Trois-Rivières a également mis l'épaule à la roue. Certaines recherches plus précises reliées à la mise au point du raffineur ont été effectuées à Trois-Rivières. Une collaboration d'autant plus étroite que Michel Barbe est aussi professeur associé à l'UQTR. Un autre programme du même genre est en cours à la firme Hooper, de Sherbrooke, une autre PME québécoise spécialisée dans l'équipement des pâtes et papiers. On y fabrique principalement des tamis qui filtrent les particules trop grosses pour entrer dans la fabrication de la pâte.

UNE INDUSTRIE DYNAMIQUE

Si la recherche dans le domaine de l'équipement a laissé à désirer dans les années passées, il faut cependant s'empresse de souligner que, depuis ses débuts, l'industrie canadienne des pâtes et papiers a fait preuve d'un dynamisme certain et n'a cessé d'innover. Chaque compagnie a rodé ses techniques de travail, figolé ses recettes de pâtes à papier et modifié sa machinerie. «À quelques exceptions près, il n'y a pas d'usine au Québec qui n'ait connu une ou deux améliorations technologiques au cours de son existence», souligne André Duchesne.

La compagnie Reed, à Québec, nous en donne un bon exemple. Comme dans la plupart des vieilles usines du Québec, il est impossible d'élargir les machines à papier. Pour augmenter la production, il faut donc augmenter la vitesse à laquelle elles tournent. «Nous avons diminué le



La pâte utilisée pour fabriquer du papier journal peut contenir jusqu'à 99,5% d'eau.

nombre d'engrenages et installé des moteurs plus forts pour réduire les vibrations. Ainsi, nos machines «roulent» à 900 mètres à la minute et notre production quotidienne a considérablement augmenté», explique George E. Samson, ex-directeur de l'usine de Québec, maintenant conseiller spécial.

Le Canada est bien pourvu en équipes de recherche. Plusieurs innovations majeures sont l'œuvre de Canadiens. Dès 1925, les compagnies papetières, les gouvernements et quelques universités se sont regroupés pour mettre sur pied l'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers, mieux connu sous son sigle anglais Paprican. Installé à Pointe-Claire et en Colombie-Britannique, cet institut constitue le plus gros centre de recherches privé dans le domaine au Canada. Financé un peu par les gouvernements, mais surtout par la quasi-totalité des papetières, Paprican mène des recherches fondamentales, principalement en collaboration avec l'Université McGill, l'Université de la Colombie-Britannique et l'Université de Toronto. Paprican effectue également des recherches appliquées à des problèmes très précis de l'industrie. Tout y passe ou presque, de l'écorçage des billots à la chimie du bois, en passant par les techniques de pressage, la physique des surfaces, le traitement des effluents, les procédés de mise en pâte, la conservation de l'énergie et l'utilisation des résidus.

Domtar, Consol, C.I.P., Cascades, autant de compagnies qui ont mis sur pied leur propre centre où on effectue des recherches à très court terme touchant à l'ensemble des activités de leurs usines. À Trois-Rivières, on retrouve le Centre de recherches sur les pâtes et papiers (CRPP) rattaché à l'Université du Québec. De dimensions plus modestes que Paprican, le CRPP concentre le gros de ses efforts sur l'utilisation d'essences de bois non conventionnelles comme le mélèze et le tremble dans des procédés à très haut rendement tels que les pâtes thermomécaniques.

UNE CONCURRENCE VIVE

Malgré notre indéniable capacité de recherche et notre bonne position sur les marchés, les lauriers seront toujours de précaires fauteuils. Qui n'avance pas, recule, dit-on. La concurrence est particulièrement vive sur la scène internationale. De nombreux pays se disputent un marché qui ne grossit pas forcément aussi vite que la capacité de production des quelque 7 400 usines de pâtes et papiers disséminées un peu partout sur la planète. Plus grand producteur de papier journal au monde en 1981, le Québec a glissé au deuxième rang depuis 1982. Le Canada, qui exporte environ 80% de sa production, est particulièrement sensible aux moindres fluctuations du marché.

Présentement, la concurrence nous vient de pays qui peuvent compter d'abord sur des essences d'arbres à croissance rapide, ce qui facilite l'approvisionnement, ensuite sur des usines plus récentes. Les pins gris du sud des États-Unis poussent en une vingtaine d'années. Au Brésil, les eucalyptus atteignent la maturité en sept ans. Ici, une épinette ne se coupe pas avant 50 ou 60 ans et, dans certains cas, il faut attendre presque 100 ans. Du côté des Scandinaves, l'industrie forestière est bien intégrée et l'exploitation de la ressource souvent plus efficace. Surtout, la recherche s'y effectue à l'intérieur d'un triangle université-industrie-

gouvernement qui rend le transfert technologique très efficace.

Jusqu'ici, le Canada s'est maintenu grâce à quelques atouts de taille. Une énergie abondante et peu coûteuse, une main-d'œuvre qualifiée et, évidemment, une ressource exceptionnelle: l'épinette noire dont les longues fibres donnent le meilleur papier journal au monde. Des avantages naturels qui s'effritent cependant. La ressource forestière s'épuise et il n'est pas certain que le reboisement en cours sera suffisant pour conserver la force de cet atout.

«Il ne faut pas paniquer devant les avantages des autres, estime André Duchesne. Nous avons une très bonne technologie et les meilleures fibres au monde.» D'ailleurs, nos concurrents ont aussi leurs problèmes. Les rotations rapides des eucalyptus brésiliens épuisent le sol. Le pin gris américain contient des résines qui bouchent les toiles des séchoirs de machines à papiers et il exige un blanchiment.

DIVERSIFIER LA RESSOURCE

Pour sa part, Marcel Lapointe, directeur du CRPP, propose d'intensifier les recherches dans le domaine de l'utilisation de nouvelles essences qui croissent plus rapidement comme le tremble, le bouleau ou le mélèze. «Nous possédons la technologie et le programme de modernisation a

FRES • CHIFFRES • CHIFFRES • CHIFFRES • CHIFF

- Au Canada, la production annuelle de papier journal est suffisante pour couvrir la distance Terre-Soleil avec une bande de 1,22 mètre de large, soit près de 150 millions de kilomètres.
- Chaque Canadien consomme en moyenne 220 kilos de papier par année.
- 40% des nouvelles du monde sont imprimées sur du papier journal canadien.
- Québec: 16% de la production mondiale de papier journal.
- Les États-Unis consomment 70% de la production canadienne de papier journal.
- Les pâtes et papiers représentent 20% des exportations québécoises.
- Le papier journal représente 60% de la production totale de l'industrie des pâtes et papiers du Québec.
- La machine à papier journal la plus rapide du monde tourne à 78,9 kilomètres à l'heure (1 315,3 m/min).
- 40% du bois utilisé par l'industrie des pâtes et papiers l'est sous forme de copeaux.
- Au Canada, on produit plus de 800 sortes de papier.
- L'industrie des pâtes et papiers consomme un huitième de l'électricité du pays.
- L'usine de Reed à Québec consomme autant d'eau potable que la ville elle-même.



Martin Bouchard / Abitibi-Price

L'une des trois supercalandres installées récemment à la papeterie Kénogami à Jonquière. Un investissement de plus de 130 millions de dollars permettra à Abitibi-Price de fabriquer des papiers utilisés pour l'impression d'encarts publicitaires et de catalogues, un marché en pleine expansion.

rajeuni considérablement nos usines, qui sont maintenant plus concurrentielles, explique Marcel Lapointe. La lenteur du renouvellement de la ressource demeure notre principal handicap.» Il est possible d'incorporer des fibres courtes de feuillus dans la fabrication du papier journal. Déjà, les compagnies ajoutent parfois de 5 à 10% de feuillus dans leur pâte. Les fibres courtes remplissent en quelque sorte les espaces compris entre les fibres longues. On obtient alors un papier dont la surface est plus lisse, augmentant la qualité de l'impression.

Les fibres courtes ont, par contre, l'inconvénient de former une pâte moins résistante à la déchirure, ce qui pose des problèmes lors de l'extraction de l'eau de la feuille sur des machines à papier qui tournent à haute vitesse. Cependant, on les utilise largement pour les papiers fins, qui sont confectionnés sur des machines plus lentes. «Théoriquement, nos recherches nous permettent de penser qu'il est possible d'incorporer jusqu'à 80% de tremble dans une pâte pour papier journal, estime Marcel Lapointe. Aujourd'hui, les machines à papier modernes nous permettent de contourner le problème de résistance, puisqu'elles supportent la feuille d'un bout à l'autre.»

Pour ce qui est du mélèze, ce résineux offre l'énorme avantage d'atteindre la maturité en 25 ou 30 ans. Mais il donne une pâte foncée qui nécessite beaucoup de blanchiment pour être utilisée dans le papier journal. En revanche, le mélèze pourrait entrer dans la fabrication de pâte Kraft dont on fait du carton et pour lequel la blancheur n'est pas primordiale.

LA COURSE À LA QUALITÉ

Outre la concurrence étrangère, l'industrie des pâtes et papiers doit relever un autre défi important. Aujourd'hui, les entreprises de presse exigent une plus grande qualité pour leur papier journal. «Améliorer la qualité représente la principale tâche de l'industrie», estime Peter E. Wrist, président de Paprican. L'avènement du quotidien américain USA Today est à l'origine de cette exigence. «USA Today a fait avancer les normes plus que quiconque», estime Bert Joss, de l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers. Ce quotidien national utilise largement la couleur, entre autres pour s'accaparer une part plus importante du marché publicitaire. «Plusieurs journaux ont maintenant des équipe-

ments qui leur permettent de vérifier la force et la qualité générale d'une feuille de papier», souligne George E. Samson. «Les entreprises de presse ont aussi des exigences particulières pour leur papier. Elles demandent, par exemple, des rouleaux de papier d'une longueur et d'une largeur précises», poursuit-il.

Un papier de qualité, c'est un papier qui permet une belle impression, qui est très résistant à la déchirure, qui est suffisamment opaque, qui conserve bien sa blancheur. À Paprican, Trois-Rivières ou ailleurs, plusieurs recherches portent sur des techniques de blanchiment, sur des procédés de mise en pâte qui augmentent la résistance du papier, sur des techniques de pressage et de séchage qui améliorent l'uniformité de la surface du papier ou qui donnent un papier dont les deux surfaces possèdent les mêmes caractéristiques.

«Pour améliorer la qualité, les compagnies ont dû ajouter de nombreux systèmes de contrôle, informatiser plusieurs opérations. La fabrication des pâtes et papiers est devenue de plus en plus complexe au fil des ans, et c'est une tendance que nous devons renverser en réduisant entre autres le nombre d'étapes, tout en maintenant le contrôle de la qualité», explique Peter E. Wrist.

Les systèmes de contrôle informatiques et l'automatisation des usines prendront une place de plus en plus grande dans l'industrie des pâtes et papiers. La nouvelle usine de Temcell, à Témiscaming, est un excellent exemple de cette tendance. Assis devant leurs consoles, deux équipes de cinq employés suffiront pour produire 280 tonnes de pâte par jour. Si les pâtes et papiers ont toujours été synonyme de création d'emplois, il pourrait en être tout autrement dans un avenir pas si éloigné. Spectre qui souligne encore plus l'importance de développer une industrie de l'équipement au Canada et au Québec. Il semble qu'ici ce développement devra passer par un resserrement de la collaboration entre le gouvernement, les industries et les universités. L'histoire de Hymac n'en est que le premier exemple. □

Spécial



DU PAIN SUR LA PLANCHE

**Le nouveau plan de reboisement
est en marche. Suffira-t-il à revigorer
la forêt québécoise?**

Ça y est, nos vertes forêts sont passées dans le rouge! Un peu comme une somme d'argent investie rapporte des intérêts, la forêt peut produire une certaine quantité de bois chaque année. Il faut cependant prendre garde de ne pas entamer le capital-nature. Or, l'an passé, le potentiel annuel de 18 millions de mètres cubes de bois a été dépassé de plus de 15%. Des excès semblables commis par le passé risquent fort de se traduire par des ruptures de stock dans certaines régions, d'ici une dizaine d'années.

GILLES PARENT





Contrairement à la coupe à blanc, la coupe par bandes permet un reboisement naturel avec des espèces variées et favorise un usage polyvalent de la forêt.



Comment en est-on arrivé là? C'est simple, on a toujours tenu pour acquis que nos forêts étaient inépuisables. La possibilité de couper sans relâche de nombreuses forêts rendues à maturité a contribué à créer cette illusion. Malgré les avertissements de nombreux spécialistes, qui, dès le début du siècle, ont senti le danger, le gouvernement n'a jamais su imposer des politiques de réaménagement forestier. Entre 1976 et 1980, par exemple, la Colombie-Britannique réaménageait 700 kilomètres carrés de forêt; l'Ontario, 470 kilomètres carrés; le Québec, 75 kilomètres carrés! Dans les années 70, le gouvernement a autorisé les entreprises de bois de sciage à couper les forêts publiques, jusque-là le fief incontesté des papetières. En faisant dépérir autant de bois qu'il s'en coupait, la vorace tordeuse du bourgeon de l'épinette a aussi contribué à réduire le volume de matière ligneuse disponible. En 1983, le ministère de l'Énergie et des Ressources (MER) décide de rattraper le temps perdu et met sur pied un ambitieux programme de reboisement. Tout récemment, ce même ministère a adopté la loi 150, présentée comme l'amorce d'un nouveau régime forestier. Avant de voir comment ces deux dernières mesures peuvent corriger la situation, il peut être intéressant d'examiner dans quel contexte s'effectue le reboisement.

D'abord, il faut savoir que seulement 40% de la forêt se régénère d'elle-même et produit une bonne proportion d'espèces commerciales en un temps raisonnable. Les espèces intéressantes sont les épinettes (noire, blanche, rouge, de Norvège) et le pin gris. Le sapin est également utilisé. Une deuxième tranche de 30% se régénère à condition que l'on fasse quelques travaux d'entretien. Il s'agira d'aider les espèces intéressantes à dominer dans la compétition avec d'autres espèces qui ont moins de valeur. Mais on possède peu d'expérience concrète à ce niveau, pour déterminer les meilleures méthodes et en connaître les coûts. Il reste une troisième tranche de 30% qui, elle, produit surtout... des pro-



Dans les immenses pépinières du ministère de l'Énergie et des Ressources, à Saint-Modeste, la première étape du reboisement: la préparation des jeunes plants.

blèmes. Ces aires ne se reboisent pas d'elles-mêmes pour différentes raisons comme le climat et la qualité des sols. Mais les méthodes de coupe sont souvent les grandes responsables de la situation.

DES COUPES ABUSIVES

L'exemple typique est celui d'une entreprise forestière qui effectue une coupe à blanc sur une grande superficie. Après coup, elle ne se donne pas la peine de préparer le terrain pour le reboisement et laisse sur place des débris de coupe et des essences d'arbres qui ne l'intéressent pas. Il s'écoule plusieurs années avant que ces débris pourrissent. La superficie coupée est trop vaste pour que les semences des espèces recherchées puissent s'implanter. Il y aura peut-être un reboisement naturel en bordure du parterre de coupe, mais essentiellement, on retrouvera du framboisier, du cerisier, du tremble, de l'érable à épi, des espèces qui n'ont pas ou peu de valeur commerciale. Il faudra plusieurs décennies avant d'y retrouver des espèces comme l'épinette.



Mais les problèmes ne s'arrêtent pas là. Un seul arbre peut provoquer l'évaporation de plusieurs dizaines, voire de centaines de litres d'eau par jour. Privée de cet exutoire, la nappe d'eau souterraine se gonfle et cherche à rejoindre la surface. On retrouvera ensuite davantage de sols détrempés. L'érosion peut aussi se mettre de la partie. Le cycle de vie de plusieurs animaux, dont le castor, le lièvre et le renard, se trouve perturbé de différentes façons. Les liens entre la coupe du bois et les écosystèmes ne font pas l'objet d'études exhaustives. Selon le rapport de conjoncture du MER sur la recherche et le développement dans le secteur forestier, il n'y a que 10 chercheurs actifs en écologie forestière pour tout le Québec.

L'AGRICULTURE EN FORÊT

Bref, laissées à elles-mêmes, les grandes superficies de coupe à blanc sont impropres au reboisement. Les

remettre en état coûte extrêmement cher. Lorsqu'elles sont mieux préparées, les superficies de coupe peuvent être reboisées. L'objectif du plan de reboisement du ministère de l'Énergie et des Ressources est de 300 millions de plants par année d'ici 1988. En 1986, on a réussi à planter environ 150 millions de plants. On aura donc fort à faire pour atteindre l'objectif fixé. Les incertitudes: d'abord, y aura-t-il suffisamment de terrains propres à la plantation? Ensuite, les plants réussiront-ils à croître comme prévu? Pour l'instant, des études du MER indiquent que le taux de survie des jeunes plants est de 90%. Mais le vrai test s'effectuera aux cours des prochaines années. Tant que l'arbre n'a pas atteint une hauteur de deux mètres, la végétation concurrente peut lui faire un mauvais parti.

On doit alors avoir recours aux phytocides pour, justement, éliminer ou retarder l'emprise de cette végétation concurrente. Présentement, un moratoire interdit l'épandage de phytocides par voie aérienne. Pulvériser ces produits au sol coûte très cher et pourrait diminuer grandement l'efficacité du programme de reboisement. Même si les arbres parviennent à pousser suffisamment pour assurer leur survie, il en résulte souvent une forêt composée d'une seule espèce d'arbres. La plupart des feuillus n'ayant pas de valeur commerciale, on ne tolère par leur présence. Cette monoculture en résineux a aussi ses détracteurs.

«Replanter de grandes superficies de forêt en résineux n'est pas la meilleure solution», explique Marcien Roberge, ingénieur forestier et chercheur au Centre de recherches forestières des Laurentides. «C'est un peu comme une équipe de hockey dont tous les joueurs auraient le même âge. La situation est idéale lorsqu'ils ont 25 ans. Mais que se passe-t-il quand ils approchent tous de l'âge de la retraite ou que l'équipe

n'est composée que de jeunes recrues?» Selon lui, il est nettement préférable de favoriser la création et le maintien de petits peuplements d'âges et de composition variables. Une des méthodes utilisées, la coupe par bandes, peut donner des rendements beaucoup plus élevés que les forêts reboisées avec une seule espèce.

DES COUPES ÉCOLOGIQUES

La méthode est simple. On divise un territoire de coupe en bandes de quelques dizaines de mètres de profondeur, puis on déboise complètement ces bandes les unes à la suite des autres à des intervalles d'une vingtaine d'années. L'âge des peuplements varie alors d'une vingtaine d'années d'une bande à l'autre. Parce que les aires coupées sont de faible dimension et toujours bordées de forêt adulte, le reboisement se fait de lui-même. Les espèces seront variées. Elles choisiront un emplacement approprié en fonction des sols et des microclimats qui leur conviennent le mieux. Il y a des exceptions. Certaines années, les caprices de la nature font en sorte que les cônes de semences ne s'ouvrent pas. Il faut alors reboiser de manière traditionnelle. Mais dans l'ensemble, le reboi-



Chaque carotte contenant une jeune pousse est plantée à l'aide d'un tube qu'on enfonce dans la terre et dont elle est éjectée manuellement.

sement artificiel est beaucoup moins nécessaire. Même chose du côté de l'entretien: l'utilisation de phytocides devient de moins en moins utile; les épandages aériens sont exclus.

Le principal et pratiquement le seul coût additionnel de cette méthode a trait aux chemins forestiers supplémentaires qu'il faut construire. Ce désavantage est cependant compensé à moyen terme. «Avec des forêts plus productives, il deviendra de moins en moins nécessaire d'avoir à se rendre à des distances très éloignées pour se procurer la matière ligneuse», précise Reynald Hawey, du MER. Par ailleurs, une forêt aux essences variées résisterait mieux aux assauts de la tordeuse du bourgeon de l'épinette. Autre avantage: ce type de peuplement favorise une utilisation polyvalente de la forêt. De plus en plus d'amateurs de villégiature, de chasseurs et de pêcheurs réclament le droit d'avoir accès à une forêt de qualité. Mais ce souhait entre parfois en conflit avec les activités des compagnies. Pourtant, les retombées économiques de l'utilisation de la forêt à des fins de loisir pourraient représenter jusqu'à 10% de celles qu'engendrent les entreprises forestières.

Mais les vertus des forêts aux essences variées ne font pas l'unanimité. «À l'état naturel, les forêts du nord sont souvent à 95% en épinette. Il n'y a aucun mal à replanter de cette manière», affirme André Duchesne, de l'Association des industries forestières du Québec. Voilà pour la qualité. Pour la quantité, «cela prendrait beaucoup plus que 300 millions de plants par année pour 'enrésiner' la province», ajoute-t-il.

UN NOUVEAU RÉGIME FORESTIER

Ayant pris conscience des conséquences possibles des ruptures de stock, le ministère de l'Énergie et des Ressources a décidé d'intervenir et de modifier en profondeur le régime forestier. Finies les concessions forestières accordées pour de nombreuses années sans qu'il y ait de réaménagement. À l'avenir, on parle plutôt



La pulvérisation de phytocides permet de lutter contre la végétation concurrente. Mais elle coûte cher et donne souvent une forêt composée d'une seule espèce.

de contrat d'approvisionnement assujéti à l'obligation d'effectuer des travaux forestiers. D'environ 2,20\$ le mètre cube en moyenne, les droits de coupe passeront à environ 5,75\$ le mètre cube, une partie de la somme pouvant être payée en travaux. Les entreprises doivent faire fructifier leurs territoires de coupe et faire approuver un plan de réaménagement par le Ministère. Si les travaux sont insuffisants, le Ministère les effectue lui-même et passe la facture aux entreprises. Un guide de modalités d'intervention en milieu forestier est intégré dans la loi, afin de favoriser, entre autres, un usage polyvalent de la forêt.

Ces mesures seront-elles suffisantes pour que les entreprises forestières modifient leur méthode de coupe? «Les compagnies n'auront pas le choix. Les coupes par bandes ne coûtent que 150\$ de plus par hectare, alors que la coupe à blanc suivie d'un reboisement coûte au-delà de 1 000\$», explique Robert Deffrasnes, responsable de la planification au MER. Mais ce n'est pas si simple que cela. «Les coupes par bandes ont des avantages, mais ce n'est pas une panacée», rétorque André Duchesne. «Certains sols ne se prêtent

pas à ce genre de coupe. Je ne m'attends pas à ce qu'elles représentent plus de 50% des coupes totales.»

«Nous sommes tous d'accord avec le principe de la nouvelle loi, mais il reste plusieurs modalités à régler», résume Florent Milot, de l'Association de manufacturiers de bois de sciage de Québec. Assistera-t-on à une longue épreuve de tir au poignet entre le gouvernement et l'industrie. Rien n'est moins sûr si l'on se fie aux commentaires des milieux syndicaux et écologistes. «Le gouvernement a toujours courbé l'échine devant les entreprises forestières, qui réussiront sûrement à s'en tirer à nouveau», explique Daniel Malenfant, sociologue et journaliste spécialisé du domaine forestier. À l'inverse, le MER est tellement confiant qu'il va jusqu'à tabler sur les futurs succès du programme de reboisement pour déterminer dès maintenant la capacité de production annuelle de la forêt.

Il faudra surveiller de très près les résultats du programme de reboisement et l'application de la nouvelle loi pour vérifier si on a finalement réussi à redonner le souffle de vie à une forêt passablement «amochée». □



TOXICOLOGIE

La **Faculté des études supérieures** de l'Université de Montréal offre un programme de 30 crédits en toxicologie menant à un D.E.S. Il s'agit d'un programme général à temps partiel, dont l'approche est interdisciplinaire (biologie, chimie, pharmacologie, médecine vétérinaire, hygiène du milieu). Il examine les divers agents chimiques: médicaments, toxiques de l'environnement, toxiques agro-alimentaires, toxiques industriels.

Objectifs

- Reconnaître les problèmes causés par l'exposition aux agents chimiques;
- intervenir utilement dans la prévention et la solution de ces problèmes;
- évaluer le risque toxique.

Conditions d'admission

- Diplôme de 1er cycle en sciences biologiques, en sciences de la santé ou en chimie;
- minimum de trois ans d'expérience pratique professionnelle ou de recherche dans un domaine connexe à la toxicologie.

Information

(514) 343-5889

Diplôme en toxicologie
Faculté des études supérieures
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3J7

Pour un nouvel

équilibre

forestier

LES INTERVENTIONS EN MILIEU FORESTIER:



NOUVEAUX COMPORTEMENTS, NOUVEL ÉQUILIBRE



La forêt joue depuis toujours un rôle de premier plan dans la vie du Québec. Ressource aussi abondante que polyvalente, elle se prête à de multiples activités économiques et récréatives. Les Québécois y ont cependant puisé comme si elle était intarissable. En effet, nous avons jusqu'à maintenant exploité la forêt en attachant peu d'importance à sa culture et à sa régénération en espèces recherchées par l'industrie forestière.

Les pratiques sylvicoles, le manque d'aménagement et les dégâts causés par la tordeuse et les incendies ont gravement entamé notre patrimoine forestier. Les inventaires réalisés au cours des quinze dernières années démontrent que nos forêts sont en piètre état et que nous devons prendre des mesures énergiques si nous voulons éviter d'être confrontés, à moyen terme, à une pénurie de matière ligneuse.

L'état de la forêt se répercute sur l'industrie, bien sûr, mais il affecte aussi toutes ses autres fonctions: loisirs, chasse et pêche, etc. Nous devons donc redresser la situation: il y va de la qualité de vie de toute notre collectivité. Avec la **Loi sur les forêts**, le Québec vient de se doter d'un nouveau régime forestier qui lui garantira la pérennité de cette ressource.



Québec 

LE NOUVEAU RÉGIME FORESTIER

Le nouveau régime forestier reconnaît la polyvalence de la forêt qui, en plus de nous fournir la matière ligneuse, purifie l'air et l'eau, abrite nos espèces fauniques et enchâsse ces lacs et ces rivières aussi chers aux pêcheurs qu'aux amoureux de la nature. Il importe donc que tous les citoyens du Québec continuent de jouir et de profiter de cette précieuse ressource. Pour atteindre cet objectif, il faudra néanmoins harmoniser nos besoins, concilier nos objectifs et conjuguer nos efforts.

Le respect du principe du rendement soutenu et la pratique d'une foresterie à objectifs intégrés sont au cœur même de ce nouveau régime. Toutes les interventions faites dans les forêts publiques du Québec, soit dans 90% des forêts de la province, devront désormais respecter ces orientations. Le principe du rendement soutenu veut qu'une forêt produise la même quantité de bois à perpétuité, grâce à une planification éclairée des interventions et à des pratiques sylvicoles appropriées.

Les termes employés dans la nouvelle **Loi sur les forêts** témoignent d'un esprit nouveau. On préfère maintenant parler de «production forestière» plutôt que d'«exploitation», car cette première expression implique des pratiques sylvicoles, l'autre pas. Il n'est plus question de «permis de coupe» mais de «permis d'intervention» et la «concession forestière» est remplacée par un «contrat d'approvisionnement et d'aménagement» qui comporte des obligations précises.

La **Loi sur les forêts** remet aux entreprises forestières la responsabilité d'effectuer, à leurs frais, les travaux sylvicoles requis pour le maintien du rendement soutenu et des multiples fonctions de la forêt.

Pour assurer la protection de ces diverses fonctions de la forêt, le MER a préparé un «Guide des modalités d'intervention en milieu forestier». Les prescriptions énoncées dans le guide deviennent régle-

mentaires et l'industrie forestière devra s'y conformer.

La préparation du «Guide des modalités d'intervention» s'est faite en collaboration avec les autres ministères concernés, soit le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, gestionnaire de la faune et des activités de plein air, et le ministère de l'Environnement, responsable de la qualité de l'eau.

L'AFFECTATION DES TERRES PUBLIQUES

L'élaboration du «Guide des modalités d'intervention» s'inscrit dans le processus d'affectation des terres publiques entrepris par le ministère de l'Énergie et des Ressources. Ce processus consiste à reconnaître ou à attribuer aux terres publiques québécoises une vocation socio-économique conforme à leur utilisation actuelle ou potentielle.

La vocation socio-économique d'un territoire donné détermine les modalités d'intervention qui y sont rattachées. Des cartes d'affectation couvrant le territoire de chaque municipalité régionale de comté ont été élaborées par le MER et les diverses vocations des terres publiques comprises dans ce territoire y sont inscrites. Le MER

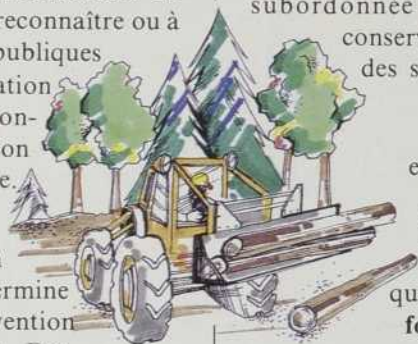
a identifié trois grandes catégories de terres publiques.

La première catégorie regroupe les terres où la **production forestière demeure prioritaire**, même si elle est conjuguée avec d'autres utilisations. Certaines des forêts appartenant à cette catégorie offrent un potentiel récréatif ou faunique qui sera protégé grâce aux modalités d'intervention prescrites.

La deuxième catégorie de terres publiques correspond à la «zone de conservation». Elle englobe les refuges et sites fauniques (habitats fauniques essentiels) ainsi que les sites récréatifs, agricoles et d'utilité publique. **La production forestière y est permise**, mais elle est cependant subordonnée aux exigences de conservation du milieu et des sites concernés.

Les parcs du Québec et les réserves écologiques constituent la troisième catégorie de terres publiques. **Toute production forestière y est exclue.**

La carte d'affectation et le «Guide des modalités d'intervention» sont complémentaires. Le guide décrit les mesures de protection à appliquer dans chaque zone ou site identifié sur la carte.





REBOISEMENT QUÉBEC

Objectif: 250 millions de plants par année.

LA RÉGÉNÉRATION DE LA FORÊT

Pour que les superficies récoltées continuent d'avoir une production au moins équivalente à celle qu'elles avaient avant la coupe, les bénéficiaires de contrats d'approvisionnement et d'aménagement devront planifier leur régénération. Les plans d'aménagement et d'intervention qu'ils soumettront au MER devront tenir compte de cette exigence.

Les techniques de récolte utilisées et les travaux d'aménagement réalisés devront être adaptés aux caractéristiques écologiques des sites et susceptibles d'en minimiser les délais de régénération.

- Dans les pessières (peuplements d'épinettes noires), les coupes à blanc par bandes et par trouées favorisent la régénération naturelle de l'épinette en permettant de conserver des semenciers en bordure des parterres de coupe.
- Le pin gris pousse naturellement après un feu de forêt car ses cônes doivent être exposés à une température très élevée pour s'ouvrir.



Dans de tels peuplements, la coupe à blanc totale avec régénération artificielle ou avec brûlage est donc tout indiquée.

- On protège la régénération pré-établie en évitant d'amonceler des déchets de coupe, en espaçant les sentiers de débouage et en abattant les arbres de manière à ce que leur transport cause le

moins de dommage possible.

Malgré tous les efforts déployés, des facteurs biologiques, pédologiques ou climatiques défavorables peuvent empêcher certains secteurs de se régénérer naturellement de façon adéquate. Pour être remis en production, ces parterres de coupe doivent alors être régénérés artificiellement; on y a donc recours à l'ensemencement ou au reboisement.

La facture du reboisement des forêts publiques québécoises sera partagée. D'une part, le ministère de l'Énergie et des Ressources conserve l'entière responsabilité financière imputable à la production des plants nécessaires à leur reboisement et au reboisement de rattrapage des terres jusqu'ici négligées lui incombe également. D'autre part, toutes les opérations liées au reboisement des nouvelles aires de coupe seront défrayées par l'industrie forestière.

LA PROTECTION DES LACS ET DES COURS D'EAU

Le Québec est parsemé de lacs, rivières, ruisseaux et marais indispensables tant aux faunes terrestre et aquatique qu'à la pratique de nombreuses activités récréatives. Il est donc primordial d'adopter des mesures adéquates pour protéger ces étendues d'eau. Le nouveau régime prévoit le maintien d'une lisière boisée d'une largeur de 20 mètres le long des rives de tous les lacs et cours d'eau permanents afin de sauvegarder le milieu aquatique et conserver un couvert forestier suffisant pour les espèces qui fréquentent les rives.

Toutefois, si l'on veut réduire les risques de chablis et favoriser le rajeunissement des lisières, certaines interventions s'y imposent. Le guide prévoit donc qu'un pourcentage des tiges y sera prélevé, dans les secteurs où leur densité est élevée. Pour ce faire, on fera appel à des techniques non dommageables pour le milieu riverain.

Pour protéger la qualité des lacs et cours d'eau, le guide stipule

- qu'il est interdit d'y laver de la machinerie, d'y déverser de l'huile, des produits chimiques ou d'autres polluants, comme d'y jeter de la terre, des déchets de coupe ou toute autre substance;
- que l'utilisation des cours d'eau comme chemins d'accès ou de débouage est prohibée;
- qu'il faut les débarrasser de tous les débris de coupe et de tous les arbres qui y tombent au cours des travaux;
- que les eaux de drainage des chemins, sentiers de débouage, camps ou aires d'empilement doivent être détournées vers des zones de végétation afin d'éviter l'apport de sédiments;
- que les chemins forestiers doivent être construits à plus de 60 mètres des plans d'eau et que, lorsqu'ils les traversent, le milieu aquatique doit être aussi peu affecté que possible.

LA PROTECTION DE LA FAUNE

La forêt sert d'habitat à de nombreuses espèces fauniques et la protection du milieu forestier est essentielle à leur survie. Le guide des modalités d'intervention permettra d'assurer cette protection. Par ailleurs, les lisières boisées préservées le long des cours d'eau sont tout aussi vitales pour les mammifères, oiseaux, reptiles et batraciens qui y trouvent abri et nourriture. Les arbres qui y croissent protègent l'intégrité des frayères et des lieux d'alevinage et ils contribuent au maintien des caractéristiques biophysiques du milieu aquatique. Les auteurs du guide y ont donc accordé une grande importance.

Incidentement, la plupart des modalités d'intervention prévues dans le guide sont favorables à l'orignal. En effet, comme ce cervidé se nourrit surtout de ramilles, il se régale dans les forêts en régénération. Dans la mesure où on lui laisse un certain couvert forestier, ce nomade ne peut donc que profiter des activités de récolte.

On a identifié des sites ayant un potentiel pour de nombreuses autres espèces fauniques (castor, oiseaux, rat musqué, caribou, etc.) et on a déterminé les modalités d'intervention qui y seront prescrites.

En fait, tous les sites identifiés comme «habitats fauniques essentiels» par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche font l'objet de modalités d'intervention spécifiques. Les opérations forestières autorisées permettront à la forêt de continuer à jouer son rôle d'abri tout en créant des aires de régénération riches en végétation arbustive.



LA PROTECTION DES SITES RÉCRÉATIFS

Régénérer la forêt et protéger lacs, cours d'eau et espèces fauniques s'avèrent d'excellents moyens de préserver la vocation récréative de la forêt québécoise. Néanmoins, certains sites dotés d'infrastructures ou d'équipements lourds nécessitent une protection particulière. Tel est le cas, notamment, des bases de plein air, des campings rustiques, des sites de villégiature concentrée, des haltes routières, des aires de pique-nique et de camping, des sentiers de randonnée, etc.

Un certain pourcentage des arbres parvenus à maturité sera prélevé en bordure de ces sites. De plus, des mesures particulières sont prévues pour les territoires qui leur sont adjacents, c'est-à-dire pour leur «environnement immédiat». Ainsi, les coupes à blanc totales seront interdites dans l'environnement immédiat (jusqu'à 1,5 km) d'un centre de ski alpin, d'un lieu de villégiature ou d'un site d'observation.

LA PROTECTION DES SITES D'UTILITÉ PUBLIQUE

Certains sites ont une valeur culturelle, historique, touristique, écologique, éducative, archéologique ou géologique particulière et les interventions forestières qui y sont autorisées doivent en tenir compte.

- Ainsi, les routes numérotées par le ministère des Transports doivent être bordées d'une lisière boisée de 30 mètres. Dans le cas des circuits touristiques, l'«environnement immédiat» comprend le paysage visible à partir de la route, jusqu'à une distance maximale de 1,5 kilomètre. On y pratiquera la coupe à blanc par trouées en adaptant le périmètre de ces dernières à la topographie des lieux.

- Le guide prévoit également certaines mesures pour protéger les sites écologiques, géologiques et archéologiques ainsi que les arrondissements historiques, les prises d'eau municipales, etc.



CONCLUSION

Le nouveau régime forestier veut assurer le maintien et le développement de l'industrie forestière tout en permettant à la forêt de continuer à jouer pleinement ses autres rôles. Le succès de ce régime repose sur la collaboration de tous les utilisateurs. L'État, les entreprises forestières et

tous les Québécois devront agir de concert afin de préserver l'une de nos plus précieuses richesses naturelles. La mise en œuvre du nouveau régime et le respect des modalités d'intervention prévues dans le guide nous permettront d'atteindre un nouvel équilibre forestier et de bâtir une forêt pour demain.

LES ENJEUX ÉCONOMIQUES

- Près de la moitié du territoire québécois est couvert de forêts. En fait, on trouve au Québec 18% des forêts productives canadiennes et un peu plus de 2% des forêts productives mondiales.
- L'industrie forestière est le premier levier de l'activité économique québécoise. La valeur totale de la production forestière (bois rond et coupé, pâtes et papiers) s'élève à 9 milliards de dollars par année. Les exportations provenant de ce secteur se chiffrent à 3,4 milliards de dollars.
- La ressource forestière procure 70 000 emplois directs dans les industries du bois et du papier (et industries connexes). Elle génère aussi près de 11 000 emplois directs en forêt et 110 000 emplois indirects ou induits.

110 000 emplois indirects ou induits.

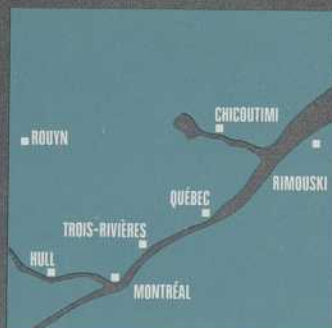
- Chaque année, des millions de Québécois se récréent en forêt. Ils s'y adonnent à la chasse et à la pêche ou y pratiquent le canot, le ski de randonnée, le camping et d'autres activités récréatives. En plus d'être sources de détente et de mieux-être, ces activités injectent près de 600 millions de dollars dans notre économie.

Pour un nouvel

équilibre

forestier

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



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

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

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

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

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



Université du Québec

LE RÉSEAU DE L'EXCELLENCE

LA FACE CACHÉE D

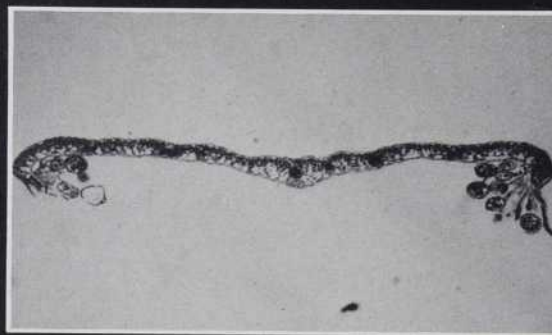


1) Les sporanges, matériel de reproduction des fougères. (Gros plan, section gauche de la photo 4).

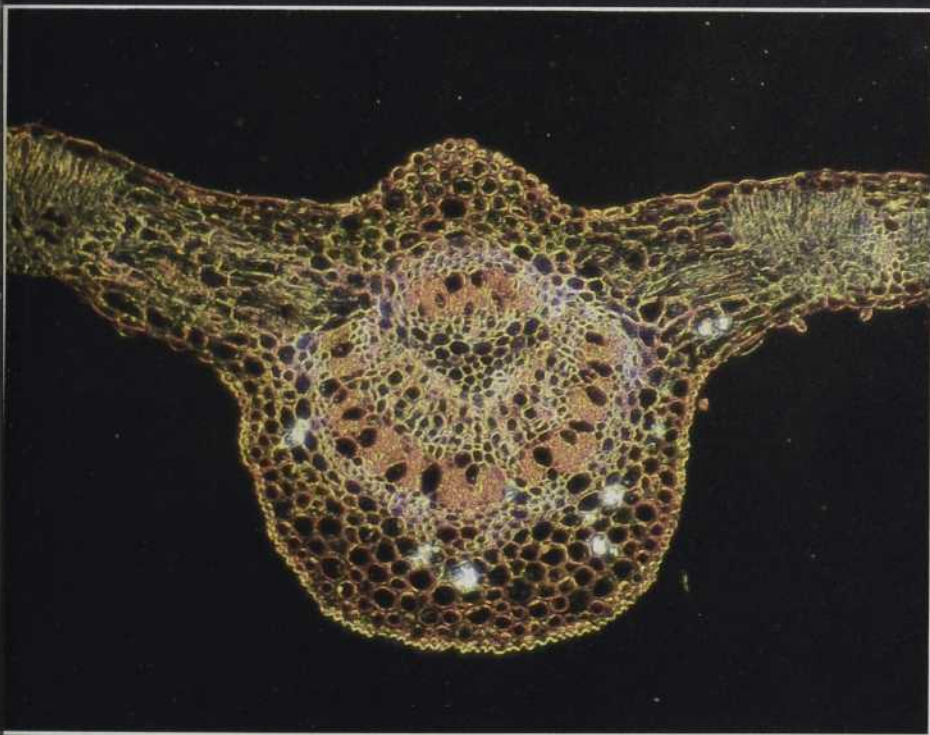
2) et 3) La feuille de lumière (photo 2) de l'érable est plus épaisse que la feuille d'ombre (photo 3).

4) Coupe transversale de la fronde d'une fougère.

5) Autre type de fougère. Les sporanges (en noir) se retrouvent un peu partout sur la feuille.



LES FEUILLES



TEXTES
ET PHOTOGRAPHIES
ÈVE-LUCIE BOURQUE

La microscopie nous permet de mieux saisir l'évolution des structures végétales

Voilà de cela environ 395 millions d'années, des plantes aquatiques macroscopiques commençaient à coloniser la terre ferme.

Des découvertes géologiques démontrent que cette migration fut provoquée par des sécheresses intermittentes à la surface du globe. Cependant, l'aptitude à s'implanter dépendait de la capacité de se développer en fonction de la fertilité du sol.

Depuis cette importante adaptation climatique des cellules, ce premier « pas », cette première trace de verdure frémissant au vent, les plantes ont énormément évolué. La diversification a été la règle dans l'évolution des structures végétales et les mutations n'ont pas été le fruit du hasard.

Grâce à la microscopie optique, la face cachée des feuilles, leur architecture intime, nous est dévoilée. Et dans cet essai photographique, nous vous proposons d'explorer la diversité des aiguilles de pin, des feuilles d'érable et des fougères.

En quoi le tissu foliaire de ces trois partenaires de notre flore est-il si différent? Comment réagit-il à la lumière? À la chaleur? Quelles stratégies ces plantes ont-elles élaborées pour mieux adapter leur mode de vie au milieu naturel?

DES FOSSILES VIVANTS

«Soulignons tout d'abord que la fougère et le pin sont de véritables fossiles vivants comparativement à

Mes remerciements à M. Pierre Lalonde, technicien du Département des Sciences forestières, qui m'a aidé à réaliser ces photos. È.-L. B.

l'érable et aux autres essences feuillues, chez lesquelles on peut observer, entre autres, une évolution poussée des structures qui conduisent la sève», explique Jean-Robert Thibeault, professeur de biologie et de physiologie des plantes à l'Université Laval.

La feuille aussi présente des signes d'adaptation très marqués. Chez les plantes dont nous traitons dans cet article, la fougère a eu comme stratégie de développer un tissu foliaire souvent imposant pour augmenter au maximum la surface qui lui permet de capter l'énergie lumineuse, puisqu'elle pousse souvent à l'ombre. Soulignons aussi que, chez les fougères, les structures servant à la reproduction se trouvent sur les feuilles elles-mêmes, aussi appelées frondes (photos 1, 4 et 5).

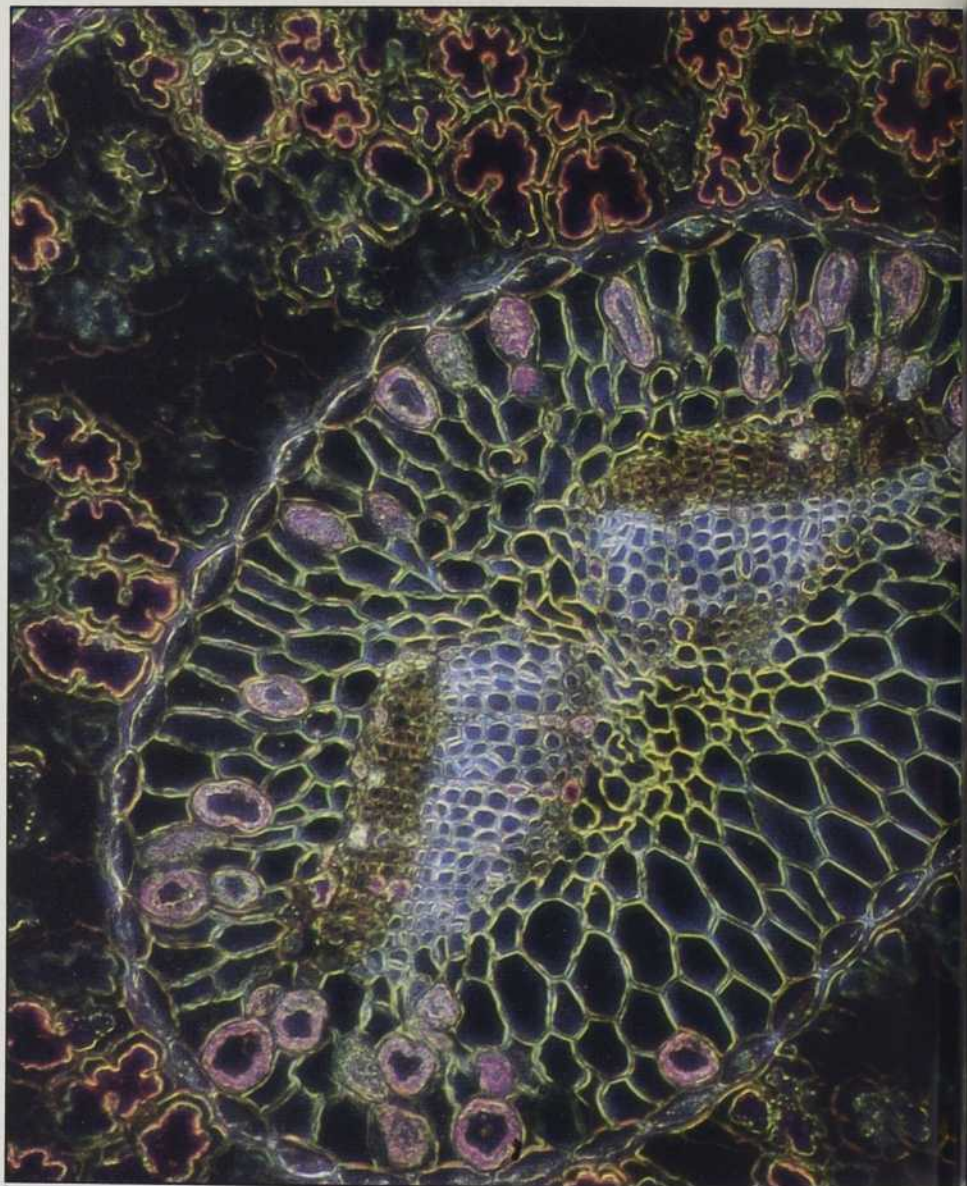
«Le pin, quant à lui, est venu après dans l'échelle évolutive. Il a produit des aiguilles qui n'étaient rien d'autre que des tiges capables de photosynthèse (photos 6, 7 et 8), alors que, bien plus tard, l'érable acquiert une feuille capable de remplir au mieux la fonction primaire, qui est de capter la lumière», souligne mon interlocuteur (photos 2 et 3).

ACCROCHER LA LUMIÈRE

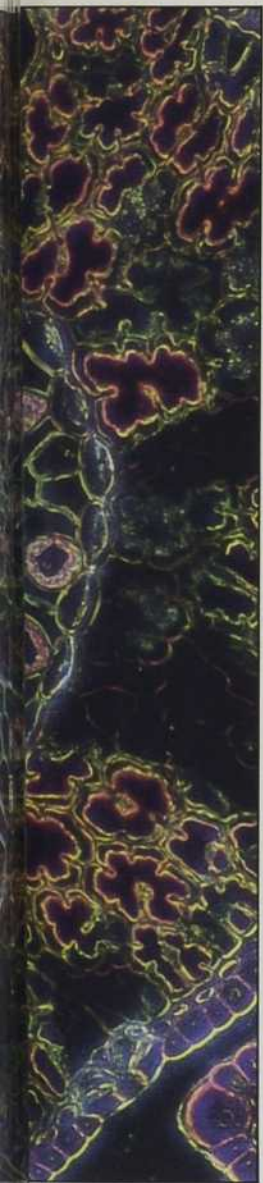
La photosynthèse constitue un mécanisme universel. Ainsi, les fougères, les conifères et les feuillus exploitent l'énergie du rayonnement lumineux de la même façon, grâce à des pigments photosensibles communs. C'est grâce à ce phénomène que la plante obtient l'énergie nécessaire à tous les autres processus physiologiques.

«On peut considérer la photosynthèse comme une réaction comprenant deux étapes essentielles: la phase lumineuse, qui est la captation proprement dite de l'énergie de la lumière et le fractionnement de molécules d'eau. Vient ensuite la phase sombre où le gaz carbonique atmosphérique est transformé en sucres, c'est-à-dire en nourriture pour les tissus végétaux», explique M. Thibeault.

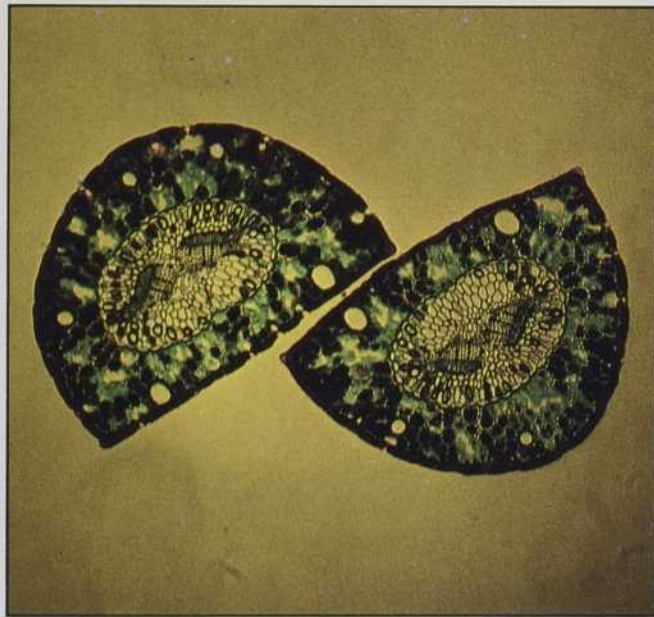
«Et on ne saurait trop insister sur les bienfaits de la phase lumineuse



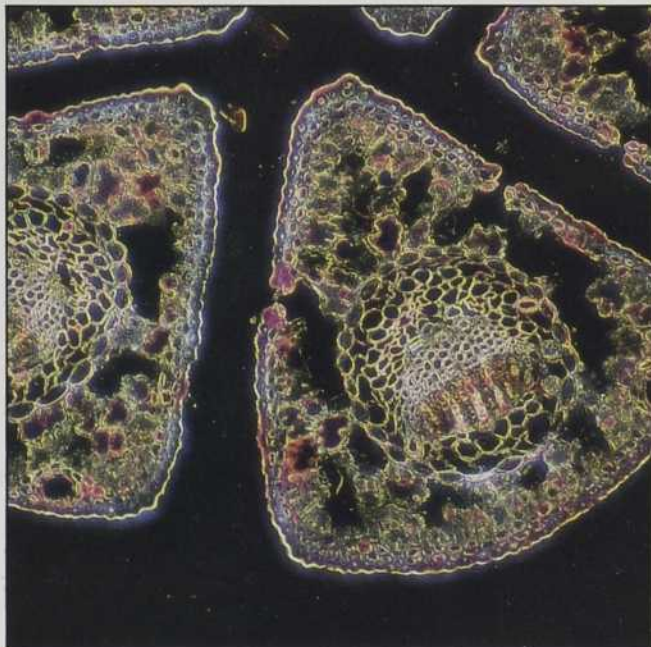
- 6) Coupe transversale d'une aiguille de *Pinus resinosa*.
- 7) Le faisceau de deux aiguilles du *Pinus resinosa*.
- 8) Coupe montrant en partie le faisceau de cinq aiguilles du pin blanc. Les ouvertures extérieures sont des stomates.



6



7



8

pour l'homme, poursuit-il, puisque l'arbre produit une quantité importante d'oxygène à ce moment-là. Un arbre adulte de taille moyenne rejette suffisamment d'oxygène dans l'atmosphère pour alimenter la respiration de trois adultes.»

On distingue des feuilles d'ombre et des feuilles de lumière, une spécialisation déterminée par leur emplacement dans la couronne végétale (photos 2 et 3). Une activité photosynthétique intense se fera inévitablement dans les feuilles de lumière, situées aux endroits les plus exposés.

DE LA MER À LA TERRE

Aiguilles et feuilles se protègent de l'ardeur des rayons par des couches de protection. «Celles-ci ont ni plus ni moins le même effet que des verres fumés», explique M. Thibeault.

L'activité photosynthétique est d'ailleurs suspendue lorsque les rayons se font trop violents et que survient un stress hydrique. Plus tard, dans l'après-midi, les cellules aptes à la photosynthèse reprennent leurs activités, après réhydratation progressive des tissus.

De plus, pour lutter contre la chaleur, les feuilles et les aiguilles ont mis au point un important mécanisme de climatisation. Celle-ci est assurée par des milliers de petits trous, les stomates, qui criblent leur surface.

Selon M. Thibeault, «les stomates sont de véritables tourniquets qui contrôlent, d'une part, l'entrée du gaz carbonique pour la photosynthèse et, d'autre part, la sortie de la vapeur d'eau dans l'évapotranspiration». En réglant le «débit» d'évapotranspiration, les stomates rafraîchissent constamment les tissus foliaires. Ce sont des climatiseurs extrêmement efficaces.

Depuis des millénaires, le couvert végétal élabore des stratégies multiples pour améliorer son adaptation. Ainsi, le feuillage «de mer» des algues a partiellement muté en feuillage «de terre». Et toute cette verdure contribue depuis à fournir à l'homme de l'oxygène, cette denrée précieuse dont on ne saurait se passer. □

ANIMAUX SANS PASSEPORT

Le commerce international et la contrebande font payer un lourd tribut aux espèces exotiques

BENOÎT CHAPDELAINE

P principale porte d'entrée en Amérique du Nord pour les animaux en provenance des autres continents, Miami peut se vanter d'offrir à ses hôtes un climat à peu près identique à celui de leur région d'origine. Ici, les panthères, serpents venimeux et autres espèces exotiques arrivent, comme les vacanciers sur la plage, par dizaines de milliers chaque année. Avec une différence majeure : les animaux, contrairement aux humains, n'ont pas choisi leur destination.

L'une de ces destinations est le Metrozoo de Miami. Établi sur le site d'une ancienne base aéronavale, point d'arrêt pour les défunts zeppelins, ce jardin zoologique fondé à l'aube des années 80 est un modèle mondial pour la qualité de vie qu'il offre à ses animaux. Les tigres et les antilopes gambadent dans de vastes espaces délimités par de simples fossés, sans

clôture. Les oiseaux ne sont pas enfermés dans des cages exiguës, mais planent librement dans une gigantesque volière à la végétation luxuriante. Bref, le Metrozoo, c'est un peu le paradis des animaux en captivité.

Malheureusement pour eux, les animaux exotiques qui arrivent à Miami sont loin d'être tous destinés à d'aussi agréables conditions de vie. William « Bill » Zeigler, responsable de l'administration du Metrozoo de Miami, connaît particulièrement bien la question. Il est aussi président du comité d'import-export pour l'Association américaine des zoos et aquariums (AZA). Selon lui, un animal sur cinq entre en fraude aux États-Unis. Beaucoup arrivent au pays par la frontière mexicaine, véritable passoire pour les animaux comme pour la drogue. D'autres, dont la provenance est volontairement falsifiée, échappent au contrôle douanier dans les aéroports, surtout



le soir et les week-ends, où les services sont allégés. Et les coupables ne sont pas les jardins zoologiques, mais des commerçants sans scrupules qui accélèrent l'extinction d'une espèce en la distribuant dans les *pets shops* ou en les vendant à des manufactures de chaussures en peau de serpent ou de crocodile.

DES MILLIONS D'AMATEURS

« On peut dire que 85% des animaux que possèdent les zoos ne proviennent pas du milieu sauvage », indique



Dave Currey / E.I.A.

Zeigler, dans son bureau encombré d'encyclopédies, de diplômes d'honneur et de dépliants publicitaires, dont celui du jardin zoologique de Québec. «En fait, seulement 5% des importations totales d'animaux exotiques sont destinées aux zoos.» La grande majorité des primates sont achetés par des laboratoires de recherche, alors que reptiles et perroquets vont garnir en grand nombre les appartements de millions d'amateurs.

Les États-Unis sont les plus grands importateurs mondiaux d'animaux exotiques. Chaque année 700 millions

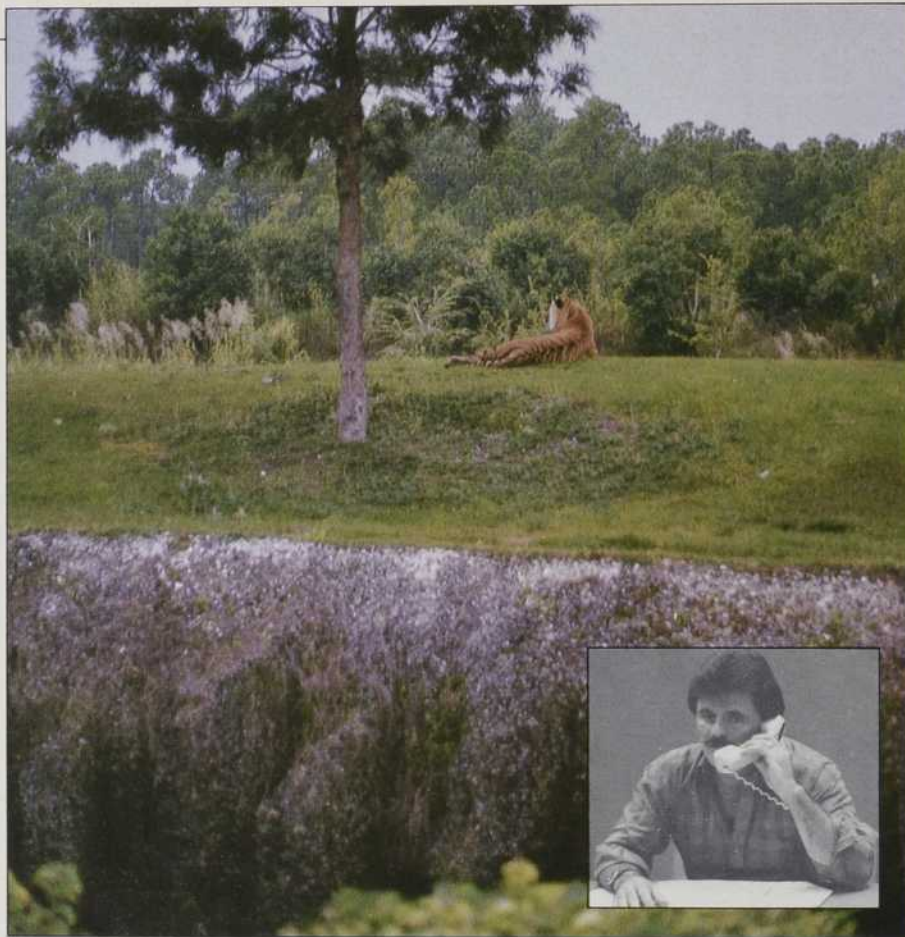
d'oiseaux, 125 millions de poissons tropicaux, 400 000 reptiles et 14 000 primates traversent les frontières. Ce sont les reptiles qui rapportent le plus: 145 millions de dollars, en incluant les produits manufacturés comme les sacs à main ou les chaussures en crocodile.

Selon le World Wildlife Fund, dont le quartier général est à Wash-

Les oiseaux exotiques font l'objet d'un trafic lucratif. Ici, des perroquets du Sénégal entassés dans une caisse pour le transport aérien.



Animal Welfare Institute



Benoît Chapdelaine

Le Metrozoo de Miami est un modèle pour la qualité de vie qu'il offre à ses animaux. Selon son administrateur, William Zeigler, un animal sur cinq entre en fraude aux États-Unis.

ington, un tiers des animaux importés à Miami y entrent en fraude. À l'aéroport international de Miami, les cinq agents de douane préposés à la faune signalent qu'ils ne peuvent tout vérifier. «Des semaines, c'est 10% de la marchandise; d'autres semaines, c'est 100%», reconnaît le sergent Rogers. Et ce, malgré la rigidité de la Convention sur le commerce international de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction (CITES).

UN MARCHÉ PROSPÈRE

La CITES, c'est un peu la bible des commerçants d'animaux exotiques. Plus de 90 pays souscrivent à cette convention, dont le Canada, les États-Unis, l'URSS, la Chine et la plupart des pays du Tiers monde. En vigueur depuis 1975, la CITES permet de contrôler et de suivre l'évolution du marché, tout en limitant par des permis l'importation et l'exportation de certaines espèces rares ou menacées.

Pour se procurer des animaux de l'étranger, l'acheteur a le choix: il peut contacter les autorités ou un jardin zoologique du pays exportateur, s'adresser directement à des éleveurs ou à des chasseurs en poste là-bas ou encore utiliser les services d'une agence spécialisée dans le commerce d'animaux.

Zoological Imports Unlimited est l'une de ces agences. Située à dix minutes de l'aéroport international de Miami, on trouve dans ses locaux 200 primates, renards, serpents venimeux et autres bêtes en attente de départ vers une nouvelle destination. Le commerce est rentable: les profits frisent les 100 000 dollars par année. À titre d'exemple, un macaque rhésus, sorte de grand singe, se vend 800\$ l'unité, une tortue de Birmanie, 900\$ et un grand fourmilier, 2 500\$.

Cela n'empêche pas Thomas Goldsmith, le vétérinaire de l'endroit, de trouver son travail déprimant. «Le temps que j'accorde aux animaux, avoue-t-il, dépend essentiellement de leur valeur sur le

LE CAS ZIRA

Vous vous rappelez de Zira? C'est la jeune gorille camerounaise qui a fait les belles heures du zoo de Granby à l'été 1984. Après un séjour au jardin de Toronto, Zira est maintenant détenue à Buffalo, hors de l'atteinte du public. On a découvert à la fin de l'été 1984 qu'elle était porteuse de la tuberculose, bien qu'elle n'en manifeste encore aucun symptôme. Selon Louise Beaudin, l'ex-vétérinaire du zoo de Granby, c'est un véritable miracle qu'il n'y ait pas eu d'épidémie chez les nombreux enfants en bas âge qui l'ont touchée pendant sa tournée de promotion.

Les circonstances de l'achat de Zira sont demeurées mystérieuses. La version officielle veut que des éleveurs de gorilles camerounais aient envoyé Zira au Canada parce qu'elle était une pauvre orpheline dont les deux parents avaient été tués par des indigènes. Une autre version, circulant dans les groupes de défense des animaux, voudrait que ces éleveurs exécutent eux-mêmes les gorilles adultes pour pouvoir disposer des bébés et les revendre à gros prix sur le marché international. Or, la vente de gorilles nés à l'état sauvage est interdite depuis 1975.



Sigma

Bill Zeigler est lui aussi convaincu que des éleveurs tuent eux-mêmes les gorilles adultes pour pouvoir vendre les petits et pense que cela a été le cas à l'origine de l'arrivée de Zira au zoo de Granby. Il a des soupçons précis, mais ajoute qu'il est bien difficile de prouver quoi que ce soit lorsqu'un commerçant agit en pleine jungle africaine, dans un pays du Tiers monde pour qui le contrôle du commerce animal est loin d'être une priorité.



Animal Welfare Institute

Malgré les normes imposées aux compagnies aériennes, les conditions de transport sont souvent déplorables. Le taux de mortalité est très élevé, surtout pour les primates.

marché. Par exemple, je ne peux m'occuper de chaque oiseau individuellement. Pour les examiner, je dois me contenter d'un échantillon et s'ils ont besoin de médicaments, je dois les ajouter à leur nourriture. Il est alors difficile d'évaluer la dose consommée. Il y a aussi le fait que les animaux manquent de soleil et qu'ils arrivent souvent ici en mauvais état.»

UN VOYAGE PARFOIS MORTEL

Le taux de mortalité des animaux entre le moment de la capture et la fin de la quarantaine dans le pays importateur est parfois effarant. Selon une enquête menée à travers le monde entre 1977 et 1983 par l'Environmental Investigation Agency de Londres, ce taux peut atteindre 50% pour les primates importés aux États-Unis. Cet organisme reproche particulièrement à l'Éthiopie, à la Tanzanie et au Sénégal leur manque de vigilance dans l'expédition d'animaux sauvages. Ceux-ci peuvent se retrouver plusieurs jours sans nourriture et sans eau ou être littéralement empilés les uns sur les autres, ce qui entraîne des décès par suffocation ou par manque d'aliments.

Les cages, souvent trop étroites, sont aussi mal ventilées ou construites avec des matériaux toxiques, bien que les lignes aériennes soient de plus en plus sévères à l'égard des expéditeurs.

Depuis 1974, les compagnies aériennes utilisent un guide conçu expressément à leur intention par l'International Air Transport Association (IATA). Ce guide volumineux décrit les grandeurs minimales des cages utilisées pour le transport de chaque espèce sauvage. Mais encore faut-il que les agents de douane s'y connaissent assez pour identifier les différentes espèces. Il arrive que les compagnies aériennes aient à débours des amendes pour ne pas avoir été assez vigilantes.

Ce fut le cas d'Air Canada il y a quelques années. Sur un envoi de dix loutres des rivières à destination de Londres, deux seulement ont survécu. Les cages d'expédition, mal aérées, ne répondaient pas aux normes fixées par l'IATA. Air Canada a dû payer une amende de 3 000\$.

DESTINATION: CANADA

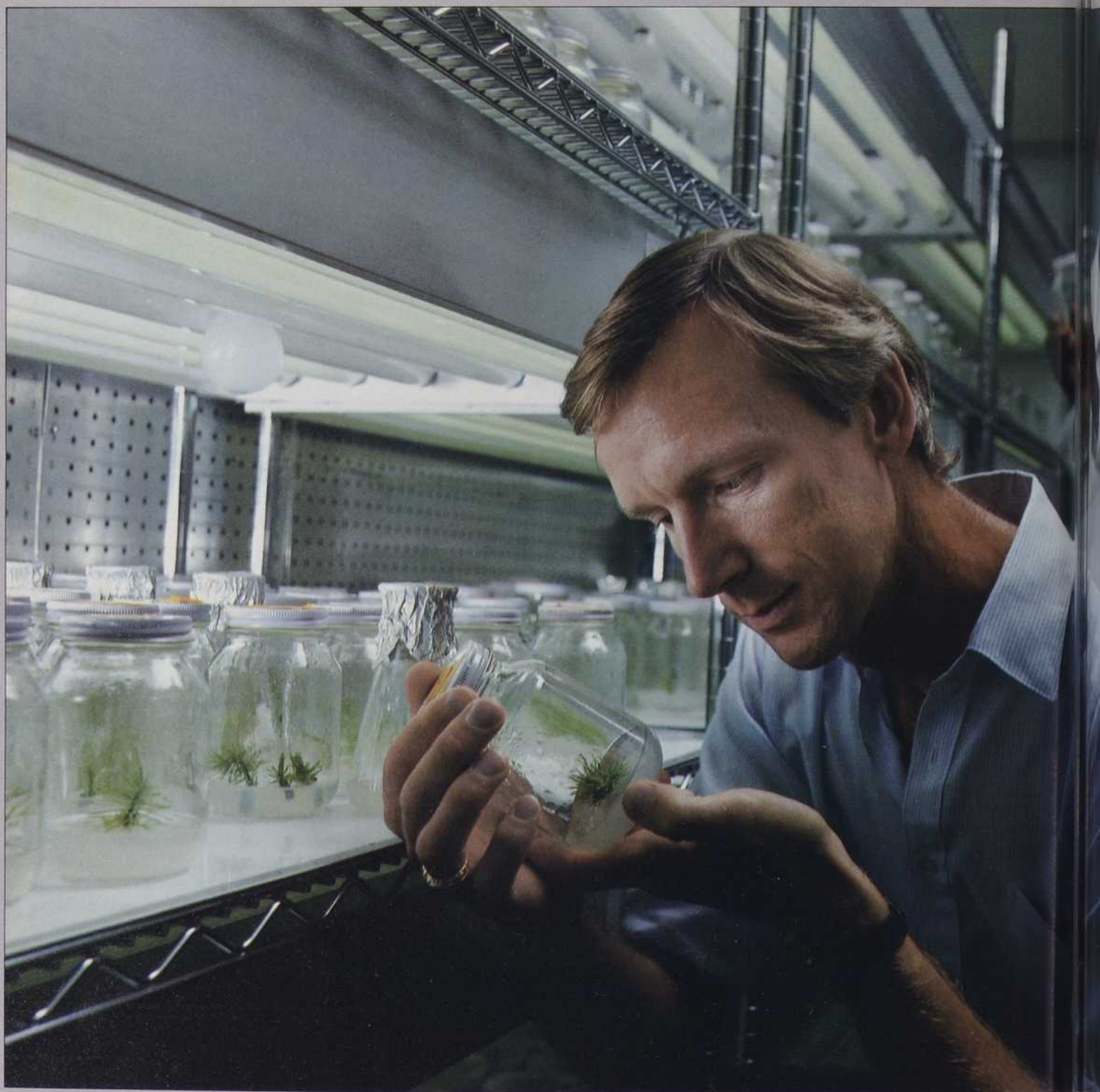
Au Canada, les animaux exotiques arrivent surtout à Montréal et à Vancouver. Et ce sont surtout les

oiseaux, semble-t-il, qui intéressent les Canadiens. Ici comme ailleurs, les agents de douane doivent être vigilants: beaucoup de gens ramènent au pays des produits dérivés d'animaux, sans savoir qu'ils sont interdits d'entrée. C'est le cas notamment des sculptures et objets en ivoire (1 000 saisies au Canada en 1984) et des bracelets de montre en peau de lézard ou de crocodile.

Le docteur Bertrand Labonté, responsable des importations pour le Québec, raconte le cas d'un trafiquant qui fut découvert de façon cocasse, lorsqu'un inspecteur aperçut des oiseaux s'échappant de la salle de toilette. Souvent, les oiseaux sont trimbalés dans des sacs à double fond ou à double paroi que les inspecteurs repèrent par les petits orifices percés expressément pour la respiration.

Le Québec est un importateur d'animaux de premier rang au Canada. On y retrouve la seule agence commerciale canadienne accréditée par l'Association américaine des zoos et aquariums. Établie à Laval, Interzoo fournit les jardins zoologiques québécois depuis 1968. On trouve également dans la région de Montréal un représentant de la firme Charles Meyers, un important grossiste international spécialisé dans la vente d'animaux à des fins de recherche.

Les jardins zoologiques ont beau éduquer de plus en plus leur public pour lui faire comprendre qu'il est important de préserver les espèces en voie de disparition, cela n'empêche pas nombre d'entre elles de disparaître chaque année. Le commerce international est à lui seul une importante cause de mortalité, à laquelle s'ajoute le fait que les activités humaines empiètent de plus en plus sur les derniers espaces sauvages de la planète. Les bêtes sauvages sont trop souvent à la merci des humains, qui en disposent comme bon leur semble, soit pour se divertir, soit pour tester sur eux les moyens d'assurer leur propre survie. C'est que depuis longtemps déjà le roi et maître absolu de la jungle n'est plus le lion, mais l'être humain, la plus destructrice de toutes les espèces. □



Dans son laboratoire de l'Institut de biotechnologie des plantes, à Saskatoon, David Dunstan observe de jeunes pousses de conifères, obtenues par micropropagation.

Ce reportage a été, en partie, rendu possible grâce au programme d'appui à la sensibilisation du public aux Sciences et à la Technologie du gouvernement du Canada.

FRANÇOIS GOULET

Biotechnologie

LES GROS ET LES PETITS

Foresterie, pêche, mines, agriculture:
la recherche en biotechnologie
est devenue une question de survie
pour le secteur primaire canadien

Il y a deux ans, le Conseil des sciences du Canada rappelait, que, partout dans le monde, les industries du secteur primaire (agriculture, alimentation, pêche, foresterie) bénéficient de plus en plus d'investissements importants en biotechnologie. Ces industries accroissent leur productivité et menacent les secteurs les plus importants de l'industrie canadienne. «Pour conserver et, autant que possible, renforcer sa place sur les marchés internationaux, le Canada doit s'engager de pied ferme dans l'aventure biotechnologique», lançait le Conseil, dans son rapport sur les biotechnologies et le secteur primaire canadien.

Plant Biotechnology Institute

Deux ans plus tard, où en est-on? Le Conseil national de la recherche ne dénombre que 26 entreprises canadiennes qui font de la recherche et du développement dans les secteurs de l'agriculture, de la foresterie et des mines. Leur taille varie beaucoup, depuis la PME de 10 employés jusqu'aux géants créés à même les fonds publics. *Québec Science* a choisi de vous en faire visiter trois, qui sont représentatives de la variété des travaux dans ce domaine. Et nous avons ajouté à ces entreprises un centre de recherche fédéral, puisque pour 65 millions de dollars dépensés en recherche et développement par l'industrie canadienne en 1985, le gouvernement fédéral en a dépensé 31 millions.

UNE COMPLAINTÉ CONNUE

«En 1982-1983, 182 000 hectares de forêt ont été coupés en Colombie-Britannique, alors que seulement 93 000 ont été reboisés.» La plainte que répète David Dunstan, directeur du programme de biotechnologie appliquée aux conifères, à l'Institut de biotechnologie des plan-

tes (PBI) de Saskatoon s'applique à toutes les régions du Canada, et on l'entend depuis plusieurs années. Les conifères sont à la base de l'industrie forestière canadienne, une industrie qui représente plus d'exportations pour le pays que l'agriculture.

Le programme de recherche que dirige David Dunstan vise à faire bénéficier les conifères des techniques de biotechnologie qui ont été mises au point chez PBI. Cet institut est un des trois maillons de la recherche en biotechnologie menée par le Conseil national de la recherche du Canada (CNRC), les deux autres étant à Ottawa et à Montréal. Mais alors que l'Institut de biotechnologie de Montréal vient à peine d'ouvrir ses portes, PBI est implanté à Saskatoon depuis 1948.

À l'époque, c'était une station de recherche axée sur l'agriculture dans les prairies. «Mais nous faisons déjà de la biotechnologie sans le savoir», déclare en souriant le directeur de l'institut, Warren Steck. L'institut travaillait en effet sur la fermentation, la plus ancienne utilisation de micro-organismes. Mais le terme «biotechnologie» n'est utilisé que depuis la fin des années 70.

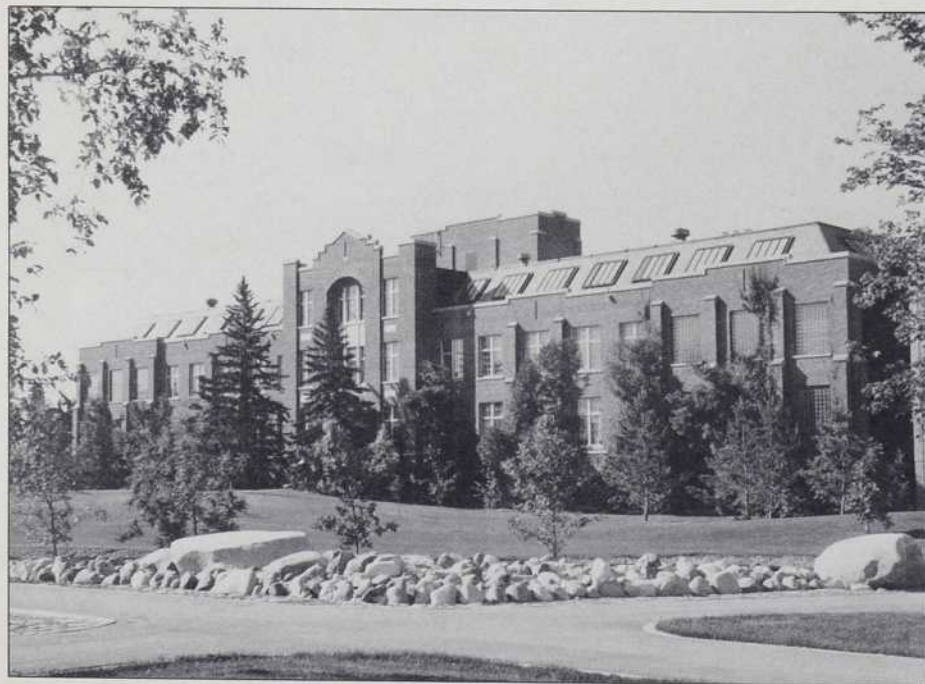
Aujourd'hui, les 100 employés de PBI, dont 42 chercheurs, forment l'avant-garde canadienne de la recherche en biotechnologie des plantes. Leurs travaux visent essentiellement à introduire des gènes étrangers d'insectes, de poissons, de virus dans des céréales et autres cultures, pour les rendre plus résistantes au froid, aux insectes, à la maladie, à la sécheresse.

Warren Steck se montre particulièrement fier des travaux réalisés dans le domaine de la micropropagation. Cette technique permet de faire pousser une copie conforme d'une plante à partir d'une seule de ses cellules. C'est aujourd'hui une méthode couramment utilisée, notamment dans la culture en serres (voir *Québec Science*, avril 1987). «Les principales techniques de la micropropagation ont été mises au point ici, chez PBI», affirme Warren Steck.

VOTRE GÈNE PRÉFÉRÉ

Un des objectifs du groupe de David Dunstan est justement d'appliquer la micropropagation aux conifères. Actuellement, les pousses pour le

PBI, à Saskatoon, est le frère aîné de l'Institut de biotechnologie de Montréal. «Dès 1948, PBI faisait de la biotechnologie sans le savoir», déclare son directeur, Warren Steck.



Plant Biotechnology Institute





Giant Bay Biotech

Cette photo au microscope électronique montre, agrandis 12 000 fois, des *Thiobacillus ferrooxidans*, mangeant des cristaux de pyrite et libérant les métaux précieux qui y sont emprisonnés.

reboisement sont produites en greffant de jeunes branches aux racines d'un arbre plus avancé. Les résultats de ces croisements sont souvent aléatoires, et c'est un procédé très long. La micropropagation des conifères permettrait d'obtenir rapidement autant de copies que l'on veut d'un arbre qui possède des caractéristiques désirées. «Il faut attendre 25 ans pour produire des arbres semblables avec les techniques actuelles de croisement, contre six mois à un an avec la micropropagation», affirme Warren Steck.

L'idéal est encore de pouvoir introduire chez un arbre des caractéristiques génétiques précises. Ce genre de manipulation est appelé la recombinaison génétique. C'est le deuxième objectif du programme de biotechnologie appliquée aux conifères. David Dunstan parle, entre autres, d'introduire chez les conifères des gènes du B. T. (*Bacillus thuringiensis*), un champignon qui produit une toxine contre les lépidoptères, la tordeuse du bourgeon de l'épinette notamment. Ainsi, les sapins produiraient eux-mêmes leur propre protection. Plus besoin d'arrosage d'insecticides!

La recombinaison génétique est une activité qui occupe près du tiers des chercheurs de PBI. Bill Crosby, directeur de cette division, explique que les végétaux ont été les derniers organismes auxquels cette technique a été appliquée. Les premières manipulations génétiques ont été faites avec des bactéries, dans les années 70. Puis, les techniques ont été appliquées aux cellules humaines et animales, dans le domaine de la santé. Les cellules végétales sont venues en dernier, tout simplement parce qu'elles sont plus complexes.

«Une cellule végétale peut contenir jusqu'à 200 000 gènes», s'exclame Bill Crosby. Il y a plus de possibilités d'expression de ces gènes qu'il n'y a de protons dans l'univers! Il nous manquait une technique permettant d'introduire un gène étranger là où on le veut.»

La technique mise au point par l'équipe de Bill Crosby fait appel aux services d'une bactérie, l'*Agrobacterium tumefaciens* qui a tendance à provoquer des tumeurs dans les cellules végétales. Comme les techniques de recombinaison génétique sont maintenant bien connues pour les bactéries, il est possible de rem-

placer le gène qui cause les tumeurs par ce que Bill Crosby appelle «votre gène préféré». C'est ce gène que la bactérie transmettra à certaines cellules.

Des gènes préférés, les chercheurs du PBI en ont plusieurs. Ils ont réussi à transmettre celui du B.T. à des plants de tabac, et ils cherchent maintenant à l'implanter dans le colza. Ils travaillent aussi à transférer des gènes «antigel» de poissons de l'Arctique à des plants de tomates!

L'enthousiasme de ces chercheurs est assombri par le gel des budgets et la crainte des coupures annoncées par le CNRC. Warren Steck entrevoit deux avenir possibles pour son institut. «Ou bien PBI continue de croître et de s'affirmer internationalement, ou bien il se retrouve à la remorque de la recherche internationale, incapable d'avoir son propre programme.»

LE PASSEPORT DES SAUMONS

PBI, c'est le confort de la recherche gouvernementale, l'exception. À l'autre bout du spectre de la recherche en biotechnologie, il y a des petites entreprises qui font de la recherche à contrat et qui se battent pour survivre. Helix est une de celles-là.

«Helix? Ces gens-là feraient n'importe quoi pour obtenir un contrat», me disait un informateur. Ma première impression tend à le confirmer. Terrance Owen, le président, me fait patienter dans son bureau pendant qu'il termine en catastrophe ce qui me semble être une demande de subvention. Puis, nous visitons les locaux où règne un désordre incroyable, qui contraste avec l'ordre des laboratoires de PBI. Neuf employés se partagent les 1 500 pieds carrés de cette petite entreprise située au sud de Vancouver. Les papiers et les instruments traînent pêle-mêle sur les paillasses. Dans la chambre froide, les éprouvettes s'entassent sur des installations artisanales. À voir tout cela, on a de la difficulté à croire qu'Helix se spécialise dans la purification de protéines.

C'est pourtant le cas, et la compagnie satisfait aux normes de ses clients, au Canada, aux États-Unis, en Europe et au Japon, où les protéines servent à la fabrication de kits de diagnostic du cancer de la prostate et de malformation des fœtus, pour ne nommer que ceux-là.

«La purification de protéines, c'est notre principale source de revenu (*bread and butter*)», m'explique Terrance Owen. Les contrats gouvernementaux en sont une autre. Une des activités les plus originales d'Helix est la détermination de la «nationalité» des saumons pêchés dans le Pacifique, pour le compte de Pêches et Océans Canada.

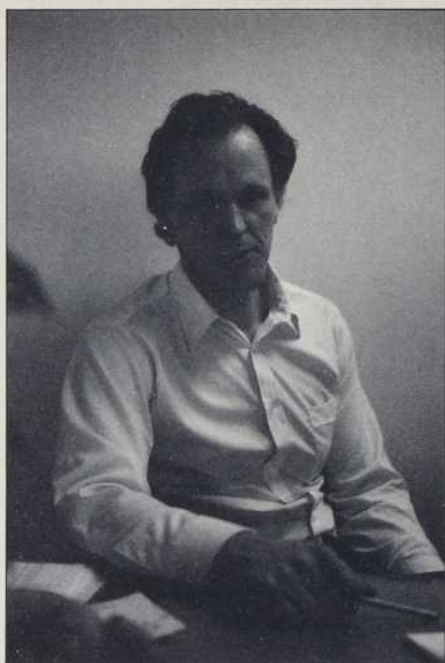
«Les saumons du Pacifique retournent toujours dans les mêmes rivières, explique Terrance Owen. Les populations de chaque rivière ont des caractéristiques génétiques particulières, et les profils génétiques sont connus pour toutes les rivières le long de la côte ouest, depuis l'État de Washington jusqu'à l'Alaska.»

Helix détermine donc le profil génétique d'échantillons de poissons pêchés dans le Pacifique. En fait, il suffit d'étudier l'expression de quelques gènes seulement pour connaître l'origine du saumon. Ces résultats servent à Pêches et Océans pour déterminer la «nationalité» du poisson pêché, et ainsi contrôler les quotas de pêche établis avec les États-Unis.

«Helix est la seule compagnie qui pouvait nous donner les résultats que nous désirons en moins de 48 heures», confirme Alf Stephanson, des bureaux de Pêches et Océans, à Nanaïmo.

DES IDÉES QUI ATTENDENT UN MARCHÉ

Helix s'intéresse aussi aux applications des biotechnologies dans le domaine de l'aquaculture et de l'agriculture. «J'ai lancé cette compagnie il y a sept ans en mettant au point un test qui diagnostique si les vaches laitières sont en chaleur», explique Terrance Owen. Pour les agriculteurs, l'intérêt d'un tel test est réel: s'il est positif, les vaches peuvent être



François Goulet

Terrence Owen, président de Helix:
«Il faut être très patient dans ce domaine.»



En étudiant le profil génétique d'un saumon, Helix peut déterminer sa rivière d'origine.

inséminées, devenir enceintes, et ainsi produire plus de lait.

Helix a aussi créé des produits pour l'élevage du saumon, une industrie en pleine expansion en Colombie-Britannique. En 1982, la compagnie concevait un test pour diagnostiquer une infection des reins qui rend le saumon impropre à la consommation. Par la suite, elle mettait au point un test pour déterminer le sexe des saumons.

Avant leur maturité, rien ne distingue les saumons mâles des femelles. Or, les mâles deviennent rapidement agressifs, s'attaquent aux femelles et diminuent le rendement d'un élevage. Avec un test de détermination du sexe, l'aquaculteur pourrait éventuellement élever séparément les mâles et les femelles.

Aucun de ces produits n'a atteint le stade de la mise en marché. Selon Terrance Owen, le diagnostic des maladies du saumon d'élevage ne fait pas partie des priorités du Conseil des sciences de la Colombie-Britannique pour les subventions. «Et les aquaculteurs sont trop occupés à mettre sur pied leur élevage pour se préoccuper de la santé et de la qualité de leur production», se plaint-il.

Malgré tout, Terrance Owen, demeure optimiste: «Il faut être très patient dans ce domaine; il est très difficile d'établir un nouveau produit dans un secteur de pointe.»

LES BACTÉRIES QUI MANGENT DES PIERRES

Giant Bay Biotech, c'est une autre petite entreprise de Vancouver qui fait de la recherche en biotechnologie appliquée au secteur primaire. Cette compagnie se spécialise dans une des applications les plus originales de la biotechnologie: la concentration de minerais précieux par des bactéries.

«Giant Bay est probablement un des deux ou trois leaders mondiaux dans l'utilisation de bactéries pour la concentration de minerai d'or et d'argent», assure Bob Pendreigh, de la firme de génie conseil Wright Engineers, de Vancouver.

Les bactéries sont utilisées depuis près de 40 ans dans le sud des États-Unis pour récupérer de façon économique les faibles quantités de cuivre que contiennent les rebuts d'exploitation à ciel ouvert. On les utilise aussi depuis peu au Canada, pour la concentration du minerai d'uranium.



Giant Bay Biotech

À son laboratoire, Giant Bay Biotech cherche à déterminer les conditions d'opération optimales pour la bioconcentration du minerai.

Tout a commencé en 1947, alors que deux chercheurs de la Colombie-Britannique tentaient d'expliquer pourquoi des mines de charbon abandonnées produisaient des concentrations d'acide. Ils découvrirent au fond d'une mine une bactérie, la *Thiobacillus ferrooxidans*, qui accélère plusieurs centaines de milliers de fois la conversion naturelle de la pyrite, un minerai commun, en acide sulfurique.

« Cette bactérie mange de la pierre comme nous mangeons du steak », s'exclame Albert Bruynesteyn, président de Giant Bay Biotech. « Et elle est sans danger pour l'homme, les animaux et la végétation. »

« Elle est exceptionnellement résistante », ajoute Ralph P. Hackl, directeur de la recherche. « Des concentrations de 100 milligrammes de cuivre ou de zinc par litre tueraient n'importe quelle autre bactérie. Or, celle-ci peut supporter des concentrations allant jusqu'à 50 000 mg de cuivre et 150 000 mg de zinc par litre ! »

Malgré l'exemple des mines de cuivre, le reste de l'industrie minière est plutôt réticent à considérer les bactéries comme un instrument de travail économique. « Peut-être parce que le monde des bactéries est étran-

ger aux mineurs, habitués à penser en terme de dynamite et de broyeurs géants », estime Albert Bruynesteyn.

COMME UN RAISIN

Giant Bay Biotech a été fondé en 1984 par Bruynesteyn, alors chercheur pour BC Research, l'équivalent du Centre de recherche industriel du Québec. Convaincu que *Thiobacillus ferrooxidans* pouvait extraire l'or et l'argent de la pyrite, Bruynesteyn s'est associé avec une compagnie minière, Giant Bay Resources, qui lui a avancé deux millions de dollars pour trouver les conditions optimales de « travail » de la bactérie : concentration, aération, température.

« L'or et l'argent sont comme emprisonnés dans la pyrite, un peu comme les pépins dans un raisin, explique Ralph P. Hackl. La bactérie mange la pyrite et laisse intacte les métaux précieux. »

Pour démontrer la faisabilité du processus, on a construit une usine pilote, à Discovery Park, en banlieue de Vancouver. Les résidents de cet incubateur d'entreprises de haute technologie, en majorité des concepteurs de logiciels, n'ont pas manqué

de jaser lorsque Giant Bay Biotech s'est amené avec ses trois tonnes de minerai à traiter, l'industrie minière étant autrement plus salissante que la conception de logiciels.

L'usine pilote a montré que la bactérie pouvait consommer un minerai d'une teneur variant entre 20 et 250 ppm (parties par million) de métaux précieux, et le concentrer jusqu'à 1 000 ppm. La solution obtenue est ensuite purifiée par des acides. Giant Bay Resources étudie maintenant la possibilité d'implanter une usine de bioconcentration sur l'une de ses mines.

Parallèlement, Giant Bay Biotech met au point un autre procédé. La concentration, au lieu de se faire en réacteur, se ferait à l'air libre. La bactérie serait tout simplement pulvérisée sur un amoncellement de minerai. Même si la concentration prend plusieurs mois, l'avantage est considérable, estime Albert Bruynesteyn : un faible investissement en capital, qui permettrait de rentabiliser de petites opérations minières. De plus, si le minerai à traiter contient de l'arsenic ou de l'antimoine, *Thiobacillus ferrooxidans* convertirait ces polluants en produits assimilables par l'environnement. Dans tous les cas, la bioconcentration du minerai est un procédé moins polluant que le brûlage traditionnel, qui libère dans l'environnement le bioxyde de soufre à l'origine des pluies acides.

« Les bactéries sont les meilleurs travailleurs qu'un employeur puisse rêver d'avoir, conclut Albert Bruynesteyn : elles travaillent 24 heures par jour, ne prennent jamais de pause-café et ne font jamais la grève ! »

PARTI DE RIEN

Notre tournée se termine en banlieue de Toronto, chez Allelix, qui occupe une place à part dans la recherche canadienne en biotechnologie. À part, parce que c'est la plus grosse, la seule qui se compare avec les géants internationaux. À part aussi, parce qu'elle est partie de rien.

« En 1981, Labatt a senti qu'il était temps de se diversifier dans des



François Goulet

Jim Castagno devant des plants de colza résistants aux herbicides, produits par Allelix.

technologies nouvelles», explique Graham Strachan, anciennement de cette compagnie et maintenant vice-président d'Allelix. «Il n'y avait pas de compagnie canadienne à vendre à cette époque. Aux États-Unis, c'était la grande vogue de la biotechnologie et les parts dans des compagnies étaient très chères. Des fonctionnaires nous ont dit que la Corporation canadienne de développement (CDC) était sur la même piste que nous, et nous ont mis en contact...»

Le résultat de cette rencontre, ce fut que John Labatt Ltée, la CDC et le gouvernement ontarien ont réuni 90 millions de dollars pour fonder Allelix. Les quelque 200 employés d'Allelix sont installés à Mississauga, une banlieue industrielle de Toronto, dans un immeuble ultramoderne qui ressemble moins à une usine qu'à un centre commercial. La compagnie s'intéresse à tous les secteurs d'application des biotechnologies: santé, agro-alimentaire et agriculture.

Allelix ne prévoit aucun profit avant 1992. Lorsqu'on fait remarquer à Graham Strachan que cela semble long, il réplique: «Même Genentech, le géant américain de la biotechnologie, n'a vendu son premier produit qu'en 1985, neuf ans après sa création.»

Ce qui n'empêche pas Allelix d'avoir des succès à son actif. Il y a un

an, la compagnie annonçait qu'elle avait obtenu des plants de colza à la fois mâles stériles et résistant à l'herbicide triazine. Parce que ces plants serviront à la production de semence de colza, Allelix veut empêcher qu'ils s'autofertilisent, d'où l'intérêt de la stérilité mâle. Quant à la résistance à l'herbicide, elle permettra d'utiliser la triazine pour lutter contre les mauvaises herbes qui détruisent annuellement 500 000 hectares de colza, dans l'Ouest canadien. La triazine est normalement toxique pour le colza.

La culture du colza est celle qui connaît la plus forte croissance dans le monde. Au Canada, on en cultive trois millions d'hectares. Mais l'argument de marché n'est pas le seul avantage du colza pour Allelix. «La 'famille' du colza contient en elle une grande variété de caractéristiques génétiques, qui peuvent facilement être échangées entre les membres, explique Jim Castagno, gérant commercial de la division agriculture. Un des proches parents du colza est le navet, un autre est le brocoli, un autre le chou-fleur.»

Malgré cette variété génétique, la présence dans une même plante de la stérilité mâle et de la résistance à la triazine, n'aurait pu être obtenue par simple croisement. Allelix n'a pas fait appel à la recombinaison génétique, mais à une technique plus simple, la fusion de deux noyaux cellulaires, chacun contenant une des deux caractéristiques désirées. Pas si simple que cela d'ailleurs, cette technique, puisque, selon Jim Castagno, le colza d'Allelix sera probablement la première application commerciale de la recherche en fusion de cellules végétales. Allelix espère pouvoir le mettre sur le marché vers 1990.

Pour Jim Castagno, ce succès semble somme toute encourageant, malgré les longs délais avant d'atteindre la rentabilité. «L'agriculture consiste à exploiter des formes de vie, animales ou végétales, conclut-il. La biotechnologie, c'est l'outil le plus puissant pour manipuler les formes de vie. Cet outil ne peut inévitablement qu'avoir des effets positifs sur l'agriculture.» □



La Fondation québécoise en environnement, organisme à but non lucratif, a comme objectif de promouvoir la qualité de l'environnement par l'information, l'éducation et la recherche.

De création toute récente, la Fondation québécoise en environnement regroupe des gens de différents milieux qui reconnaissent l'urgence d'agir pour protéger notre environnement. Et vous?

**DEVENEZ AMI(E)
DE LA FONDATION**

Faites parvenir votre contribution de 10,00 \$ à:
La Fondation québécoise en environnement
C.P. 1055, Succursale Desjardins
Montréal, Québec
H5B 1C2

Nom: _____

Âge: _____

Profession: _____

Adresse: _____

Code postal: _____

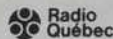
NE MANQUEZ PAS!

«POUR L'AVENIR DU MONDE»

Une émission spéciale de 3 heures sur l'environnement.

le 24 mai de 18h30 à 21h30

sur les ondes de Radio-Québec



Une présentation de La Fondation québécoise en environnement

en collaboration avec Hydro-Québec et Le Fonds québécois de récupération

Une production de **idéacom inc.**

Quand une pelle mécanique joue les archéologues en mettant à jour des embarcations bicentennaires, on peut s'attendre à d'autres surprises... Même à voir utiliser la morsure de notre hiver pour faire sécher ces pièces de bois gorgées d'eau.

En janvier 1985, lors des premiers travaux de construction du Musée de la civilisation, dans le Vieux-Québec, les vestiges de six barques à voile et à fond plat ont été déterrés. De fabrication locale, selon Daniel Laroche, responsable de leur documentation archéologique, elles ont servi au transport de marchandises entre 1738 et 1748. Quelques années plus tard, lorsque les marchands empiétèrent sur le fleuve pour bâtir leur maison ou leur entrepôt, les barques déjà échouées furent simplement enterrées dans les remblais. Ce milieu artificiel, privé d'oxygène et continuellement imprégné d'eau, a permis au bois de traverser les décennies sans se transformer totalement en compost!

Une équipe du Centre de conservation du Québec, sous la direction d'André Bergeron, a ensuite procédé au nettoyage de ces quelque 15 tonnes de matière ligneuse détrempeée, chargée de terre et de champignons. Une fois propres, restait encore à assécher les pièces en les empêchant de gauchir, de se craqueler, de se ratatiner comme une éponge. Pour de petits objets de bois, la solution privilégiée aurait consisté en un séjour au congélateur. L'eau solidifiée s'échappe ainsi lentement sous forme de gaz; ce phénomène, qui dessèche tout aussi sûrement la viande trop longtemps surgelée, se nomme sublimation. Pour des barques de 10 mètres, M. Bergeron a plutôt choisi de troquer le congélateur pour... l'hiver québécois. La technique est déjà expérimentée depuis 1978 à l'Institut canadien de conservation d'Ottawa.

ARCHÉOLOGIE

L'HIVER À LA RESCOUSSE



Sur les tablettes latérales de la tente, les vestiges d'une embarcation; au centre, une pirogue découverte dans un lac du nord de Montréal. On mesure la température du bois, en surface et en profondeur.

Soumettre des pièces de bois imbibées d'eau au grand froid, sans autre traitement, est cependant risqué. Le liquide prend de l'expansion et peut endommager les structures cellulaires. On a donc commencé par faire tremper les pièces dans une solution de polyéthylène glycol 400. Aux concentrations employées — de 10 à 35% —, cette «cire» est liquide à la température ambiante. Elle remplace une partie de l'eau, réduisant d'autant les possibilités d'éclatement.

Puis, le matériel maritime a été exposé aux basses températures de janvier 1986. Cette première année, les résultats ont été décevants... Les pièces témoins, mesurées et pesées, n'ont montré après trois mois qu'une perte de poids minime de 8%. Mais le bois garde la forme. Cet hiver, les conditions ont été améliorées: on a délaissé la serre désaffectée pour un

garage de toile. Doté de puits de lumière du côté sud et ouvert aux deux extrémités pour assurer une aération maximale qui évacue les vapeurs humides, l'abri de toile donne de meilleurs résultats: en février 1987, étraves, étambeaux, vaigrages et bordages avaient perdu sans trop se déformer entre 20 et 34% de leur poids en eau. Encore un petit effort de la part du mois de mars et l'équipe Bergeron sera prête à rentrer le bois pour le placer dans une enceinte contrôlée où il pourra se réacclimater progressivement à la température et à l'humidité ambiantes. Il ne restera plus qu'à lui trouver une scène adéquate. Le public pourra alors admirer l'habileté des constructeurs navals des années 1700... conjuguée à l'ingéniosité de leurs descendants!

Louise Desautels

THROMBOPÉNIE

DES PLAQUETTES SALUTAIRES



MSSS / Jean Mongrain

Le bébé atteint de thrombopénie ne parvient pas à lutter contre l'hémorragie qui peut se produire lors de l'accouchement, ce qui entraîne la destruction d'une partie de ses cellules cérébrales.

Une fois sur mille, lors de la naissance, le bébé est victime d'une hémorragie cérébrale. Mal sournois qui prend racine dans le bagage génétique, la thrombopénie tue environ 13% des enfants qu'elle atteint. Près de 25% subiront différentes séquelles neurologiques qui se manifesteront lors du développement psychomoteur. L'hémorragie survient au moment du passage de la tête dans le vagin de la mère, alors que la pression intracrânienne s'exerce au maximum. Chez l'enfant sain, les saignements se produisent plutôt sur le cuir chevelu. Mais dans le cas de la thrombopénie, la destruction de cellules cérébrales est inévitable. Quelle que soit la zone détruite, ces cellules ne se reproduiront plus.

Actuellement, les scientifiques reconnaissent que la thrombopénie est provoquée par un antigène (le PLAI), transmis au fœtus par le père. La mère, qui ne possède pas cet antigène, l'identifie comme un corps étranger. Son organisme produit

alors des anticorps qui attaquent et détruisent une bonne partie des plaquettes sanguines du fœtus. Or, ces plaquettes sont essentielles pour endiguer les hémorragies. Démuni, le bébé n'arrive pas à lutter efficacement contre la perte sanguine lors de l'accouchement, et les cellules cérébrales meurent faute d'oxygène transportée par le précieux liquide.

Depuis 1975, les chercheurs du Centre national de transfusion sanguine (CNTS) de Paris travaillent à la mise au point de différents traitements de cette maladie. «Le prélèvement des plaquettes sanguines chez le fœtus nous permet actuellement de détecter la maladie à temps», explique le docteur Jean-Yves Muller, responsable du service d'immunologie du CNTS. «Il s'agit de faire une ponction dans la veine ou le cordon ombilical, pour poursuivre ensuite dans le placenta. C'est une opération délicate par laquelle une longue aiguille traverse l'utérus afin de puiser le sang du fœtus», ajoute-t-il.

L'identification des plaquettes sanguines permet ainsi de déceler les anomalies génétiques dans les cellules du bébé. Auparavant, on utilisait le liquide amniotique pour faire cette analyse. Aujourd'hui, la ponction dans le cordon ombilical est plus efficace, mais aussi plus risquée. «Parfois, le praticien rate son coup et déclenche l'accouchement», précise le docteur Pierre Ouellette, de la Croix-Rouge de Québec. «Il y a danger, puisque souvent, à ce stade, l'enfant n'est pas viable.»

Les chercheurs du CNTS de Paris estiment que la transfusion des plaquettes sanguines de la mère (qui en possède beaucoup) au fœtus constitue la meilleure prévention de la thrombopénie. «Le traitement par la transfusion consiste à injecter 50 milliards de plaquettes sanguines manipulées et purifiées (60 tubes de prises de sang) au fœtus au moment de l'accouchement», explique le docteur Ouellette. La transfusion est reprise immédiatement après l'accouchement. Une quinzaine de jours après la naissance, l'enfant fabrique ses propres plaquettes sanguines.

L'efficacité de ce traitement préventif est appréciée, quoique les médecins ne sachent pas encore s'ils peuvent l'appliquer dès le début de la grossesse. «Selon les calculs, près de 14 transfusions de plaquettes seraient nécessaires, et une telle expérience n'a pas encore été effectuée», explique le docteur Ouellette.

Par ailleurs, l'étude des marqueurs génétiques des globules blancs, qui indiquent si l'organisme des femmes enceintes a fabriqué l'anticorps ou pas (le HLA B8 ou DR3), semble aussi valable comme stratégie de prévention. Les statistiques indiquent que 98% de la population possède cet anticorps et que 2% ne l'a pas. Par contre, la médecine ne peut rien contre l'antigène PLAI transmis par l'homme. «C'est tout simplement un gène très fréquent de l'espèce humaine», conclut le docteur Jean-Yves Muller.

Marielle Thibault

MIGRAINES

UN NOUVEAU TRAITEMENT

Situation vécue. Luc et Yvan travaillent au même endroit. Mercredi soir, Yvan recevait des amis, et le repas bien arrosé s'est prolongé tard dans la nuit. Luc, lui, a passé une petite soirée tranquille; il s'est couché aussitôt après le bulletin de nouvelles. Devinez qui a eu mal à la tête le lendemain?

Tous les deux. Mais si Yvan sait pourquoi, Luc n'a aucune raison apparente. Il souffre de migraine, et les crises surviennent sans qu'il s'y attende. Jamais il n'a pu mettre le doigt sur un facteur commun qui déclencherait ces attaques.

Les neurologues savent très peu de choses sur les causes de la migraine, mais ils ont identifié des manifestations physiologiques communes à toutes les crises. Au début, les vaisseaux cérébraux se contractent et la pression sanguine diminue. Le ralentissement de l'arrivée de sang au cerveau explique probablement les troubles de la vision ressentis par Luc avant la crise. Ces points noirs l'avertissent qu'une migraine se prépare. Par la suite, les vaisseaux se dilatent, la pression sanguine augmente: c'est à ce moment que survient la douleur.

Pour contrer la crise, Luc prend de l'ergothamine dès qu'il perçoit les premiers symptômes. C'est un vasoconstricteur, le traitement classique pour les migraineux. Toutefois, il ne doit pas dépasser la dose hebdomadaire prescrite par son médecin. Mais que faire quand les attaques dépassent l'ordonnance?

C'est alors que les psychologues viennent à la rescousse, en empruntant une voie non pharmaceutique. Il s'agit de la technique de rétroaction biologique (*biofeedback*), utilisée également pour le traitement d'autres problèmes, allant de l'hyperacidité gastrique à la paralysie partielle qui suit parfois une crise cardiaque, en passant par le stress.

C'est essentiellement une méthode où le patient essaie, par autosuggestion, de contrôler une fonction physiologique particulière. Le terme «rétroaction» vient du fait que des appareils de mesure renseignent le patient sur la progression de ses efforts. Si, par exemple, le but est de réduire la fréquence cardiaque, un électrocardiographe indique le rythme des pulsations, ce qui permet au patient de régler son travail en conséquence.

Dans le cas de migraines, le but visé est d'imiter l'effet du vasoconstricteur. La façon la plus simple d'arriver à un résultat mesurable consiste à utiliser des images mentales pour... se réchauffer les mains. Cette méthode est privilégiée parce qu'il est beaucoup plus facile de mesurer la température des mains que la constriction des vaisseaux cérébraux.

Pour expliquer ce procédé, il faut savoir, d'une part, que c'est la dilata-

tion des vaisseaux sanguins qui réchauffe les mains et que, d'autre part, la dilatation des vaisseaux des extrémités entraîne la constriction des vaisseaux cérébraux, l'objectif à atteindre. Ce qui ne veut pas dire que le fait d'enfiler des mitaines guérira la migraine, puisque ce moyen extérieur n'entraîne pas la réaction souhaitée à l'autre bout!

Les résultats sont très encourageants. «La rétroaction biologique n'en est plus au stade de l'expérimentation, explique le docteur Janel Gauthier, un psychologue de l'Université Laval. Les premiers travaux sur cette technique ont été publiés en 1972; on peut maintenant dire qu'elle est au point.» D'après le docteur Gauthier, 70 à 80% des gens qui se prêtent au traitement voient leurs migraines diminuer de moitié.

À présent, les études dans ce domaine portent surtout sur les modalités d'application de la méthode. «Jusqu'ici, les patients sui-



La rétro-action biologique permet de contrôler la migraine en imitant l'effet des vasoconstricteurs.

Eve-Lucie Bourque



vaient le traitement individuellement dans le bureau du psychologue. C'est-à-dire qu'ils s'entraînaient à arriver rapidement à un résultat, pour le reproduire au moment de la crise, explique le docteur Gauthier. Toutefois, ces séances individuelles prennent du temps et coûtent assez cher. Alors nous avons essayé, au laboratoire de médecine comportementale de l'Université Laval, d'appliquer le traitement en groupe, et les gens ont bien réagi.»

Dans le même ordre d'idée, l'équipe du docteur Gauthier veut essayer de transporter la méthode à domicile. Les patients pourraient s'exercer quelques heures sous surveillance, puis continuer à la maison. Un équipement portable existe, mais il n'est pas encore commercialisé.

Il semble que ce traitement n'ait pas encore été adopté par les neurologues; ils collaborent cependant avec le docteur Gauthier en lui adressant des patients, mais seulement à titre d'expérience. D'ailleurs, si beaucoup de gens réagissent très bien à la rétroaction biologique, ce n'est pas encore le remède universel: «Ce n'est pas une panacée, conclut le docteur Gauthier, mais appliquée de la bonne façon, dans les cas appropriés, la méthode donne de bons résultats.»

Anne-Louise Champagne

MONA PORTAIT UN COLLIER

Une analyse récente du tableau de la Joconde de Léonard de Vinci, par traitement d'image digitalisée, a révélé que Mona Lisa a d'abord été peinte portant un collier autour du cou. À la suite d'un traitement sophistiqué sur ordinateur, John Asmus, de l'Université de Californie, en arrive à cette conclusion que Vinci avait d'abord esquissé un collier, et l'a masqué par la suite. L'analyse a aussi révélé qu'un restaurateur a effacé l'esquisse de montagnes lointaines sur la gauche. Diable!

LES ALGUES SUR PELLICULES

Elles sont peu attirantes à première vue, et l'opinion populaire n'hésite pas à classer les algues dans la catégorie des végétaux sinon nuisibles, tout au moins inutiles. Et pourtant, les colonies d'algues qui se développent le long de nos côtes constituent une ressource naturelle au même titre que le pétrole ou les forêts, et sont de plus un indicateur fiable de la vitalité de l'écosystème côtier. Dans les provinces atlantiques du Canada, les habitants de la côte recueillent certains types d'algues, qui sont ensuite acheminées vers des usines de transformation pour entrer finalement dans la composition de certains produits alimentaires et cosmétiques, ainsi que de fertilisants des terres.

Toutefois, l'identification des zones de colonisation de ces végétaux marins est rendue difficile du fait qu'ils sont, dans certains cas, constamment submergés. Jusqu'à présent, deux méthodes étaient privilégiées pour effectuer le recensement des peuplements submergés: la plongée sous-marine et la photographie aérienne.

La plongée sous-marine, une méthode contraignante et coûteuse, ne parvient pas à offrir une vue d'ensemble des colonies d'algues. De plus, les relevés sont effectués selon des itinéraires complexes suivis par les plongeurs. Dans le but de combler cette lacune, les phycologistes ont eu recours, il y a une dizaine d'années, à la cartographie par photographies aériennes. En dépit des avantages notables par rapport à la plongée, d'autres inconvénients sont apparus: le champ de vision ne dépasse jamais les 4 m de profondeur sur les photographies et les données recueillies ne sont guère compatibles avec l'analyse informatique. Et là aussi, il faut recourir à des plongées de contrôle pour compléter l'information.

Cependant, le plus récent spectromètre imageur canadien, l'imageur de la ligne de fluorescence, construit pour les besoins de J.F.R. Gower de l'Institut des sciences océanographiques de Sidney, en Colombie-Britannique, apportera une aide précieuse à la cartographie des données sous-marines. La Division des plantes marines du ministère des Pêches et Océans, de concert avec la Division des applications du Centre canadien de télédétection, a décidé d'éprouver ce nouveau système dans une zone à forte densité benthique dans les Maritimes.

En fait, la zone choisie est un archipel situé à la pointe sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et dont la profondeur des eaux varie entre 0 et 15 m. Plusieurs espèces d'algues se côtoient dans ce milieu: *Laminaria longicuris*, *Laminaria digitata*, *Sacchorhiza dermatodea*, *Agarum cribosum*, *Alaria esculenta*, *Chondrus crispus* et *Zostera marina*.

L'imageur, placé à bord d'un avion, a recueilli les données de la zone à une altitude de 8 000 m par l'entremise de sept bandes spectrales, d'une largeur de 30 nm et couvrant un spectre de 500 à 800 nm, et qui ont été analysées selon les composantes principales du site exploré. Au même moment, une équipe de chercheurs du ministère des Pêches et Océans et du Centre canadien de télédétection réunissait une série de données complémentaires (température et teneur en sédiments de l'eau, illumination sous-marine, profondeurs) afin de faciliter le traitement et l'interprétation des images du spectromètre.

Les résultats de l'analyse ont démontré la nette supériorité de cette méthode basée sur la télédétection: l'imageur a permis de recenser des peuplements à des profondeurs de 11 m sur une superficie totale de 71 ha. À toute fin pratique, la croissance de laminaires, à des profondeurs supérieures, est jugée négligeable. En tout, quatre types de colonies ont été répertoriés sur l'image de télédétection, en l'occurrence des peuplements de laminaires purs, des peuplements mixtes de laminaires et de *Zostera*, des peuplements mixtes de laminaires et de *Chondrus* et des peuplements de *Zostera* purs. Cette nouvelle cartographie sous-marine a, par ailleurs, permis de déceler un peuplement dénommé *Chorda filiformis*, inconnu jusqu'à maintenant dans ces parages.

En comparaison des données obtenues en 1980 à l'aide de cartographies aériennes et de plongées, l'imageur de la ligne de fluorescence a répertorié deux fois plus de peuplements qu'à cette époque. En superposant à l'image du spectromètre une carte bathymétrique, les chercheurs ont également pu estimer les proportions de laminaires à diverses profondeurs, données essentielles pour l'utilisation optimale des ressources.

En définitive, la télédétection des colonies de végétaux marins submergés est vouée à un avenir prometteur au sein du ministère des Pêches et Océans. À la lumière du succès de l'expérience pilote menée en Nouvelle-Écosse, la gestion rationnelle des peuplements de laminaires sera dorénavant assurée et contribuera à accroître la valeur commerciale, autrefois insoupçonnée du public, des algues marines.

Pour plus de renseignements, communiquez avec:

Communications EMR

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



Énergie, Mines et
Ressources Canada

Energy, Mines and
Resources Canada

L'Hon. Marcel Masse,
Ministre

Hon. Marcel Masse,
Minister

Canada

ÉNERGIE

UN IMMEUBLE COBAYE



Gaz de France / Delambre

Totalement inhabité, cet immeuble-laboratoire de La Plaine Saint-Denis, près de Paris, sert à tester différents modes de chauffage en fonction de paramètres choisis.

Deux mille trois cents capteurs répartis sur cinq niveaux, 25 appartements bourrés d'électronique mais inhabités: depuis décembre dernier, l'immeuble expérimental de La Plaine Saint-Denis (au nord de Paris) simule l'activité humaine pour tester différents modes de chauffage.

Des gerbes de câbles transmettent les paramètres caractéristiques du confort à un poste central situé au niveau du sol: les sondes relèvent les températures de l'air, des parois intérieures et extérieures, celles des fumées et de l'eau chaude. D'autres capteurs mesurent la vitesse et la direction du vent, sa pression sur les façades, l'ensoleillement, l'hygrométrie, le taux d'oxyde de carbone...

«Attention, ce n'est pas une 'maison du futur', mais un instrument de laboratoire, qui n'est donc

pas habitable en soi», explique Daniel Vernet, un ingénieur du Gaz de France (GdF), qui fait fonctionner le centre de recherche. «Toute la place est d'ailleurs déjà occupée par les capteurs et les automatismes.»

Paradoxalement, le bâtiment sert surtout à valider des simulations théoriques sur ordinateur. Le champ expérimental est en effet quasi infini en informatique, pour étudier les configurations des chauffages ou les structures de bâtiment, et aussi effectuer des comparaisons. Cependant, ces simulations doivent être «calquées» sur des cas réels. Les mesures peuvent être faites sur un logement occupé. Le problème est alors que les comportements changent notablement selon les jours...

D'où la construction de l'immeuble expérimental, où les ingénieurs ont toute liberté pour fixer les paramètres. Ils ont ainsi défini des clients «idéaux», qui se servent de l'eau chaude sanitaire à heures fixes, mettent en route régulièrement les réchauds de la cuisine, ouvrent et ferment les stores... Tout cela a été automatisé. Le client lui-même est simulé, non par un robot — il s'agit d'essais thermiques — mais par une résistance électrique. À raison d'un watt de puissance dissipée par deux livres de poids, le client «normal» équivaut à une ampoule de 60 watts!

En plus des concentrateurs des paliers — 5 Hewlett-Packard 1000 et 5 Orion B de Schlumberger —, l'immeuble possède un calculateur Hewlett-Packard de 1,5 mégaoctet de mémoire vive, muni d'un disque dur de 132 mégaoctets. Sur les 2 300 capteurs, plus de 1 600 peuvent être branchés simultanément et interrogés toutes les 30 secondes.

Pour changer rapidement de mode de chauffage, un simple jeu de robinets suffit: convecteurs classiques, chauffage à air ou transmission par le sol alternent, de même que le chauffage central ou par chaudière individuelle. Une étude comparée est prévue avec le chauffage électrique, mode dominant en France dans la construction neuve.

Pour mesurer l'action du soleil dans le comportement de l'immeuble, celui-ci a été muni d'un axe de symétrie. Des appartements identiques, certains situés au nord, d'autres au sud, isolent ainsi le paramètre «ensoleillement». Autre particularité, l'isolation poussée des cloisons, des planchers et du plafond: chaque niveau est monté sur pilotis et désolidarisé de ses voisins du dessus et du dessous.

Il existait jusqu'à présent des pavillons expérimentaux, mais cet immeuble est, semble-t-il, le premier «condo» totalement consacré aux tests. Il a coûté 30 millions de francs (5 millions de dollars), dont un demi-million de dollars en capteurs et en matériel informatique.

Antoine Bonduelle
Contexte Communications

L'ACUPUNCTURE À LA TV

(D'après APN) Olga Boutenko, de l'Institut de neurologie et de psychiatrie de Kharkov, en Ukraine, a vu les points d'acupuncture. Pas en hallucinations mais plutôt sur un écran de télévision montrant le rayonnement infrarouge. Ces points seraient plus chauds que la peau environnante de quelques centièmes ou même millièmes de degré. Ne deviennent lumineux que les points «biologiquement actifs», qui sont reliés aux organes et tissus malades. Chaque affection aurait son groupe de points lumineux. Ces luminescences apparaîtraient bien avant les autres symptômes, permettant ainsi un diagnostic plus précoce.

INRS - TÉLÉCOMMUNIC

... une recherche pour l'avenir,

Chef de file en recherche

- réseaux de télécommunications
- logiciels des communications
- traitement des signaux numériques
- télévision numérique
- synthèse de la parole
- reconnaissance de la parole

Enseignement

- maîtrise en télécommunications
- doctorat en télécommunications
*(automne 1987)

Collaborations particulières

- Université McGill
- École nationale supérieure des télécommunications (Paris)
- Digital Equipment Inc.
- Ministère canadien des Communications
- Société Radio-Canada

Lien particulier université-industrie

- Recherches Bell-Northern (BNR)

BOÎTE À LIVRES

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



VAINCRE LA DOULEUR CHRONIQUE

Les Publications du Québec
Québec, 1987, 10,95\$

Trop souvent oubliée lorsqu'on évoque les grands problèmes de santé, la douleur chronique empêche pourtant chaque année au Québec plus d'un demi-million de personnes de vivre normalement. Qui plus est, la douleur coûte cher, sans compter les coûts humains et les pertes de qualité de vie.

Aussi, le Conseil des affaires sociales et de la famille a-t-il voulu attirer l'attention sur le défi que pose actuellement ce problème au système de soins en publiant un ouvrage intitulé: *Vaincre la douleur chronique*.

Cette étude fait la lumière sur les plus récentes découvertes scientifiques concernant la douleur cancéreuse, arthritique, les maux de dos et les maux de tête, sans oublier la douleur d'origine psychique.

Le portrait type d'un individu affligé de douleurs chroniques donne à peu près ceci: il souffre en moyenne depuis sept ans, il a subi de trois à cinq interventions chirurgicales majeures, il a coûté en soins médicaux et hospitaliers environ 75 000\$ et... il souffre encore!

Selon cette étude, un Québécois sur dix est touché par la douleur chronique et elle constitue la cause la plus fréquente d'invalidité à long terme. Dans ce contexte, on peut qualifier cette question de prioritaire parmi les problèmes majeurs de santé.

À travers les témoignages des souffrants chroniques qui sont

rapportés dans la publication, on peut constater que la prise en charge de ces malades par le système de soins laisse fort à désirer. Ainsi, les cliniques antidouleur, qui réussissent pourtant à soulager de façon durable 40 à 60% des patients, ont beaucoup de difficultés à se structurer et à trouver le financement nécessaire à leur fonctionnement. Aux yeux du Conseil, chaque hôpital comptant 500 lits et plus devrait disposer d'une telle clinique, où l'on concentrerait l'ensemble des spécialistes et des thérapeutiques nécessaires à une approche intégrée et totale de la douleur.

Il faudrait aussi que les médecins omnipraticiens reçoivent une formation appropriée, afin de mieux intervenir de façon précoce sur la douleur avant qu'elle n'atteigne le stade chronique.

Au fil des années les méthodes traditionnelles, notamment les techniques chirurgicales, ont été abandonnées ou sont en perte de vitesse. L'étude fait état de la panoplie de nouvelles approches et de techniques douces, mais rappelle que *Vaincre la douleur* signifie aussi, pour bon nombre de personnes, l'apprivoiser, apprendre à vivre avec elle quotidiennement.

VAINCRE LE RONFLEMENT... ET RETROUVER LA FORME

Claude-Henri Chouard
Éditions Ramsay
Paris, 1986, 223 pages
24,50\$

Un livre sur le ronflement et la façon de le vaincre, ce n'est pas précisément le genre d'ouvrage que l'on apporte avec soi pour lire en voyage, dans l'autobus, le train ou l'avion. Ça fait chuchoter les gens, ça fait rire aussi. Mais depuis un certain temps, le ronflement se hisse lentement et inexorablement au rang des maladies, délaissant les bas

étages des railleries. Et une maladie, c'est sérieux. Dans son livre, Claude-Henri Chouard, un oto-rhino-laryngologiste français, nous présente une «nouvelle branche de l'ORL»: la rhonchologie. Un mot de racine grecque, plus digne, qui désigne l'étude du ronflement. M. Chouard nous décrit donc à la fois les causes et les méfaits du ronflement. Mieux, comme le titre l'indique, il nous propose également des solutions.

Dès le début, C.-H. Chouard nous apprend qu'il est possible, dans bien des cas, de mettre fin au ronflement par une intervention chirurgicale. Il s'agit simplement de raccourcir le voile du palais qui, par ses ballottements, est le principal responsable du ronflement (voir aussi *Québec Science*, novembre 1983). La chirurgie n'est pas toujours souhaitable ou nécessaire, avertit le docteur Chouard qui ne veut pas passer pour un chirurgien-messie ou encore un sauveur de ménage. Mais après avoir fait le tour des autres solutions, on constate avec lui qu'il y en a peu de valables à long terme. Une seule semble assez efficace: le changement de posture pendant le sommeil. Dormir sur le ventre empêche de ronfler, vous le savez peut-être déjà. Mais comme le souligne C.-H. Chouard, cette position n'est pas toujours confortable pour les articulations, les muscles et la respiration.

Dans l'ensemble, le livre est bien écrit et se lit très facilement. On y explique clairement les mécanismes du ronflement et ses conséquences sur la santé, souvent dramatiques. Si vous empêchez tout le monde de dormir autour de vous, la lecture de ce livre pourra vous être utile. Toutefois, il n'est pas sûr que vous trouverez au Québec un ORL qui voudra vous opérer. Ce genre d'innovation prend parfois des années à traverser les mers.

Gilles Drouin

LA CONQUÊTE DE L'ESPACE

Jean-Marc Carpentier
Libre expression
et Radio-Québec, Montréal
1986, 230 pages,
14,95\$

Tiré de la série diffusée à Radio-Québec, ce livre raconte l'attrait de l'univers extraterrestre et les efforts de l'humanité pour le connaître depuis l'antiquité jusqu'aux missions *Pioneer* et *Voyager*.

Vraiment conçu pour le grand public, d'un niveau de langue aisément accessible, *La conquête de l'espace* mérite d'être considéré comme un ouvrage de référence dans le domaine.

Qu'on ait suivi ou non la série à la télévision, il est fascinant de parcourir ces quelque 3 000 dernières années de notre histoire en s'attardant aux événements qui ont conduit le genre humain à quitter sa planète natale, à marcher sur la Lune et à envoyer en éclaireurs des engins téléguidés jusqu'aux confins du système solaire.

À la lecture du livre, on retient de nombreux détails qui nous avaient échappé à la télévision. Par exemple, que les Américains n'auraient rien fait sans Von Braun car celui-ci avait déjà conçu, pour l'essentiel, un avion spatial du type de la navette *Columbia* dès les années 40.

À son propre rythme, on peut aussi prendre le temps de peser tout le poids de certaines réalités un peu embarrassantes. Ainsi, après avoir lu que le programme *Voyager*, lequel a permis d'en apprendre plus sur les planètes de notre système que toute l'histoire de l'astronomie ne l'avait fait jusque-là, a coûté un montant égal à celui des dépenses militaires américaines d'une journée... J'ai fermé les yeux, rêvant pendant quelques secondes être n'importe quoi d'autre qu'un être humain.

Gérald Baril

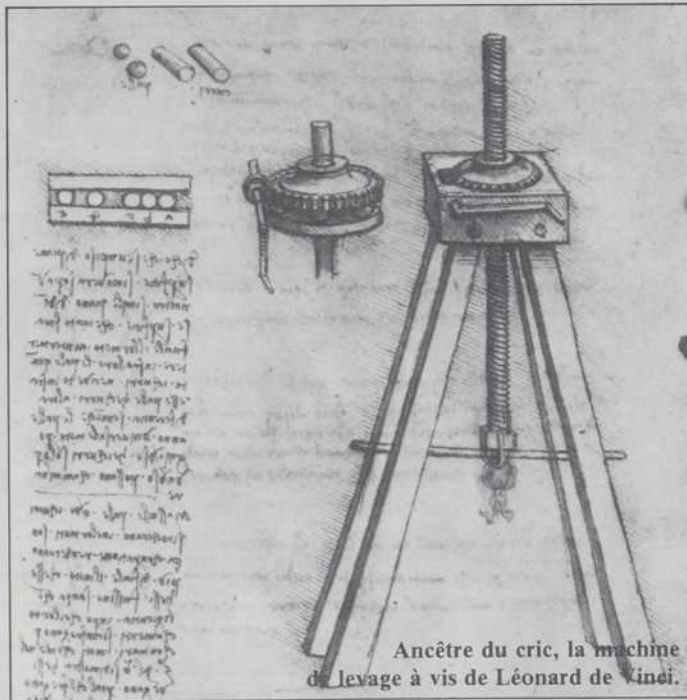
Après cinq siècles, l'esprit universel que fut ce Léonardo, né à Vinci, continue de fasciner et de faire rêver ceux qui ont le privilège d'entrer en contact avec son œuvre. Afin de populariser davantage cet engouement, le Musée des beaux-arts de Montréal présente, du 22 mai au 8 novembre prochains, la plus grande exposition jamais consacrée aux ouvrages du maître italien. *Léonard de Vinci, ingénieur et architecte*: un événement d'importance mondiale, dont un des grands mérites sera de mettre en lumière les liens entre l'art et la science.

Figure dominante de la Renaissance italienne, d'une polyvalence proche de l'imperitence, ce diable d'homme était à la fois peintre, ingénieur, architecte, poète, musicien et théoricien. Cependant, c'est la contribution de Léonard dans le domaine de l'ingénierie et de l'architecture que MM. Bernard Lamarre et Pierre Théberge, respectivement président et directeur du Musée des beaux-arts, ont eu l'idée de faire connaître au grand public. Pour souligner le centenaire de la profession d'ingénieur au Canada, on aurait difficilement pu trouver mieux.

L'équipe du Musée et son directeur se sont affairés, depuis 1983, d'abord à intéresser les plus éminents spécialistes vinciens, puis à convaincre les grandes collections d'Europe et des États-Unis de prêter ces objets infiniment précieux que sont les manuscrits et les dessins de Léonard. Ils ont tellement bien réussi qu'il y aura plus de ces fragiles monuments à Montréal qu'il n'y en a jamais eu en un seul lieu depuis la mort de l'artiste, en 1519.

Léonard de Vinci, ingénieur et architecte présentera le fameux *Manuscrit B*, un document de 168 pages qui n'a jamais été accessible au commun des mortels. En effet, le grimoire était enfermé à la bibliothèque de l'Institut de

MESSIRE LÉONARD: ARTISTE ET HOMME DE SCIENCE



Ancêtre du cric, la machine de levage à vis de Léonard de Vinci.

Biblioteca Nacional, Madrid

France depuis 1796, date à laquelle Bonaparte l'avait rapporté de sa première campagne d'Italie. Le manuscrit regroupe des dessins d'architecture, des plans de ponts et de bateaux, des projets de nouveaux instruments scientifiques, des études d'engins de guerre et de machines volantes. D'aucuns considèrent cet ouvrage comme la clé de la pensée de Léonard sur l'ingénierie et l'architecture.

En tout, une centaine de manuscrits seront exposés à Montréal, parmi lesquels plusieurs comptent un certain nombre de pages. Si l'on comptait chacune de ces pages comme un document, on obtiendrait un total de quelque 2 000 pièces. Pourtant l'exposition, malgré son ampleur, ne regroupe pas toutes les œuvres du prolifique savant. Selon Mme Caroline Desrosiers, directrice des relations publiques du Musée des

beaux-arts, l'ensemble des travaux de Léonard de Vinci actuellement répertoriés dans le monde représente environ le tiers de l'héritage laissé par ce dernier à sa mort.

Les documents de Léonard comportant plusieurs pages seront gardés sous verre et ne pourront être touchés par le public. Heureusement, le conservateur veillera à tourner les pages de façon que les visiteurs qui reviendront voir l'exposition puissent y découvrir du nouveau. D'ailleurs, toujours selon Mme Desrosiers, les organisateurs ont voulu faire une exposition qui «bouge». On aura donc avantage à en faire le tour plus d'une fois.

Afin de mieux faire saisir le génie léonardien, huit grandes machines ont été construites, d'après les dessins originaux, par des artisans florentins et québécois. Toutes respectent,

dans la mesure du possible, les dimensions prescrites par l'inventeur. Ainsi, l'avion de Léonard a été construit pour la première fois à la taille prévue par son concepteur. Il mesure près de 10 mètres d'envergure et sera suspendu à l'extérieur, à l'entrée du Musée.

Parmi les autres grandes machines qu'on pourra voir au Musée, on compte la «machine de levage à vis». Cette mécanique est en fait une sorte de vérin, ancêtre du cric ou du jack québécois. Le modèle a été réalisé à la grandeur réelle et mesure 140 centimètres de hauteur sur 130 cm de largeur et 110 cm de profondeur.

Léonard de Vinci, ingénieur et architecte nous permettra encore de voir trois des machines construites par IBM pour le musée de Vinci, en Italie, et transportées ici pour l'occasion. Diverses maquettes ont de plus été réalisées expressément pour l'exposition. Enfin, une dizaine de fragments de mécanismes, tels que des écrous, des vis, des poulies, ont été fabriqués au Québec, cette fois plus grands que ne le prévoient les plans, afin de mieux en faire saisir le détail.

Le transport et la mise en vitrine de ces trésors, en toute sécurité, ont évidemment été facilités par l'utilisation de techniques ultramodernes. Parfaitement isolées grâce au gel de silice, maintenues à des températures idéales contrôlées par ordinateur et préservées des chocs par les systèmes d'amortisseurs les plus perfectionnés, les œuvres de Léonard font bon ménage avec la technologie.

La vidéo a même été mise à contribution afin de faire voir le fonctionnement des grandes machines. En effet, celles-ci n'auraient pas supporté d'être manipulées par les centaines de milliers de personnes qui fréquenteront le Musée des beaux-arts au cours des six prochains mois.

Gérald Baril

LES JOIES DU RÉVEIL

Pour bien dormir et se lever du bon pied, il ne faut pas faire la grasse matinée les fins de semaine. C'est le conseil que donne un spécialiste des troubles du sommeil de Chicago. Il paraît que paresser au lit le dimanche détraque notre horloge biologique et rend le réveil plus difficile les jours où nous devons aller travailler. Triste... Puisque nous sommes dans les conseils, un psychologue cette fois recommande de rester couché quelques minutes après que le réveil ait sonné, pour méditer et « penser de façon positive » (!) à la journée qui nous attend; puis de prendre environ trois quarts d'heure pour déjeuner tranquillement en lisant le journal. Le genre de recommandation qu'on rêve tous de suivre...

SAVANTE HÉLOÏSE

Il est temps de sortir les femmes de science de l'ombre. Saviez-vous qu'Héloïse, à part d'aimer Abélard, était une grande intellectuelle? D'après Caroline Herzenberg, qui étudie les femmes et les sciences dans l'Antiquité et au Moyen Âge, celle qui devait finir ses jours dans un couvent était une mathématicienne de renom et la plus grande physicienne de France à son époque. Plus loin dans l'histoire, on retrouve en Égypte Merit Ptah qui, vers 2 700 av. J.-C., était elle aussi une grande physicienne. En Grèce,



lors que Pythagore mourut, ce fut une femme qui prit la suite de ses travaux. Elle s'appelait Theano. Étonnant comme on a peu entendu parler de ces grandes dames de la science jusqu'ici.

SYMPHONIE EN ADN MINEUR



Composer de la musique à partir de l'ADN, il fallait y penser! C'est, d'après un journal japonais, ce que fait une scientifique de Los Angeles. Susumo Ouno a commencé par attribuer les notes de la gamme diatonique aux différentes bases de l'ADN: le *ré* ou le *mi* pour la guanine; le *fa* ou le *sol* pour l'adénine; le *la* ou le *si* pour la thymine; le *do* enfin pour la cytosine. En appliquant ce principe à la séquence de bases d'un gène de mammifère, Ouno a, paraît-il, obtenu une musique très proche de celle de Bach. Et avec un gène de truite arc-en-ciel, cela donne du Schubert. Trop beau pour être vrai! Mozart, par contre, lui donne plus de fil à retordre...

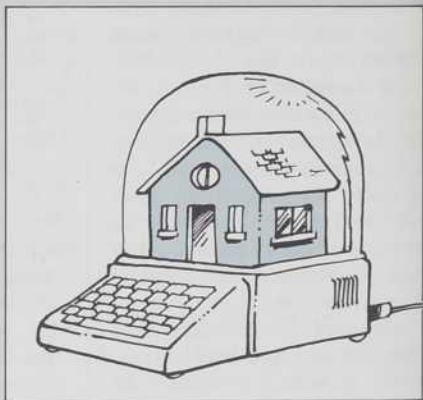
COUSU DE FIL DE CRABE

Grâce aux crabes américains, les chirurgiens japonais ont maintenant à leur disposition un nouveau fil de suture révolutionnaire. C'est en voyant les tas de carcasses de crabes rejetées par les usines de conserve de la baie de Chesapeake, aux États-Unis, qu'un chimiste en retraite de la compagnie Dupont a eu l'idée d'en extraire la chitine, une substance similaire à la cellulose. Mieux encore, il a trouvé le moyen de la transformer en une pâte homogène facilement utilisable par l'industrie. Une compagnie de textile japonaise, Unitika, a sauté sur le brevet et mis sur le marché au début de cette année un nouveau fil de suture en chitine qui offre, paraît-il, de nombreux avantages: il se dissout dans l'organisme, se manipule plus facilement que les fibres synthétiques, ne provoque pas d'allergie et semble même accélérer la cicatrisation. Un bel exemple de récupération.

DES FERMES À PAPILLONS

Un nouveau type de fermes fera bientôt son apparition en Europe: les fermes à papillons. Le Parlement européen vient en effet d'accorder son appui au projet d'un député néerlandais qui demande que des fonds soient octroyés aux biologistes pour identifier et protéger les papillons en voie de disparition. Muntingh affirme que, sur 68 espèces de papillons que comptaient les Pays-Bas, 8 ont déjà complètement disparu, 10 sont devenues très rares et 18 ont grandement besoin d'être protégées. Les fonds accordés aux biologistes permettraient de créer, comme en Nouvelle-Guinée, des fermes à papillons, où les espèces en danger trouveraient un habitat favorable à leur reproduction et où leurs sources de nourriture seraient protégées contre les espèces concurrentes.

LA MAISON COMMUNICANTE



Vous vous sentez quelquefois seul chez vous? Faites appel à Intellisys. Cette firme de Dallas est en mesure de vous construire une maison qui réagit, communique et se protège presque aussi bien que n'importe quel être vivant. La vice-présidente d'Intellisys, une fan de domotique (c'est ainsi qu'on nomme l'informatique appliquée à la maison), s'est elle-même fait construire une résidence qui possède 13 mini-ordinateurs, 16 téléphones, 15 moniteurs TV, 8 caméras vidéo, sans compter tous les systèmes de sécurité et de commande des lumières et de la piscine. L'ensemble de ces installations demande 12 kilomètres de fils et de câbles! Il y a de quoi se sentir bien entouré.

Vonik Tanneau

MOIS PROCHAIN

ASTRONOMIE

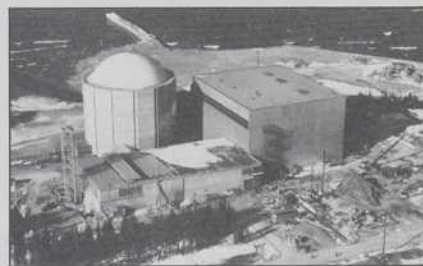
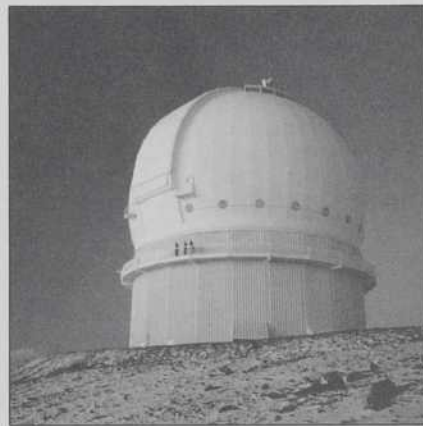
Notre globe-trotter Ève-Lucie Bourque a franchi les mers, escaladé les montagnes de Hawaï, tout cela pour nous faire visiter le plus haut point du Pacifique: l'observatoire astronomique Canada-France-Hawaï.

ÉLECTRICITÉ

À l'heure où on parle beaucoup de passage de lignes à haute tension, que savons-nous au juste des effets que cela peut avoir sur la santé? Gilles Drouin a fait enquête.

NUCLÉAIRE

Les déchets radioactifs de l'industrie nucléaire sont un véritable casse-tête. Comment s'en débarrasser et s'assurer qu'ils n'émettront pas de radiations dangereuses dans 1 000, 10 000 ans d'ici? Louise Desautels a exploré les solutions envisagées.



VOUS DÉMÉNAGEZ?

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

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

Collez l'étiquette ici

ABONNEZ-VOUS!

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

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

Abonnement Réabonnement Changement d'adresse

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

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

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

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

RÉACTION AUX JETS

Je suis choqué du parti pris d'une revue que je croyais objective.

Connaissant quelque peu la situation des autochtones de la région, je ne peux qu'être en désaccord à votre article intitulé «Des jets dans le ciel amérindien», paru dans le numéro de février dernier.

L'installation d'une base de l'OTAN aiderait les Indiens et les Inuit à sortir du marasme du bien-être social dont la majorité d'entre eux sont victimes. Je me méfie de Greenpeace, qui prétend porter la bannière des autochtones, mais qui ne fait que promouvoir sa philosophie politique.

Pierre Saint-Amant
Saint-Étienne de Bolton

Je regrette que vous interprétiez ainsi mon article sur les vols militaires à basse altitude. Je fais bien mention de Greenpeace et des groupes écologistes qui s'opposent à ces vols, mais la parole est d'abord laissée aux représentants dési-

gnés des Amérindiens eux-mêmes, soit le Conseil attikamek-montagnais et Guy Bellefleur, du Conseil de bande de La Romaine. Le point de vue des Forces canadiennes figure aussi dans l'article. Je n'ai modifié en aucune façon le contenu de leurs propos, ce qui aurait été, je le reconnais volontiers, faire preuve d'un manque flagrant d'objectivité.

Benoît Chapdelaine

DU DÉJÀ VU

J'ai été vivement intéressé par votre article intitulé: «Des jets dans le ciel amérindien», paru dans le numéro de février 1987 de la revue *Québec Science*.

Le problème que vous soulevez me rappelle un cas similaire, survenu au cours des années 50, qui toucha des élevages de visons de la région du Lac Saint-Jean et qui fut réglé à l'avantage des éleveurs de cette région.

En effet, une poursuite fut intentée contre le gouvernement du Canada,

devant la cour de l'Échiquier (fédérale), pour survol des avions réactés de la base de Bagotville. Le procès eut lieu à Chicoutimi. Étant, à l'époque, directeur du Laboratoire de recherches vétérinaires du Québec, je fus appelé à témoigner pour la poursuite.

Je ne suis pas au courant des termes précis du jugement, mais les éleveurs ont eu gain de cause. Je suis étonné que les représentants des Amérindiens n'aient pas été au courant de ce précédent, qui a fait certainement jurisprudence. Mais il me paraît probable qu'à plus de 30 ans de distance ce fait est ignoré.

Paul Genest, Québec

**Pour insérer une annonce
publicitaire dans ces pages,
communiquer avec
Marie Prince**

**au numéro de téléphone suivant:
(418) 657-3551, poste 2842**

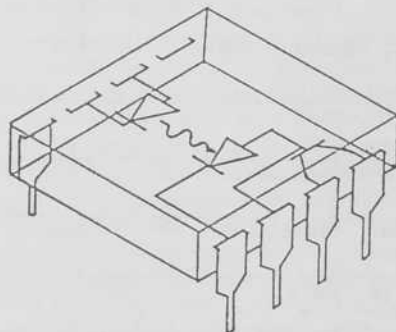
Symposium: L'OPTOÉLECTRONIQUE...

Sainte-Foy, du 26 mai (9 h 15) au 27 mai (16 h)

Spécialistes provenant de:

Belgique, Suisse, CNRC,
LROL, et diverses
entreprises québécoises.

Nouveaux produits en
démonstration.



POUR INFORMATION ET INSCRIPTION
(418) 856-1525, poste 389

Centre spécialisé de technologie physique, CÉGEP de La Pocatière

Attention!

**N'OUBLIEZ PAS
la chronique de**

QUÉBECSCIENCE

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

L'ÉTÉVASION

ça m'intéresse!



Protégez votre jardin
Un guide illustré pour identifier et combattre les ennemis des plantes ornementales et potagères sans abuser des pesticides.
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
1986, 75 pages
EOQ 22851-0
4,95 \$



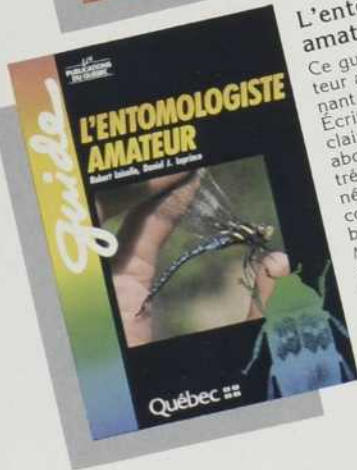
Le Québec sur le pouce
Le guide tout indiqué pour découvrir le Québec à peu de frais en évitant les sentiers battus que sont les autoroutes.
Ministère des Communications
1984, 188 pages
EOQ 21016-1
5,95 \$



Plantes sauvages des villes et des champs
Grâce à ce livre, les plantes sauvages deviendront pour vous un morceau de campagne en ville.
1980, 273 pages
EOQ 15299-1
11,95 \$



Les îles de Mingan
Que vous soyez géologue, biologiste, historien ou simple touriste, cet ouvrage vous transportera dans le mystère de ce pays merveilleux qu'est la Minganie.
Ministère de l'Environnement
1983, 241 pages
EOQ 19898-6
14,95 \$



L'entomologiste amateur
Ce guide initie l'amateur au monde fascinant des insectes. Écrit dans un style clair et vulgarisé, abondamment illustré, son utilisation ne nécessite aucune connaissance préalable en entomologie.
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
1987, 146 pages
EOQ 23255-3
11,95 \$

Bon de commande postale (À compléter en lettres moulées S.V.P.)

Nom : _____ Tél. : _____

Adresse : _____

Ville : _____ Province : _____ Code postal : _____

Quant.	Code EOQ	Titre	Prix unitaire	Total
	22851-0	Protégez votre jardin	4,95 \$	
	15299-1	Plantes sauvages des villes et des champs	11,95 \$	
	23255-3	L'entomologiste amateur	11,95 \$	
	21016-1	Le Québec sur le pouce	5,95 \$	
	19898-6	Les îles de Mingan	14,95 \$	

Retourner à : Les Publications du Québec, Case postale 1005, Québec (Québec) G1K 7B5

Important : Paiement par chèque ou mandat-poste

Cartes de crédits acceptées : VISA MASTERCARD

Numéro : _____ Date d'échéance : _____

Banque : _____ Signature : _____

Nom du titulaire : _____ Grand total : _____

TOUTE COMMANDE EST PAYABLE À L'AVANCE À L'ORDRE DE « LES PUBLICATIONS DU QUÉBEC »

En vente dans nos librairies, chez nos concessionnaires, par commande postale et chez votre libraire habituel.

Les Publications du Québec
C.P. 1005
Québec (Québec)
G1K 7B5



BIRACONNIEUR



**c'est
voler!**