

3,25\$

Volume 29, numéro 9

MAI 1991

UN BÉLUGA
SIÈRE (p. 47)

R
69

QUÉBEC SCIENCE

SPÉCIAL ENVIRONNEMENT

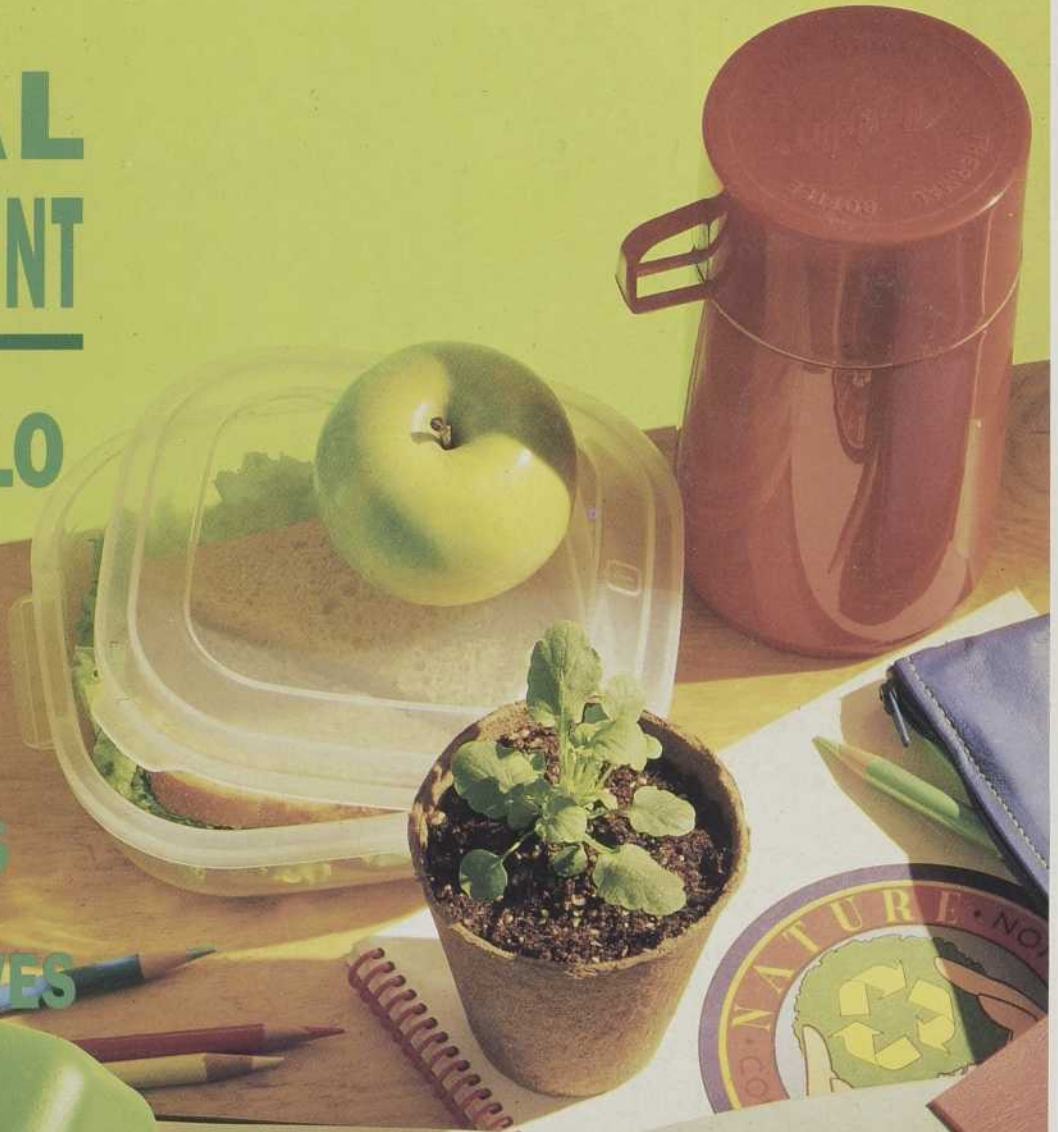
L'ÉCOLE ÉCOLO

LE COMBAT AUTO-BUS

LES PILES VERTES

LA SANTÉ DES RIVES

DRAGAGE: ENJEUX ET SOLUTIONS

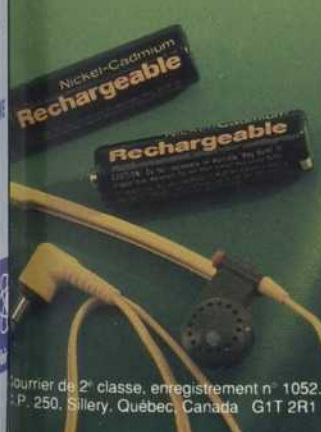


...n. échantillon du sol d'un jardin potag.

Cahier d'écriture

46 Des preuves d'amélioration ou de l'environnement

-L'accusation nous reproche de p



101-01977 QTE:02 G
 BIBLIOTHEQUE NATIONALE QUEBEC
 BUREAU DEPOT LEGAL
 1700 ST DENIS
 MONTREAL
 QUE. H2X 3K6



NOUS SERONS PLUS COMME DES POISSONS DANS L'EAU!



Tembec s'est donné pour objectif de devenir d'ici 1995 l'un des leaders de l'industrie des pâtes et papier en matière d'environnement, de santé et de sécurité. De fait, Tembec aura alors investi 216 millions \$ pour améliorer sa performance environnementale.

Concrètement, entre 1975 et 1990 Tembec a déjà fait des progrès appréciables en réduisant de 87% les émissions de bioxyde de soufre (SO₂) dans l'air, ainsi que les rejets dans l'eau de «demande biochimique en oxygène 5 jours» (DBO₅) et de «matières en suspension» (MES) de 67% et de 83% respectivement.

En prenant 1989 comme année de référence, à la fin de 1993 Tembec aura encore réduit de 86% les rejets de DBO₅, qui seront inférieurs à 20 TM/j comparativement à 245 TM/j en 1980.

Société cotée en bourse, reconnue à maintes reprises pour son sens de l'innovation, exportant sa production dans le monde entier, Tembec est particulièrement fière de sa contribution à l'enrichissement socio-économique de l'Abitibi-Témiscamingue où elle est née et où elle a prospéré. Plus que toute autre considération, c'est notre volonté d'assurer un avenir sain et florissant à notre région qui est la base de notre politique environnementale.



Tembec

Doing our part to make our business lean and green.

ARTICLES**14 Premiers pas verts**

Si les attitudes sur l'environnement doivent changer, pour sauver la planète, il apparaît logique de commencer à l'école, par l'éducation des enfants.

Par Sylvie Dugas



Page 14

22 La santé des rives

Des estivants aux municipalités, en passant par les producteurs agricoles et les exploitants forestiers, la santé des cours d'eau est l'affaire de tous.

Par Gilles Parent et Bernard Duchesne

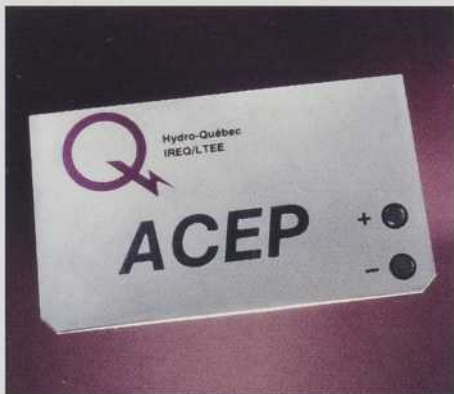


Page 22

29 Une invention qui tombe pile

De la pile électrique moins polluante à la voiture électrique performante, il y a tout un pas... qu'Hydro-Québec vient peut-être de rétrécir légèrement.

Par Raymond Lemieux



Page 29

32 Le combat auto-bus

Entre voiture verte et carburant vert, le transport en commun est encore seul capable d'éviter à l'environnement de s'ajouter aux victimes de la route.

Par Gilles Parent

38 Vers la valorisation des matériaux dragués

Le fleuve a besoin d'être dragué régulièrement, mais comment le faire sans polluer? Parmi les solutions, la création de sites fauniques ou récréatifs.

Par Jacques Bérubé



Page 32

CHRONIQUES**7 ACTUALITÉ**

Par l'Agence Science-Press

Le retour des éoliennes

Une empreinte génétique peut trahir

Le lait des prématurés

L'optimisme d'un septuagénaire

Des félins éprouvettes

Une taxe verte

Les plantes et l'effet de serre

Un hélicoptère sans rotor anticouple

Plus chaud au Nord

« En un clin d'œil »

44 LA DIMENSION CACHÉE

Pour faire des bulles

Par Raynald Pepin

5 ENTRE LES LIGNES**6 COURRIER****47 EN VRAC****49 À LIRE**

Objectif Terre. Les Verts,

de l'écologie à la politique

La science est-elle nécessaire ?

50 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par les Presses de l'Université du Québec.

La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Télex: 051-31623

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec

Deuxième trimestre 1991, ISSN-0021-6127

Répertorié dans Point de repère et dans l'Index

des périodiques canadiens.

© Copyright 1991 - QUÉBEC SCIENCE

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

QUÉBEC SCIENCE

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

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

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION

Jacki Dallaire

Révision linguistique
Robert Paré

Recherches iconographiques
Ève-Lucie Bourque

Comité de rédaction

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

Collaborateurs

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

PRODUCTION

Conception graphique
Richard Hodgson

Photo couverture
Brigitte Ostiguy

Séparation de couleurs
Les ateliers haut registre inc.

Impression

Imprimerie l'Éclairer

COMMERCIALISATION

Promotion
Marie Prince

Publicité
Jocelyne Savard

Abonnements
Nicole Bédard

Distribution en kiosques
Messageries dynamiques

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

Membre de: The
Audit
Bureau
CPPA

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

Abonnements

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

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

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

Entre les lignes

APPRENDRE L'ENVIRONNEMENT

Mai est peut-être « le mois le plus beau », comme on nous apprenait à le chanter à l'école, mais pour que cela demeure vrai à l'avenir, il faudra sérieusement nous mettre tous à nous préoccuper d'environnement.

Pendant que Raymond Lemieux et Gilles Parent s'intéressent, l'un à une nouvelle pile pour voitures électriques, l'autre au duel automobile-transport en commun, Jacques Bérubé nous parle de la valorisation des matériaux dragués dans le Saint-Laurent, et Bernard Duchesne et Gilles Parent (à nouveau) traitent ensemble de la santé des rives et des cours d'eau. Quant à Sylvie Dugas, c'est à l'école qu'elle nous emmène, là où tout commence, y compris la sensibilisation à l'environnement. Sur une note un peu plus légère, Raynald Pepin, dans sa « Dimension cachée », se fait limpide et nous explique, proprement, la formation des bulles dans l'eau qui bout.

On le voit, il est question de changement d'attitudes, et Québec Science n'échappe pas à cette nécessité de se préoccuper d'environnement. Ainsi, à partir du mois de mai, votre magazine sera désormais imprimé sur du papier recyclé. L'emballage en plastique est aussi remis en question, et nous étudions des solutions de rechange, qui permettront aux lecteurs et lectrices de recevoir leur exemplaire en bon état, tout en respectant l'environnement.

L'été sera bientôt de retour, une saison durant laquelle on oublie facilement soucis et tracés pour se consacrer davantage aux vacances. Pussions-nous ne pas oublier totalement de nous occuper d'environnement et faire notre part pour que notre planète puisse, elle aussi, souffler un peu.

Le numéro de mai de Québec Science est donc consacré à cet important sujet, devenu sympathique entre tous, et pour cause. Mais le domaine est vaste, et il a fallu faire des choix.

Jacki Dallaire

AIDER LA SCIENCE TOUT EN PROFITANT D'AVANTAGES INTÉRESSANTS

Les abonnés actuels* peuvent maintenant faire leur part pour l'avancement de la science au Québec en devenant membres-adhérents de Québec Science. Cette catégorie spéciale d'abonnés contribuera au développement des activités de loisir scientifique; en effet, Québec Science versera au Conseil de développement du loisir scientifique 10 % du montant déboursé lors de l'inscription. De plus, les membres-adhérents bénéficieront, dès le renouvellement de leur abonnement, de privilèges qui leur sont exclusivement réservés: outre l'abonnement au magazine, ils profiteront de réductions importantes sur une foule de produits et de services qui y sont annoncés. Il suffit aux abonnés actuels de prolonger leur abonnement en cours à l'aide du coupon inséré à cette fin dans le magazine. Les entreprises et autres organismes peuvent, eux aussi, encourager la relève scientifique en devenant membres-parrains, et ainsi aider à développer le goût de la science chez des jeunes.

*Individus seulement

**UNE PERCHAUDE LONGUE
DE PLUSIEURS KILOMÈTRES ?**

Dans « Un sursis pour le fleuve » du numéro de janvier 1991, une erreur s'est glissée dans le compte rendu des propos que j'ai prononcés au symposium sur le Plan d'action Saint-Laurent, tenu en 1990. [...]

Ainsi, par exemple, une femelle de 25 cm, une taille bien représentée sur les frayères, est âgée, en moyenne, de 11 ans au sud et de 8,5 ans à moins de trois kilomètres au nord ; elle pèse 193 grammes au sud et 201 au nord ; elle dispose de 13 800 œufs au sud et 21 000 au nord. En outre, toutes proportions gardées, la perchaude est environ trois fois moins abondante au sud qu'au nord et elle y atteint la maturité sexuelle à un âge plus avancé.

Plus la taille de la perchaude augmente, plus les écarts observés au niveau de la croissance et de la fécondité sont importants. À 25 cm, une perchaude de la rive sud a donc une fécondité qui correspond non pas, comme c'est rapporté dans votre chronique, au tiers de celle de la rive nord mais bien aux deux tiers. Théoriquement, un écart de trois pour un ne pourrait même pas être observé chez des femelles longues de quelques kilomètres.

La revue des connaissances disponibles sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des portions nord et sud du lac Saint-Louis fréquentées par la

perchaude révèlent qu'elles se distinguent principalement par une contamination plus élevée des eaux, des sédiments et de la chaîne alimentaire de la rive sud. Ces observations sont extrêmement troublantes puisqu'elles indiquent que nous avons dépassé le stade des projections ou des extrapolations tirées de tests en laboratoire et que nous sommes bel et bien parvenus à compromettre, dans le fleuve Saint-Laurent, la vitalité d'une espèce de grande valeur écologique et socio-économique, pourtant bien adaptée aux conditions naturelles qui y prévalent (en excluant bien sûr la contamination).

**Pierre Dumont, biologiste
Service de l'aménagement
et de l'exploitation de la faune
MLCP**

**LA LUMIÈRE
AU BOUT DU TUNNEL**

Le numéro de mars présente la traversée d'une ligne électrique sous le fleuve, près de Grondines, comme une percée technologique. À l'origine, le creusement de ce tunnel unique était plutôt une percée écologique puisque l'on voulait « sauver le fleuve ». Mais les environnementalistes ont fait le jeu des entrepreneurs et des manufacturiers, qui voyaient là de gros

contrats. Le développement d'une conscience écologique prend ici des chemins bien imprévus. Le Québec s'est donné les moyens de faire des choix (tel le Bureau des audiences publiques) sans avoir de critères de choix ou de morale écologique (voir *Repères pour demain*, d'André Beauchamp et Julien Harvey, Bellarmin, 1987).

Au lieu d'investir près de 200 millions de dollars sous le fleuve, on aurait pu le nettoyer, traiter les eaux usées, améliorer les procédés industriels. On aurait pu aussi s'attaquer au plus gros pollueur de la planète, l'automobile. L'année 1992 sera celle du 100^e anniversaire de l'invention de l'auto électrique, qui attend encore une place au soleil.

Les solutions ne sont cependant pas toutes écologiques. On pourrait éviter de nouvelles traversées du fleuve en limitant à la rive nord l'implantation d'usines d'aluminium, de magnésium, de chlorure de calcium.

Dans le même numéro, « La dernière colère d'Haroun Tazieff » souligne que trop souvent « les sympathisants de la cause environnementale se font tromper » par une certaine pollution intellectuelle d'écologistes alarmistes. Un peu de lumière au bout du tunnel aurait pu sauver bien des énergies.

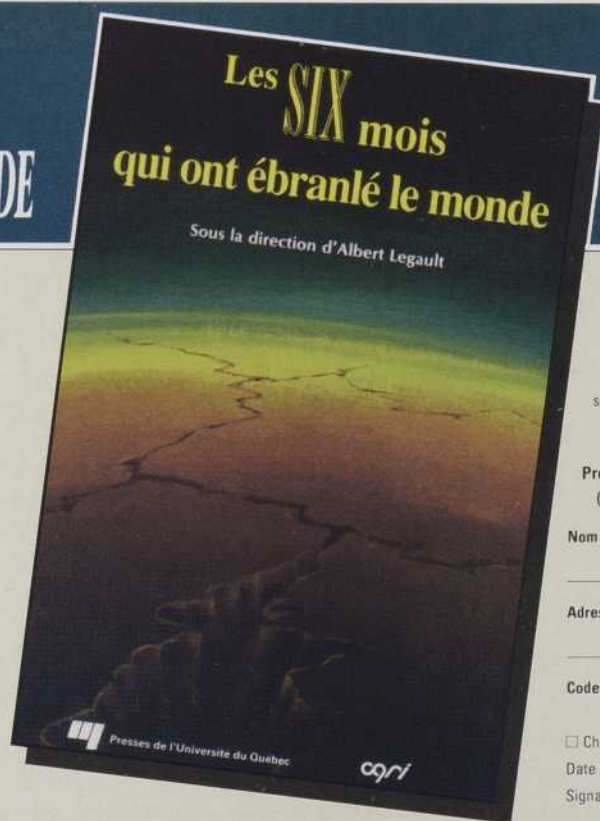
**Jean Laflamme, ing. météorologue
Saint-Bruno (Québec)**

**LES SIX MOIS
QUI ONT ÉBRANLÉ LE MONDE**

LE POINT SUR LES GRANDS
CHAMBARDEMENTS SURVENUS
EN EUROPE DE L'EST.
UNE MERVEILLEUSE ANALYSE
DES FAITS ET DE LA SITUATION.

LES SIX MOIS
QUI ONT ÉBRANLÉ LE MONDE
Sous la direction de Albert Legault
1991, ISBN 2-7605-0637-1
330 pages

32,10 \$
TPS
INCLUSE



EN VENTE CHEZ VOTRE LIBRAIRE

ou chez l'éditeur au (418) 657-3551, poste 2860
service à la clientèle. Vous pouvez aussi indiquer le nombre
d'exemplaires désirés dans la case placée à côté du prix,
et expédier cette annonce avec votre paiement aux:

Presses de l'Université du Québec, C. P. 250, Sillery,
(Québec) G1T 2R1 • Télécopieur : (418) 657-2096

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____ Tél. () _____

Chèque Mandat postal Visa MasterCard

Date d'exp. _____ Numéro _____

Signature _____

par l'Agence Science-Press

L'heure était aux énergies douces et renouvelables. C'était dans les années 70, en pleine crise énergétique, et le vent soufflait du bon côté pour la recherche et le développement en matière d'éoliennes. Puis, la crise se résorbant, ces moulins à vent générateurs d'électricité ont été laissés dans l'ombre. Mais le vent pourrait bien tourner une fois de plus : « La guerre du Golfe pour le contrôle du pétrole remet la question énergétique en perspective et pourrait à nouveau susciter l'intérêt pour les ressources renouvelables, comme l'énergie éolienne », estime l'ingénieur Réal Reid, de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ).

Depuis plusieurs années, M. Reid travaille à l'implantation des éoliennes dans le réseau hydro-québécois. Il se heurte constamment au même problème : le potentiel éolien du Québec est immense (environ 200 000 mégawatts), mais, dans les faits, il est pratiquement inaccessible. Car le coût de production de l'énergie éolienne n'arrive pas à concurrencer celui de l'électricité hydraulique, l'un des plus bas au monde.

M. Reid soutient cependant que l'exploitation des éoliennes peut s'avérer économiquement et écologiquement rentable dans les régions éloignées, comme dans l'Ungava, sur la Basse Côte-Nord et aux îles de la Madeleine, où les centrales au diesel coûtent très cher. « Nos études démontrent que le jumelage d'une éolienne à un réseau diesel réduit la consommation de carburant et abaisse les coûts de production d'électricité », explique l'ingénieur.

Depuis 1986, une éolienne expérimentale se dresse dans le ciel de Kuujuaq, au Nouveau-Québec. Cette éolienne danoise d'une capacité de 65 kW a été spécialement adaptée aux rigueurs du climat du Nord québécois. Ainsi, certaines composantes mécaniques ont été hermétiquement isolées et chauffées pour

Le retour des éoliennes



Travert / Publiphoto

fonctionner à des températures de -35°C . Quant à la tour, elle est fabriquée d'un acier spécial résistant aux chocs à basse température.

L'éolienne de Kuujuaq a fait ses preuves : une production de plus de 250 000 kW, en 14 000 heures de fonctionnement, pour une économie d'environ 80 000 l de carburant diesel. « Même si en décembre dernier des travaux de réparation nous ont obligés à interrompre les opérations et même si les coûts liés à l'infrastructure ont été plus élevés que prévu, l'expérience s'est avérée concluante », affirme Réal Reid. Au point qu'on songe à étendre ce type d'installation au Nouveau-Québec et dans la région de la côte nord du Saint-Laurent, mais cette fois-ci avec un scénario à haute pénétration : on fera appel à un véritable parc de moulins à vent. Ainsi, selon ce scénario, Kuujuaq serait desservie par 20 éoliennes. Et, pour l'ensemble des réseaux isolés, il faudrait en tout 400 éoliennes.

Pourtant, Hydro-Québec a connu des résultats bien décevants avec ses deux éoliennes géantes, celle des îles de la Madeleine, qui devait s'écrouler sous la force des vents en 1978, un an après sa mise en service, et celle de Cap-Chat, en Gaspésie, cédée à LavalinTech, au prix symbolique d'un dollar.

« Le problème, reconnaît Luc Lainey, vice-président à la recherche chez LavalinTech, c'est que les compagnies productrices d'électricité se tournent naturellement vers les grandes puissances et pensent en termes de mégawatts. Hydro-Québec est partie du principe que plus une éolienne est puissante, plus la production sera facile à contrôler et meilleur sera son rendement économique. Or c'est tout le contraire. Aujourd'hui, nos études démontrent qu'une éolienne d'un mégawatt n'arrive même pas à être compétitive, par rapport au coût du kilowatt-heure d'une petite machine de 150 ou 300 kW. »

LavalinTech a tout de même tiré profit d'Éole. Depuis mars 1990, la firme exploite l'éolienne sur le mode automatique et vend l'électricité à la société d'État. Une firme allemande s'est même intéressée à cette technologie. Dornier System a obtenu une licence d'exploitation en vue de construire une autre éolienne d'aussi grandes dimensions, adaptée aux conditions côtières de l'Allemagne.

Claire Gagnon

DES FÉLINS ÉPROUVETTES

La Dre Karen Goodrowe, scientifique ontarienne, est la première à avoir utilisé avec succès la méthode de fertilisation *in vitro* chez les chats. Ce n'était évidemment pas pour augmenter la population de chats, mais pour mieux comprendre la fertilisation artificielle chez les félins. Aujourd'hui attachée au Zoo de Toronto, la Dre Goodrowe voudrait appliquer la méthode des « chats éprouvettes » aux grands félins, surtout ceux qui se reproduisent peu en captivité (comme le guépard) ou qui sont menacés de disparition (comme la panthère de la Floride).



Eve-Lucile Bourque

Plus précisément, la chercheuse et ses collègues tentent de récupérer les ovules de félins décédés, de les garder en vie, puis de les fertiliser avant de les implanter dans une mère porteuse. Si ces travaux connaissent le succès, ce sera un espoir de plus pour certaines espèces menacées.

UNE EMPREINTE GÉNÉTIQUE PEUT TRAHIR

Le 5 avril 1989, à Ottawa, un homme accusé d'agression sexuelle plaide coupable en entendant la preuve donnée contre lui par le typage de son ADN. C'était la première fois en Amérique du Nord que ce type de preuve était utilisé dans un procès.

La méthode, simple, permet d'extraire et de purifier l'ADN provenant de traces biologiques laissées sur les lieux du crime (sang, sperme, cheveux). Après que l'ADN a été fragmentée, avec une sorte de « ciseaux » moléculaires appelés enzymes de restriction, des sondes radioactives sont ajoutées à la solution d'ADN. Chaque sonde reconnaît une séquence spécifique de l'ADN, à laquelle elle s'attache solidement. Accompagnée de son fragment d'ADN, la sonde est examinée aux rayons X pour déterminer la configuration génétique exacte de l'évidence biologique. Les résultats sont ensuite comparés à l'empreinte génétique du suspect.

Le typage génétique représente une avance considérable par rapport aux méthodes conventionnelles, qui non seulement n'analysent que le sang, mais au mieux ne peuvent qu'identifier le groupe sanguin du coupable. Le typage génétique, au contraire, peut analyser pratiquement tout échantillon humain et dire avec une quasi-certitude s'il provient du suspect, puisque seuls deux jumeaux identiques ont la même empreinte génétique. Il suffit que l'échantillon contienne une molécule d'ADN entière – molécule qui heureusement résiste très bien aux conditions adverses, puisqu'on en a retrouvé chez certaines momies égyptiennes !

En plus d'aider à la résolution de cas d'agression sexuelle et d'autres crimes, le typage génétique devrait permettre de retrouver l'identité d'un enfant adopté ou même d'identifier des restes humains.

Aux États-Unis, le FBI est en train d'élaborer une base de données où serait classifiée l'information génétique venant du sang, des cheveux ou du sperme trouvés sur les lieux d'un crime. Cela pourrait aider les enquêteurs à déterminer si une série de crimes est l'œuvre d'une même personne. La base contiendra aussi le type génétique des parents d'enfants disparus. Quand un enfant sera retrouvé, son type génétique pourra être comparé avec ceux de ses parents dans la banque de données.

Vu le haut taux de récidive des agresseurs sexuels (80 %), une loi a déjà été votée dans 11 États américains, obligeant ces criminels à soumettre leur type génétique à une telle banque de données. Aucune loi semblable n'existe au Canada.

On estime que dans quelques années, une empreinte génétique pourra être faite à partir de traces infimes : quelques cellules de sperme, un seul cheveu ou des échantillons partiellement décomposés. On pourrait même donner une description physique du coupable à partir des indices génétiques laissés sur les lieux du crime !

Juliette Patterson

UNE TAXE VERTE

Le prix des biens de consommation devrait inclure les coûts environnementaux de leur élimination, et cela pourrait prendre la forme d'une « taxe verte ». Voilà ce que prône en substance le Groupe de recherche en économie de l'énergie et des ressources naturelles de l'Université Laval (GREEN). Selon les chercheurs du Groupe, une politique de taxation des déchets favoriserait la modification des habitudes de consommation et, au bout du compte, la réduction du volume de déchets produits. Ces scientifiques ne croient pas vraiment à la solution du recyclage, car selon eux le fait de savoir qu'il est possible de recycler annule toute incitation à modifier les habitudes de production et de consommation.

LE LAIT DES PRÉMATURÉS

Le lait maternisé est-il adapté aux exigences nutritives des nourrissons et à celles, peut-être différentes, des bébés prématurés ? Le Dr Nico M. van Gelder, neurochimiste à l'Université de Montréal, en doute. Depuis deux ans, il soupçonne que le lait maternel pour les prématurés a une composition en acides aminés essentiels différente de celle du lait maternel pour les nourrissons nés à terme. Or, comme c'est ce dernier qui sert de modèle aux laits maternisés, le chercheur se demande si ceux-ci sont bien adaptés aux besoins des prématurés.

Pour vérifier son hypothèse, le Dr van Gelder et son équipe mènent une étude sur 18 acides aminés essentiels. Ils vérifient leur présence et mesurent leur concentration dans chacun des deux laits maternels. « Si notre étude confirme que les deux types de laits sont différents, indique le chercheur, nous mettrons au point, d'ici deux ou trois ans, une préparation artificielle adaptée aux besoins particuliers des prématurés. »

Parmi la dizaine d'acides aminés essentiels au développement de l'enfant, la taurine intéresse particulièrement le chercheur, car elle jouerait un rôle important dès les premières étapes de formation des systèmes cérébral, visuel et cardiaque. Plusieurs observations ont confirmé qu'un manque de taurine entraînait des troubles du système nerveux.

On a longtemps négligé l'importance de cet acide aminé, jusqu'au jour où on a découvert qu'il était présent en très fortes concentrations dans le lait maternel. Finalement, il y a cinq ans, les compagnies pharmaceutiques ont enrichi leurs formules en taurine. Il reste à savoir si les concentrations sont adaptées aux besoins des nourrissons et à ceux des prématurés.

L'adulte ne fabrique pas de taurine, mais son alimentation – surtout la viande rouge et les fruits de mer – lui en apporte deux grammes



G. Philippart de Foy / Publiphoto

par jour, qu'il concentre dans son système nerveux. Or les embryons et les nourrissons n'ont pas cette capacité, ce qui explique l'importance d'une bonne alimentation pendant la grossesse et d'un lait adapté après la naissance. « Les nourrissons les plus exposés à une carence en taurine, explique Nico van Gelder, sont ceux dont la mère est adolescente. En pleine croissance et souvent pauvres, plusieurs jeunes mères vivent leur grossesse dans un état émotif et nutritif débalancé. »

La composition des laits maternisés fait toujours l'objet de nombreuses recherches. « Mais on ne se contente plus de mélanger les micro et les macronutriments retrouvés dans le lait

maternel; on s'intéresse désormais à l'interaction entre ces différents éléments », indique Claude Roy, directeur du département de pédiatrie à l'hôpital Sainte-Justine. On sait en effet que le fer inhibe le zinc et le cuivre, ou que le calcium n'est plus assimilé quand la concentration en lipides augmente.

Petit à petit, les compagnies pharmaceutiques améliorent leurs formules, mais selon Claude Roy, elles ne tiennent pas encore assez compte des recommandations des chercheurs. Plus grave encore, déplore Nico van Gelder, la recherche fondamentale dans ce domaine souffre de sous-financement.

Marie-Noëlle Delatte

LES PLANTES ET L'EFFET DE SERRE

Des chercheurs européens viennent de terminer une carte de la végétation d'il y a 18 000 ans, donc de la dernière époque glaciaire. Leur objectif était de calculer la quantité de gaz carbonique alors absorbée par les plantes et le sol, pour ainsi mieux comprendre les mécanismes de l'effet de serre. Selon ces chercheurs, le gaz carbonique libéré par les océans au cours

des derniers millénaires a été en partie absorbé par les plantes et le sol. Les plantes pourraient-elles alors ralentir le réchauffement de la planète ? Le chercheur William H. Schlesinger affirme que, selon cette nouvelle théorie, la végétation absorbe trop lentement le gaz carbonique pour annuler l'effet de serre causé par l'homme depuis 200 ans.

CROISIÈRES SPÉCTACULAIRES

DÉCOUVREZ LES BALEINES

Au départ de Baie Sainte-Catherine à 30 km de La Malbaie, une excursion-découverte de trois heures vous permettra d'explorer un très important refuge de baleines, l'embouchure du Saguenay.

À cet endroit, les cétacés s'ébattent en toute quiétude, et on peut y observer à loisir plusieurs espèces dont le béluga, le rorqual commun, le petit rorqual et, à l'occasion, plus de cinq autres espèces.

Nos naturalistes vous fourniront toute l'information nécessaire concernant l'anatomie, les mœurs et les adaptations particulières de ces mammifères marins.

Le Cavalier des Mers et le Cavalier Royal, des navires conçus pour cette découverte du monde aquatique, vous y feront participer en tout confort et sécurité.

Avant votre départ, procurez-vous le volume **Biologie et écologie des baleines** en nous téléphonant.

DÉPARTS

Tous les jours, de la fin mai à la mi-octobre

De Baie Sainte-Catherine : 10h, 13h15, 14h30*, 16h30

De Tadoussac : 9h45, 12h45, 14h45*, 16h15

* Croisière supplémentaire en haute saison, de la mi-juillet au début septembre.

Adultes : 30 \$ Enfants de 5 à 12 ans : 15 \$

Membres de Québec Science : Réduction de 15 %

Nous organisons aussi des croisières sur le Saguenay.



CROISIÈRES NAVIMEX INC.

25, Place Marché Champlain Suite 101 Québec Qc G1K 4H2 (418) 692-4643



Voir page 4

LE ROBERT

LA PASSION DES MOTS



AMÉLIOREZ VOTRE CONNAISSANCE DE LA LANGUE FRANÇAISE

LE PETIT ROBERT 1

Le dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française

Prix régulier : **71,64 \$**

Membre de Québec Science : **47,99 \$**

LE PETIT ROBERT 2

Le dictionnaire universel des noms propres

Prix régulier : **83,41 \$**

Membre de Québec Science : **55,88 \$**

LE MICRO-ROBERT PLUS

Le dictionnaire d'apprentissage du français

Prix régulier : **35,26 \$**

Membre de Québec Science : **23,61 \$**

LE MICRO-ROBERT DE POCHE

Une partie du Micro-Robert Plus en édition de poche

Prix régulier : **16,00 \$**

Membre de Québec Science : **10,72 \$**

LE PETIT ROBERT DES ENFANTS

Le dictionnaire des premières années d'école

Prix régulier : **37,40 \$**

Membre de Québec Science : **25,05 \$**

LE ROBERT MÉTHODIQUE

Le dictionnaire pédagogique du français destiné aux éducateurs, enseignants et parents

Prix régulier : **37,40 \$**

Membre de Québec Science : **25,05 \$**

(La TPS est incluse dans tous les prix)



Voir page 4

LA SCIENCE EN FRANÇAIS SUR APPLE

Il existe une quantité énorme de logiciels pour l'enseignement des sciences, mais presque tous sont en anglais. Aussi, plutôt que de créer de nouveaux logiciels français, Alexandre Strachan, professeur de biologie à l'Université du Québec à Rimouski, a tout simplement opté pour la traduction. Depuis un an, lui et sa petite équipe ont traduit plusieurs logiciels de chimie et de biochimie réalisés par la National Science Foundation des États-Unis. Conçus pour l'ordinateur Apple II, ces logiciels seront bientôt adaptés aux produits IBM et compatibles, afin de répondre aux besoins exprimés lors du dernier congrès de l'Association des professeurs de sciences du Québec. Selon M. Strachan, le marché mondial francophone pour de tels produits permettra l'auto-financement de l'opération à moyen terme.

DES PRIX À L'ENVIRONNEMENT

Qu'ont en commun l'organisme Canards illimités, l'écologiste Andrew Thompson, le vulgarisateur scientifique David Suzuki, les étudiantes Sarah Imbeault et Pascale Charest, la municipalité régionale de Sudbury et la firme Laminage Perma ? Ces personnes et organismes ont reçu l'an dernier les Prix de l'environnement décernés par le gouvernement fédéral. Les lauréats de 1991 seront connus au début de juin. Cette initiative s'inscrit dans le cadre du Plan vert d'Ottawa.

L'UNIVERSITÉ ET LES HANDICAPÉS

L'Université de Sherbrooke a ouvert en janvier son Centre de soutien technique pour étudiantes et étudiants handicapés, grâce à une subvention de 30 000 \$ du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science. Un local de la Bibliothèque générale de l'Université a été doté d'appareils destinés particulièrement aux personnes qui ont des handicaps moteurs ou visuels, tels un système IRIS (qui lit à haute voix des textes imprimés) ou une téléviseurneuse (qui grossit les données de l'ordinateur). L'automne dernier, l'Université de Montréal inaugurerait, elle aussi, un tel service, destiné à ses 86 étudiants handicapés.

L'UNIVERSITÉ D'ÉTÉ

Trente étudiants – 15 Québécois, 15 Français – vivront en juillet et août la première d'une expérience nouvelle : « L'université d'été franco-québécoise sur l'environnement et le développement durable. » Sous l'égide de l'Office franco-québécois pour la jeunesse, les étudiants participeront à deux sessions de 15 jours chacune, la première au Saguenay-Lac-Saint-Jean, la seconde en Franche-Comté. En plus de cours théoriques, les universitaires d'été se pencheront sur des problèmes d'environnement locaux, question de mettre leurs théories en pratique.

EN CHAIRES ET EN DOLLARS

L'Université de Montréal vient de créer la première chaire de chimie médicinale au pays. Sous la direction du professeur Stephen Hanessian, une équipe de 24 personnes, dont 12 chercheurs postdoctoraux, concentrera ses efforts sur les antibiotiques antibactériens, sur l'immunochimie et sur les composés antiviraux. On cherchera à mettre au point de nouveaux médicaments – notamment contre le cancer et l'herpès – et à mieux comprendre leur mode d'action. Trois laboratoires privés, dont celui de Bio-Méga, à Laval, sont associés à cette chaire, financée en bonne partie par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada. De son côté, l'Université Laval a créé une chaire de recherche en paralysie cérébrale, cela grâce à des dons de 400 000 \$ de l'Association de la paralysie cérébrale du Québec et de la Fondation J.-Armand-Pépin.

MÉDAILLE D'OR EN SCIENCES

Le Dr Raymond Lemieux, professeur émérite de chimie de l'Université de l'Alberta, est le premier récipiendaire de la Médaille d'or en sciences et en génie du Canada. Cette distinction a été créée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, pour souligner « un apport remarquable et soutenu à la recherche ». Âgé de 71 ans, le Dr Lemieux est considéré comme le pionnier contemporain de la chimie des hydrates de carbone. Ses travaux en chimie organique et en biologie, entre autres, ont amené des progrès importants en immunologie et en immunochimie.

LA GUERRE DES SONDAGES DANS LES UNIVERSITÉS

Après les partis politiques et les groupes de pression, c'est au tour des universités de faire appel aux sondages pour défendre leur cause. Ainsi, un sondage mené en janvier par la firme Angus Reid, pour le compte de l'Association des Universités et Collèges du Canada (AUCC), révèle que 85 % des Canadiens pensent que l'enseignement et la recherche universitaires sont « très importants » (69 %) ou « assez importants » (26 %) pour assurer la compétitivité économique et le développement social du pays. Neuf personnes sur dix estiment que le gouvernement fédéral devrait se doter d'une stratégie de l'enseignement supérieur et maintenir son financement aux universités. Fort heureux de ces résultats, le président de l'AUCC, M. Claude Lajeunesse, a quand même déploré que « les actions récentes du gouvernement fédéral contredisent cet appui considérable aux études universitaires ».

CLAIRE, GRÉGORY, MARIE-SOLEIL, ET MARC-ANDRÉ SONT CONTENTS !

Le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science a accordé des subventions totales de 1,25 million de dollars à trois séries télévisées scientifiques : 750 000 \$ à *OmniScience* (pour trois ans) et 250 000 \$ chacun aux *Débrouillards* et au *Club des 100 watts* (dans ce dernier cas, pour des capsules sur les carrières en science). Jusqu'ici, l'aide financière du MESS à la vulgarisation scientifique était presque exclusivement consacrée à des activités d'animation et de muséologie, ou à des publications, comme les magazines bien connus *Québec Science* et *Je me petit-débrouille*.

INFO ENVIRONNEMENT

Un colloque sur le compostage des déchets domestiques et municipaux en milieu urbain aura lieu à Montréal les 30 et 31 mai 1991, en collaboration avec Technical University of Nova Scotia. Pour information et inscription : (514) 282-9766.

L'AQPERE tiendra, les 7 et 8 juin à Montréal, les États généraux de la formation et de l'éducation en environnement. Pour information : (514) 849-4380.

L'OPTIMISME D'UN SEPTUAGÉNAIRE



CNRC

Célébrant cette année son 75^e anniversaire, le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) voit désormais la vie en rose. Durement éprouvé par les compressions fédérales depuis 1984-1985, qui ont fait chuter son budget de 100 millions de dollars (en tenant compte de l'inflation), le CNRC recevra au cours des cinq prochaines années un montant supplémentaire de 50 millions et l'assurance de la stabilité de son budget annuel de quelque 400 millions.

Ce cadeau d'anniversaire en main, le CNRC se sent d'attaque pour réaliser son plan quinquennal 1990-1995, amorcé en avril de l'année dernière. Le titre de ce plan, « Face à la concurrence », est révélateur des objectifs du CNRC : devant la mondialisation des économies, le Canada n'a d'autre choix, s'il veut conserver son niveau de vie, que d'accélérer son développement technologique, de la formation de la main-d'œuvre à l'innovation dans l'entreprise. « Nous devons traiter les innovations scientifiques et technologiques comme une priorité nationale », plaide le président de l'organisme, le Dr Pierre O. Perron.

Pour ce faire, on mise sur le partenariat avec l'entreprise.

Le Conseil national de recherches veut doubler, d'ici dix ans, « l'effet de levier » de ses laboratoires et programmes de recherche dans le secteur privé. Et plus l'industrie utilisera les installations et mettra en valeur les découvertes du CNRC, plus celui-ci en profitera, les recettes engendrées s'ajoutant à son propre budget.

L'organisme fédéral a également amorcé l'an dernier une importante restructuration. Entre autres, cinq nouveaux instituts – chimie de l'environnement, sciences des microstructures, étalons nationaux de mesure, sciences moléculaires, technologie de l'information – ont été créés, qui s'ajoutent aux 16 déjà en place.

Ces efforts seront-ils suffisants, alors que le Canada reste l'un des pays industrialisés qui consacre la plus petite partie de son PNB à la recherche et au développement et que l'Association des manufacturiers sonne l'alarme sur la faible productivité de nos entreprises ?

En tout cas, au CNRC, on entame ce quatrième quart de siècle avec un optimisme que l'on n'avait pas senti depuis longtemps.

Félix Maltais

UN HÉLICOPTÈRE SANS ROTOR ANTICOUPLE

Tous les hélicoptères possèdent un « rotor de queue » (ou rotor anticouple), dont l'hélice verticale empêche la cabine de tourner dans le sens contraire de la grande hélice horizontale. Ce rotor sert aussi de gouvernail à l'appareil. Mais voilà, il est aussi la principale cause des accidents d'hélicoptère. Devant un tel constat, le géant américain McDonnell-Douglas a décidé tout simplement de supprimer le rotor. Avec son nouveau NOTAR (No Tail Rotor), l'hélicoptère n'est plus dirigé par le rotor anticouple, mais par un jet d'air. Plus facile à piloter, le NOTAR augmente les capacités de l'hélicoptère. Au point de vue militaire, la poutre de queue de l'appareil devrait facilement tolérer plusieurs tirs faisant des trous de la grosseur d'une balle de tennis, alors que de tels dégâts auraient causé la perte d'un hélicoptère à rotor anticouple.

PLUS CHAUD AU NORD

L'effet de serre pourrait entraîner un réchauffement des températures beaucoup plus important en Arctique qu'ailleurs sur le reste de la planète. Cette augmentation atteindrait 8 ou 10 °C, estime le Dr Barrie Maxwell, expert canadien en climatologie arctique. Cette estimation est deux ou trois fois plus élevée que celles évoquées habituellement par les spécialistes. La raison de cette hausse ? Selon le Dr Maxwell, une grande partie du rayonnement solaire est présentement reflétée par la neige ou la glace. Mais, avec le réchauffement qui s'amorce, une partie de la glace va fondre et il y aura alors davantage de terre découverte, capable de capter l'énergie solaire. Donc plus de chaleur susceptible d'être emprisonnée ensuite dans la serre...

PREMIERS PAS VERTS

En matière d'environnement,
l'avenir de la planète
passe par un changement d'attitudes global,
et l'école semble être l'un des lieux privilégiés
pour entreprendre cet immense effort
d'éducation et de sensibilisation.

Par Sylvie Dugas

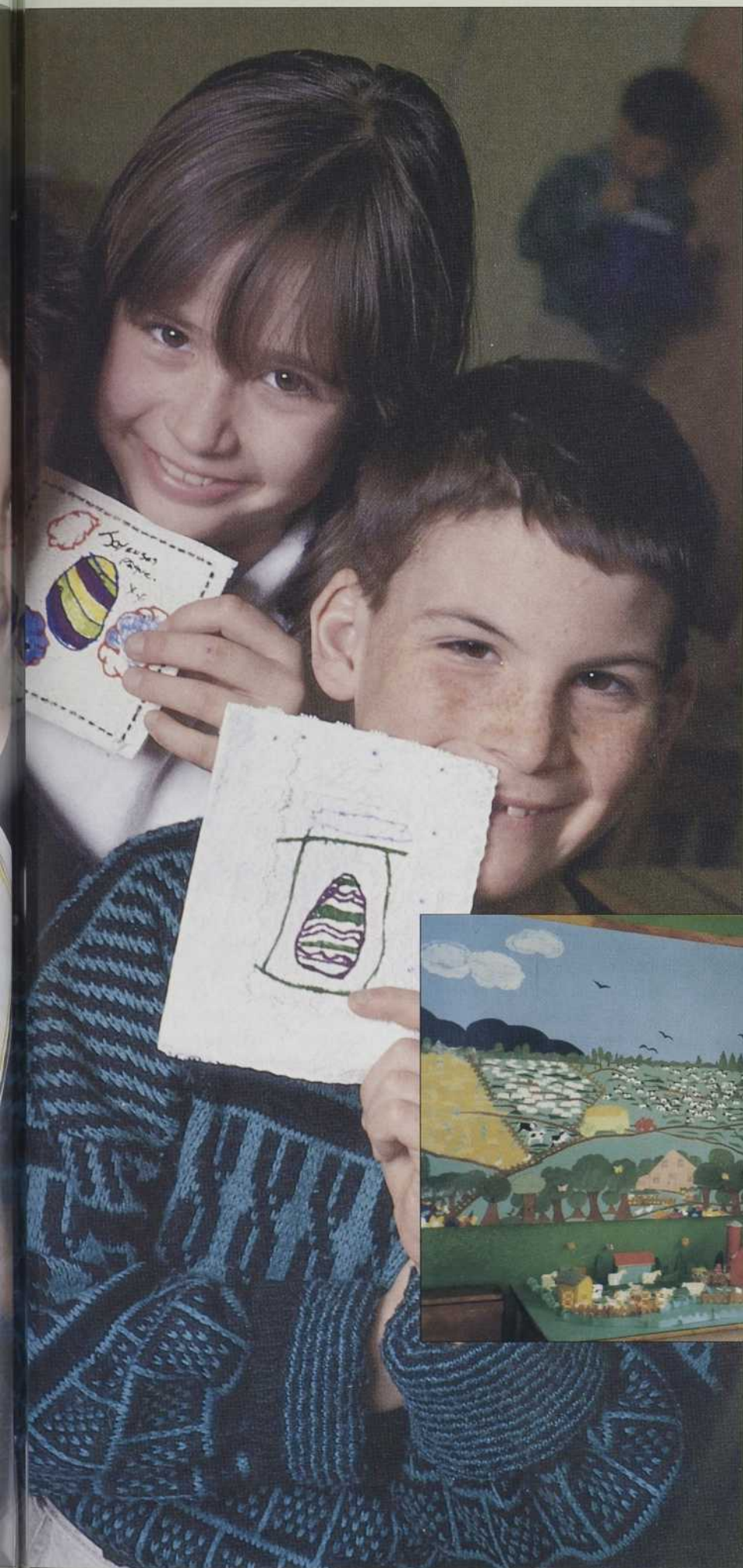
Un village de carton coloré, parsemé de parcs verdoyants, lové entre une murale de forêts peuplées de bêtes sauvages, et de champs productifs où paissent des animaux de la ferme. Voilà l'œuvre qu'ont présentée à leurs parents les élèves de la 5^e primaire de l'école La Mennais à la fin de l'année scolaire 1989-1990. On pourrait croire que la confection d'une telle maquette n'est qu'un divertissement. En fait, outre l'apprentissage des écosystèmes et de leur interrelation, ce travail recèle des enseignements en mathématique et en géométrie, pour ce qui a trait aux formes des bâtisses et des parcs, en arts plastiques et en français, pour la fabrication et l'identification des

éléments et des phénomènes illustrés. La réalisation du projet permet aussi d'inculquer des notions de solidarité grâce au travail en équipe, tout en faisant appel à l'initiative individuelle.

L'éducation relative à l'environnement (ERE), c'est l'intégration des matières scolaires dans un apprentissage à la fois affectif et cognitif, et portant à la réflexion et à l'action. « Cette dimension de l'éducation fait appel à des pratiques pédagogiques encore peu répandues dans le milieu scolaire, tels l'ouverture de l'école sur le milieu, l'interdisciplinarité, l'apprentissage par l'action dans un processus de résolution de problèmes réels, concrets et locaux, et l'approche collégiale de l'apprentissage, où l'on apprend les uns avec les autres, les



Ève-Lucie Bourque



uns des autres dans des projets signifiants et mobilisateurs », rapporte Lucie Sauvé, consultante et chercheure en ERE.

RENATURER L'ÉDUCATION

La philosophie de l'ERE s'inspire directement des attributs de la nature elle-même. « La nature est un perpétuel projet », soutient Véronique Gauthier, enseignante en sciences de la nature au primaire qui a supervisé le projet à La Mennais. « Le secret de l'approche globale ou systémique est de situer toute connaissance dans un contexte signifiant : dans l'environnement naturel, dans le milieu humain immédiat, dans la société, et même dans l'univers. » Véronique Gauthier fait ainsi découvrir à ses élèves l'aspect relationnel et l'interdépendance des éléments naturels des écosystèmes. Les principes de l'ERE privilégient aussi l'étude de problèmes significatifs pour l'élève, telles la chaîne alimentaire, la pollution, l'élimination des déchets, l'utilisation des ressources, la croissance démographique et les conséquences de l'urbanisation.

Membre de Ciradem-Québec (Centre interdisciplinaire de recherche



Si les parents des élèves de l'école La Mennais ont pu y admirer la maquette réalisée par leurs enfants, ceux dont les enfants fréquentent, entre autres, l'école Beauséjour à Laval ont reçu des cartes de Pâques réalisées sur du papier recyclé fabriquées par ces élèves.

Véronique Gauthier

et d'application pour le développement d'une éducation en milieu de vie), Mme Gauthier a présenté, au cours d'une rencontre organisée par cet organisme, les techniques utilisées dans ses expériences pédagogiques. Ce colloque sur la pédagogie de l'éducation relative à l'environnement, tenu en collaboration avec le groupe de recherche sur la pédagogie de projet interdisciplinaire et l'ERE de l'UQAM (PPIERE) en juin 1990, a réuni 125 participants du Québec, de l'Ontario, du Manitoba et de la France. Au cours des 24 ateliers de ce colloque, des porte-parole des milieux de l'enseignement, des groupes environnementaux, des centres spécialisés ont exposé leurs démarches en vue de donner à l'éducation une dimension environnementale.

Cet événement n'est pas un cas isolé au Québec. Un premier colloque, organisé par le Conseil québécois de l'environnement, avait eu lieu en 1979 à Sherbrooke. En 1984, Environnement-Jeunesse, groupement responsable de la publication du mensuel *Enjeu*, consacré à l'ERE, conviait les intervenants à un colloque ayant pour thème « Des échanges pour un nouveau coffre à outils ». En 1987, la North American Association for Environmental Education (NAAEE) tenait à Québec, avec l'aide de l'Association québécoise d'interprétation du patrimoine (AQIP), son 16^e congrès. En mai 1989, une quatrième rencontre avait lieu dans le cadre du 57^e congrès de l'ACFAS, avec la collaboration du ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) et de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Les 150 participants y dressaient un bilan critique de la situation au Québec et définissaient les éléments d'une stratégie québécoise pour les années 90.

L'ERE, UNE PRIORITÉ PLANÉTAIRE

Dans cet enthousiasme pour l'éducation environnementale, le Québec ne fait pas bande à part. Le concept de l'ERE s'est rapidement répandu dans de nombreux pays industrialisés, devant l'extrême gravité des problèmes environnementaux auxquels l'humanité est actuellement confron-

tée. L'éducation s'est très vite révélée l'une des solutions possibles, depuis la création du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). En effet, l'UNESCO lançait en 1975, avec la collaboration du PNUE, le Programme international d'éducation relative à l'environnement (PIEE) et adoptait la Charte de Belgrade, laquelle insiste sur « la réforme des processus et des systèmes d'éducation aux fins de la constitution d'une nouvelle éthique de développement et d'un nouvel ordre économique ». Ce document formule les principes et trace les lignes directrices de l'éducation relative à l'environnement.

À Tbilissi en 1977, la première Conférence intergouvernementale sur l'ERE adopte une déclaration et 41 règlements, qui inspirera le travail des 80 pays membres à l'intérieur et à l'extérieur du système scolaire. Dix ans plus tard à Moscou, une stratégie internationale d'action pour la décennie 80 est proposée par le Congrès international sur l'éducation et la formation relatives à l'environnement. On y définit alors l'ERE comme « une dimension du contenu et de la pratique de l'éducation orientée vers la résolution de problèmes concrets de l'environnement grâce à une approche interdisciplinaire et à une participation active de chaque individu et de la collectivité ».

Publié en 1987, le *Rapport Brundtland* ménage également une place à l'éducation en environnement. Prônant la mise en valeur des ressources humaines, le rapport vise à élargir les objectifs de l'éducation pour inciter à prendre davantage conscience des facteurs de la vie quotidienne ayant trait à l'environnement.

Ces prises de position ont-elles été observées à travers le monde ? Un peu partout, affirme Jean Robitaille, président de l'Association québécoise pour la promotion de l'éducation relative à l'environnement (AQPERE) et consultant en ERE, le milieu de vie de l'enfant, c'est-à-dire son environnement immédiat, a pris sa véritable valeur. Les enseignants, d'après M. Robitaille, ont exploré de nouvelles approches, qui font de l'enfant le



principal agent de son apprentissage. En France, le ministère de l'Environnement, en concertation avec les ministères de l'Éducation, et de la Jeunesse, des Sports et des Loisirs, a élaboré des programmes éducatifs d'envergure. Des centres permanents de classes vertes et de mer, ainsi que d'initiation à l'environnement ont été mis sur pied en 1980, dans le cadre de la politique nationale de protection de la nature et de l'environnement. En Allemagne, les considérations environnementales ont été intégrées, aux niveaux primaire et secondaire, dans l'enseignement des sciences naturelles, de la biologie, de la géographie et de la chimie.

Aux États-Unis, des étapes importantes, chapeautées par la NAAEE, ont



L'ERE, même si elle demeure étroitement reliée à l'enseignement des matières dites secondaires et peu développée dans le milieu scolaire, inculque aux jeunes touchés par cette démarche pédagogique une préoccupation environnementale qui fait souvent défaut à beaucoup de leurs aînés.

été franchies.

Parmi les multiples initiatives américaines, signalons celle de Steve Van Matre, qui crée sa propre école d'éducation à la Terre et propose des stages intensifs vécus en milieu naturel. L'effort américain a culminé avec la présentation au Sénat, en mai 1989, d'un projet de loi visant à faire de l'ERE une priorité dans les milieux scolaire et public.

LES PREMIERS PAS VERTS DU QUÉBEC

Le Québec a-t-il emboîté le pas environnemental ? Depuis fort longtemps, de nombreux jeunes ont été initiés aux sciences naturelles grâce aux Clubs 4-H, aux Cercles de jeunes naturalistes et aux camps de vacances spécialisés, tel le Centre écologique de Port-au-Saumon. Cependant, c'est surtout à partir du milieu des années 70 que s'est développée cette forme d'éducation selon le concept actuel.

Le gouvernement québécois développe alors, au sein de quelques ministères, des secteurs spécialisés en ERE. Le ministère de l'Énergie et des Ressources (MER) met en place un réseau de neuf Centres éducatifs forestiers, dispersés sur le territoire québécois. Actuellement dotés d'un budget de trois millions de dollars, ces lieux d'accueil en forêt sont spécialement aménagés et animés pour initier la clientèle au milieu forestier. « Près de 200 000 personnes par année reçoivent des messages éducatifs sur les écosystèmes et se familiarisent avec la gestion et l'aménagement forestiers, précise Michel Grondin, directeur du Service d'éducation à la conservation. De plus, une entente avec le ministère de l'Éducation permet d'offrir aux professeurs, depuis dix ans, des stages portant sur les sciences de la nature. » Transféré au ministère des Forêts en 1991, ce programme, intitulé « L'arbre en tête », offre aux enseignants 89 activités pédagogiques centrées sur l'arbre et le milieu forestier.

Au ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche (MLCP), le travail d'éducation se fait à travers le réseau des 15 parcs administrés par le Ministère. En 1988, un Service de l'éducation a été créé. Pourvu d'un maigre budget de 300 000 \$, le Service organise, début avril, la Semaine de la conservation de la faune, où les jeunes sont conviés à la découverte écologique d'une région. Un concours est organisé et la personne gagnante a droit à un séjour de dix jours dans un camp-école. Un volet jeunesse comprend aussi des programmes pédagogiques conçus pour les écoles et portant sur la faune et la conservation des espaces et des ressources. « Le matériel didactique diffusé par le MLCP, explique Ludger Lavoie, chef du Service des programmes d'éducation, contient des exercices portant sur les insectes, les oiseaux, les amphibiens et les reptiles, et destinés aux étudiants de 1^{re} et de 2^e année. Ceux de 3^e et de 4^e année apprennent comment aménager un territoire pour favoriser la présence de la faune. »

ENSEIGNER LA MÉSOLOGIE

Quant au ministère de l'Éducation (MEQ), prend-il en compte la dimension environnementale dans l'ensemble de ses programmes ? Selon le document *Vers une stratégie québécoise de la conservation et du développement*, le MEQ favorise une préoccupation mésologique (des milieux de vie) dans les programmes de science. Le terme « mésologique », employé par Michel Maldague, l'un des pionniers de l'ERE au Québec, englobe aussi les aspects sociaux de l'environnement, telles la militarisation ou la surconsommation.

On retrouve la préoccupation environnementale au primaire, en sciences de la nature, et dans le cours d'écologie de la 1^{re} secondaire. Les programmes d'introduction aux sciences physiques (2^e secondaire), de géographie (1^{re} et 3^e, optionnel en 4^e et 5^e), de biologie (3^e), de sciences physiques (4^e et 5^e) tendent également, sous certains aspects, à sensibiliser les jeunes à cette question. « Ces cours sont essentiels pour quelqu'un qui habite en ville », atteste

LES ACTIVITÉS ÉDUCATIVES OFFERTES PAR DIVERS ORGANISMES

Les Clubs 4-H

Les Clubs 4-H, dont l'existence remonte à 1942, sensibilisent 2 000 jeunes, répartis dans 75 clubs, à l'importance de la protection de l'environnement en général, et de l'arbre et du milieu forestier. On invite les mini-4-H à des jeux éducatifs et on incite les plus âgés à devenir responsables. Des stages de formation d'une journée sont dispensés aux bénévoles et aux animateurs de plus de 18 ans, avec un thème précis pour chaque année (en 1990 : « Psychologie de l'enfant et animation »).

Le matériel pédagogique comprend des *Dossiers-projets* (information, références, documents audiovisuels) portant sur plusieurs thèmes, un *Guide d'activités*, un *Document recto-verso*, axé sur l'utilisation maximale du papier, et des *Feuillets techniques* sur 15 sujets (par exemple, l'initiation à la boussole, la météorologie, la survie en forêt).

Environnement-Jeunesse (ENJEU)

Le groupe, formé à la suite d'une scission des Clubs 4-H, a voulu reconstruire un mouvement pour susciter l'adhésion au projet d'ERE, par la production, entre autres, d'outils éducatifs. La revue *Enjeu*, tirée à 2 000 exemplaires, est distribuée par abonnement. Des stages de formation sont également dispensés. Les réalisations et projets d'ENJEU : *Écologie en action I*, en 1988, a sensibilisé les jeunes du niveau collégial, à l'occasion d'une semaine d'activités, par une exposition et une campagne médiatique. À l'automne 1989, *Écologie en action II* a donné lieu à un référendum sur l'énergie dans 22 cégeps. Le 4 décembre dernier, le mouvement a lancé un *Kit de vulgarisation scientifi-*

que sur l'effet de serre, qui est une trousse pédagogique et d'animation, et un ouvrage rédigé par Claude Villeneuve et Léon Rodier, *Vers un réchauffement global. L'effet de serre expliqué. Écologie en action III*, tenu en février 1991, portait sur ce thème.

Le Centre de la Montagne

Ce centre d'éducation relative à l'environnement urbain, créé en 1981, interprète l'ensemble du milieu urbain, en utilisant le mont Royal comme cadre de référence et d'intervention. Des professionnels spécialisés en écologie, en urbanisme, en éducation et en communication dirigent des activités et proposent divers instruments en milieu scolaire (journées d'animation au parc ou en classe, stages, consultation, centre de documentation, trousse pédagogiques) et pour le grand public (expositions, événements spéciaux, randonnées cartes, guides d'auto-interprétation, etc.).

Les Ami-e-s de la Terre

Par le biais de l'éducation populaire et de la vulgarisation scientifique, l'organisme sensibilise la population aux grands principes et aux crises écologiques. Il publie des fichiers de vulgarisation pour les milieux scolaires (1990 : *Une seule terre, un seul monde*), organise des ateliers et des conférences, et réalise des études.

La Société linéenne du Québec

La Société a le mandat de faire de l'ERE dans le but de protéger l'environnement. Rejoignant 350 000 personnes par année, elle organise des programmes d'éducation à la halte côtière de Pointe-Noire (Centre d'interprétation du béluga), à la réserve faunique de Cap-Tourmente, à l'Aquarium du Québec, au domaine Joly de Lotbinière

et à Rivière-du-Loup. Centré sur les thèmes reliés au Saint-Laurent, l'organisme a conçu des trousse éducatives sur les différents types d'eau (douce, saumâtre et salée).

Fondation québécoise en environnement

Axée sur l'ERE, la Fondation, dirigée par Louis-Paul Allard, est alimentée par des fonds privés provenant des milieux industriels. Outre la production de l'émission *Nature en jeu*, l'entreprise a diffusé quelques émissions spéciales intitulées « Pour l'avenir du monde ». Elle collabore avec des stations de radio et des imprimés, possède une banque de conférenciers et redistribue des fonds aux groupes environnementaux pour des projets spécifiques.

Union québécoise pour la conservation de la nature

L'UQCN a créé un programme, intitulé *Stratégie Saint-Laurent*, en vue d'informer le public et de susciter sa participation à l'assainissement et à la mise en valeur du Saint-Laurent. Outre la publication de la revue *Franc Vert*, l'UQCN a mis sur pied des tables de concertation dans les municipalités aux abords du Saint-Laurent, où sont représentés les milieux municipal, gouvernemental (provincial et fédéral) et industriel, pour élaborer des plans d'action et de réhabilitation écologique de 5 à 10 ans. Des activités éducatives auront lieu dans les écoles des diverses communautés à partir de septembre 1991. Les outils éducatifs : l'Opération survie, un kit éducatif sur les espèces menacées et la production d'un guide des milieux humides.

Joey en 1^{re} secondaire à l'école Paul-Gérin-Lajoie. De plus, des activités parascolaires permettent aux jeunes de comprendre l'importance du recyclage, d'apprendre à poser des gestes concrets et pratiques de protection ou de conservation dans leur quartier. « L'ERE, affirme Micheline Lavallée, directrice des programmes, est une responsabilité collective qui doit être assumée par l'ensemble du personnel enseignant, comme c'est le cas pour la langue. » Denis Chabot, responsable des programmes de sciences au MEQ, a formé, avec d'autres responsables ministériels en ERE, un comité infor-

mel, lequel a constaté que le MEQ était en mesure de promouvoir l'ERE dans plusieurs secteurs d'activité.

Toutefois, une étude effectuée en 1982 par le Conseil supérieur de l'éducation (CSE) et favorisant un meilleur rapport entre l'école et l'environnement a démontré la prépondérance de la langue maternelle et des mathématiques sur les autres matières. En 1990, l'éducation relative à l'environnement demeure malgré tout nettement sous-développée en milieu scolaire, rapporte également une recherche réalisée par Jean Robitaille et Lucie Sauvé. La mise en œuvre de la pédagogie de

l'ERE se heurte encore « au cloisonnement des matières et aux contraintes liées aux exigences des nouveaux programmes, au manque de formation et de soutien pédagogique et à la surcharge de travail des enseignants ».

Quoi qu'il en soit, le Conseil supérieur de l'éducation incite les enseignants à respecter un certain équilibre pédagogique. Le dernier rapport annuel du CSE aborde très justement les défis que posent à la conscience humaine des dilemmes tels que celui de l'augmentation du niveau de vie par rapport à la qualité de vie. Le rapport souligne l'importance des valeurs éthi-



La campagne d'éducation à l'environnement et à la récupération, mise en branle par la CEQ à l'automne 1990, a suscité un grand intérêt. Cette campagne, qui avait pour objectif d'amener les jeunes à devenir des agents de protection environnementale, a eu lieu à la grandeur du Québec.

ques et la nécessité de les incorporer à l'enseignement, pour inciter les jeunes à la réflexion.

UN BOND EN AVANT

La Centrale de l'enseignement du Québec (CEQ), convaincue de la nécessité d'une pression populaire en faveur de l'ERE, a mis en branle, à l'automne 1990, une campagne d'éducation à l'environnement et à la récupération. Un document intitulé *Ensemble récupérons notre planète*, qui est une trousse pédagogique comprenant des fiches d'activité, un répertoire des ressources disponibles, ainsi qu'un bilan des problèmes environnementaux, a été distribué aux professeurs à travers le réseau des commissions scolaires. Cette réalisation est attribuable à une volonté de concertation du Fonds québécois de récupération, de la Fédération des commissions scolaires catholiques du Québec, du MENVIQ et de la CEQ, sous l'égide du Fonds Éducation Récupération Recyclage Réemploi. Le projet a de plus entraîné dans son sillage des groupes et individus qui ont apporté leur contribution à la préparation du matériel pédagogique.

Agrémentée d'une tournée théâtrale de la troupe Parminou, cette campagne avait pour objectif d'amener les jeunes à devenir des agents de protection environnementale. L'engouement général soulevé par ce programme témoigne de la pertinence de l'entreprise. « Les jeunes, les parents et les enseignants sont fiers de travailler à ce processus », assure Monique Fitzback, l'enseignante qui a coordonné le projet. « Jamais une opération n'a suscité tant d'intérêt dans le milieu scolaire depuis 20 ans. »

Le Noël des enfants a été bien différent cette année. Les élèves ont appris à restreindre leurs emballages en papier et ont fait pression dans leur famille pour que chacun enveloppe ses cadeaux dans du papier journal décoré ou dans du tissu. Ils ont organisé des encans dans les écoles pour offrir des cadeaux faits d'objets réutilisables. Ils ont fabriqué leur propre papier et ont envoyé des cartes de Noël à des prisonniers d'opinion recensés par Amnistie internationale, créant ainsi un lien avec le tiers monde. Ils ont même mis sur pied des entreprises pour la vente de leur papier artisanal et ont réalisé des bandes dessinées illustrant leur vision de l'avenir.

LE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT JOUE-T-IL SON RÔLE ?

Quant au ministère de l'Environnement, sa création en 1979 a marqué une étape décisive dans la promotion de l'éducation en environnement. Dès le départ, cette préoccupation fit partie du mandat que s'était donné le Ministère. La diffusion de l'ERE dans les réseaux formels et informels était à l'ordre du jour. On a donc créé une Division de l'éducation et de la formation, chargée de susciter un intérêt pour la question, d'établir des collaborations avec les groupements environnementaux et d'engager une action concertée. Sous la direction de Claude Cloutier et de Marcel Harnois, la Division a mené plusieurs recherches d'envergure sur la formation en matière d'environnement dans les établissements scolaires du Québec et a recensé près de 165 organismes à but non lucratif pratiquant l'ERE. Elle publie, depuis 1987, un Bulletin distribué gratuitement aux intéressés.

Cependant, l'arrivée d'Harvey Mead, ex-président de l'Union pour la conservation de la nature (UQCN), au poste de sous-ministre au développement durable a mis en péril l'avenir de l'ERE au MENVIQ. M. Harvey admet que le Ministère doit éclairer les enseignants et enseignantes en matière d'environnement et d'écologie, mais il souligne que l'éducation proprement dite doit être assumée par le ministère de l'Éducation. Ce sont, par ailleurs, les médias qui demeurent responsables de la sensibilisation des jeunes, de l'avis du sous-ministre. Selon lui, les activités de la Division de l'éducation et de la formation devraient être restreintes à la formation des décideurs, par la transmission d'informations techniques.

En privant le Ministère d'un leadership en ERE pour assurer la coordination et le soutien des initiatives en ce domaine, Harvey Mead se démarque de l'orientation du Plan vert fédéral, qui donne à l'éducation une place prépondérante. Les participants au processus de consultation ont été unanimes pour déclarer que « l'éducation constitue le véhicule par

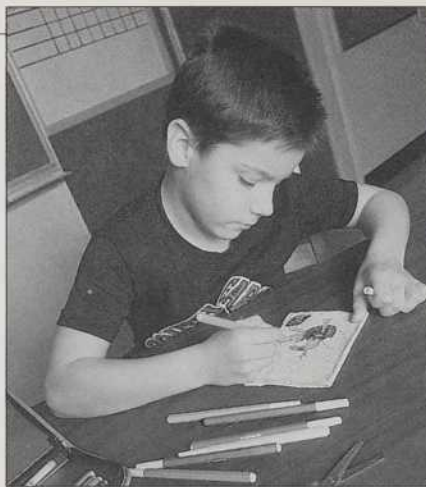
excellence pour changer les valeurs et modifier le mode de vie en vue de créer un pays environnementalement sain ». Par suite des consultations, le ministère fédéral a créé, à la mi-octobre 1990, une Direction générale sur l'éducation relative à l'environnement. La Direction s'occupera d'abord de créer un réseau d'intervenants et une banque d'outils en ERE. « De plus, affirme André Guay, un des responsables, le financement des projets environnementaux a désormais une importante composante éducative qui n'existait pas auparavant. » Des campagnes de sensibilisation sur des problématiques précises seront de plus amorcées par la diffusion d'imprimés et d'émissions de télévision.

LE LEADERSHIP DES GROUPES ENVIRONNEMENTAUX

En fait, ce sont les groupes environnementaux qui, durant la dernière décennie, ont défriché le terrain et établi des liens solides avec la population. Ces organismes, qui se dévouent sans compter pour informer et instruire le public, sont outrés tant par la menace qui plane sur le changement de mandat de la Division de l'éducation et de la formation, au MENVIQ, que par la diminution du financement gouvernemental de leurs activités. L'AQPERE a demandé au ministre de l'Environnement de doter son ministère d'un réel plan d'action en ce domaine, qui permette la mise en place de structures de concertation interministérielle.

Claude Villeneuve, illustre militant en ERE, constatait, au cours d'une conférence intitulée « L'ERE dans la recherche du développement soutenable », que « même si les gouvernements se gargarisent de leur visage vert, avec la création de tables rondes fédérale et provinciale sur l'économie et l'environnement, l'ERE demeure le parent pauvre des initiatives gouvernementales, victime plus souvent qu'à son tour des coupures et des restrictions budgétaires ».

La plupart des groupes ont vu leurs subventions diminuer de façon spectaculaire depuis quelques années. Le budget du ministère de l'Énergie et des Ressources consacré à cette fin est



Eve-Lucie Bourque

Les jeunes hériteront des problèmes environnementaux que nous n'aurons pas su résoudre. Leur perception du phénomène environnemental est donc primordiale.

passé de 223 000 à 90 000 \$ en 1990. Le ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche, qui a abaissé de 18 à 13 le nombre de groupes subventionnés, réduit son aide aux Clubs 4-H de 5 000 \$ par année, rendant la survie de l'organisme précaire. « Les organismes d'éducation, déplore Jean-Yves Benoît, du Centre de la Montagne, ont vu leurs sources se tarir du jour au lendemain. Même les subventions discrétionnaires du MENVIQ se raréfient. Il faudra compter de plus en plus sur le financement privé, étant donné la fragilité des ententes et le manque de concertation entre les ministères. »

Comme lui, Jean-Philippe Waub, des Ami-e-s de la Terre, certifie que le leadership en matière d'ERE est exercé par les organismes environnementaux. « Les groupements jouent de plus en plus un rôle de formation auprès des enseignants, car la perspective globale de l'ERE ne s'enseigne nulle part. » Jean-Claude Lavergne, d'Environnement-Jeunesse, qui craint que la publication de la revue *Enjeu* ne puisse se poursuivre sans creuser davantage le déficit, constate que les subventions ne s'adressent qu'à des projets particuliers et négligent le fonctionnement de l'entreprise.

ENTRER DANS UNE ÈRE DE CONSOLIDATION

Les jeunes sont la clé de l'avenir. Leur perception du phénomène environnemental est primordiale. Ce sont eux qui hériteront des problèmes environne-

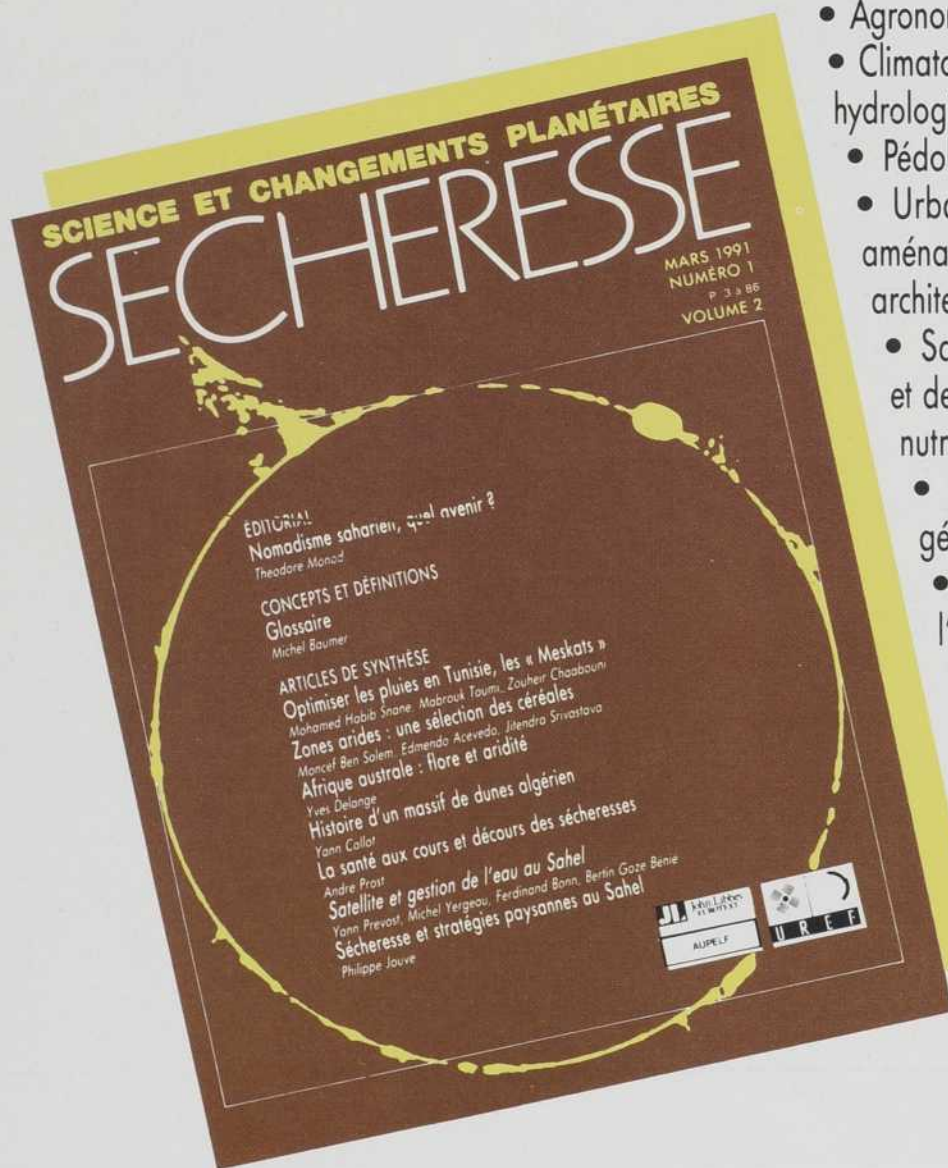
mentaux que nous n'aurons pas su résoudre. Les médias sont un outil de sensibilisation important. Ainsi la télévision diffuse les émissions *Feu Vert* et *Nature en jeu*. Mais il est impossible de ne compter que sur leur apport. Malgré la présence de chroniqueurs environnementaux dans les journaux, une étude d'Armel Boutard, de l'UQAM, rapporte que l'importance de couverture des quotidiens, en matière d'environnement, n'a que très faiblement augmenté depuis Saint-Basile-le-Grand.

Ainsi, l'ERE au Québec doit passer à une ère de consolidation. En cela, pense Lucie Sauvé, « la diversité des solutions et la concertation des intervenants est la meilleure garantie ». La formation des enseignants est un élément essentiel de cette consolidation. Des structures de formation des enseignants en matière d'environnement sont maintenant en place. Au palier universitaire, des programmes en sciences de l'environnement sont disponibles à l'UQAM et à l'Université de Montréal. Le MEQ offre un cours par correspondance sur l'environnement québécois, dont l'auteur est Claude Villeneuve. Mais il reste à mettre en place des programmes de formation des enseignants en pédagogie. Le Département de didactique de l'Université Laval a créé une concentration en ERE, dans son programme de maîtrise en didactique. Cette initiative intéressante devrait être imitée dans d'autres programmes et d'autres universités. Il faudrait également créer des mécanismes de formation des enseignants au niveau du baccalauréat et en milieu de travail.

Le projet de Jean-Paul Deschênes de créer une école spécialisée en ERE est un signe que cette volonté éducative s'épanouit. Les pourparlers engagés par le ministère de l'Environnement avec le MEQ et le MESS (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science) devront déboucher sur une politique accordant la priorité aux questions environnementales dans la société actuelle. Car, disait Élie, étudiant en 5^e primaire à l'école Laurier, « je ne pourrai appliquer les notions apprises à l'école que si la situation est contrôlable ». □

GL BALEMENT

TOUTES LES SCIENCES



- Agronomie, élevage, écologie
- Climatologie, météorologie, hydrologie, géographie
- Pédologie, géologie
- Urbanisme, aménagement du territoire, architecture rurale
- Santé de l'homme et de l'animal, nutrition
- Biologie, génie génétique
- Sciences de l'ingénieur
- Education, communication
- Droit international

(4 numéros/an)

Bulletin d'abonnement

Veillez m'abonner au tarif :

Particulier (US\$ 75)

Institution (US\$ 130)

Etudiant (US\$ 55)

Je joins un chèque à l'ordre de : John Libbey Eurotext, Sécheresse

Nom

Fonction

Adresse

Retournez ce bulletin à : John Libbey Eurotext - AUPELF/UREF, Monsieur Bertrand PIREL - BP 400, succursale Côte des Neiges, Montréal - Québec - CANADA - H3S 2S7

LA SANTÉ DES RIVES

Une nouvelle race de planteurs a vu le jour : les estivants. Ils pourraient bientôt être imités par d'autres personnes de tous les milieux.

De plus en plus de gens, en effet, deviennent conscients de la nécessité de reboiser et de préserver les rives des cours d'eau.

*Par Gilles Parent
et Bernard Duchesne*

Par une belle journée de juin 1987, sur les bords du lac Rond, à Sainte-Adèle au nord de Montréal, quelques vacanciers se rassemblent devant un camion chargé de 1 500 jeunes plants d'arbustes. Une fois déchargés, ceux-ci sont divisés en petits lots et transportés devant les résidences des riverains. Tout ce beau monde s'affaire ensuite à planter les arbustes au bord de l'eau, à un endroit où, très souvent, les estivants cherchent plutôt à dégager la rive, entre autres pour profiter de la vue. Curieux comportement !

D'autant plus que ce groupe de bénévoles n'est pas seul. En fait, dans l'ensemble du Québec, ils sont 6 000, chaque printemps, armés de pelles spé-

ciales, à planter quelque 35 000 plants en bordure des lacs, devant leur chalet. « Dans notre cas, explique Jean-Paul Jodoin, un résidant de Sainte-Adèle, ça a commencé avec un problème d'odeurs. En pleine canicule, les algues étaient trop nombreuses. Avec le temps, à force de nous renseigner, nous en sommes venus à la conclusion que ce problème était sans doute causé par des rives trop dégarnies. Il fallait y remettre de la végétation. »

« Au début, les gens ne comprenaient pas pourquoi on voulait planter des arbustes comme l'aulne, le cornouiller stolonifère ou le myrique baumier », explique Tony LeSauteur, directeur du Programme des lacs du ministère de l'Environnement (MENVIQ).



« Ces arbustes étaient considérés comme de la fardoche. Dès qu'un estivant se construisait au bord d'un lac, il « nettoyait », il se débarrassait de ces arbustes. »

UN TOURNANT IMPORTANT

Avec le temps, on s'est rendu compte que la présence de végétation le long des rives était bénéfique à plus d'un égard. D'abord, la bande riveraine constitue une excellente barrière contre l'érosion. L'action des courants et des vagues tend en effet à arracher du



Tony LeSautour

matériel à la berge et favorise l'ensablement et l'envasement de la nappe d'eau.

De plus, les sédiments charriés par les eaux de ruissellement sont piégés par la végétation de la rive avant d'atteindre l'eau. Comme ces sédiments sont souvent riches en matière organique, la bande riveraine diminue les risques de surfertilisation du plan d'eau. Le pouvoir fertilisant des sédiments est utilisé à meilleur escient lorsqu'il sert de nourriture aux plantes terrestres plutôt qu'au cours d'eau. Trop bien nourri, un lac souffre en

quelque sorte d'obésité, un mal qui se traduit souvent par des poussées d'algues lorsqu'il fait chaud. Justement, la végétation riveraine jette de l'ombre sur le littoral et en abaisse par le fait même la température.

Quant à la faune, il est reconnu que plusieurs poissons tirent leur nourriture d'insectes qui prolifèrent dans la bande de végétation riveraine. Les oiseaux y trouvent également leur compte en se nourrissant d'insectes et... de poissons, des échanges constants qui sont synonymes d'équilibre écologique.

Depuis le début des années 70, en mai et juin, on peut voir à l'œuvre une nouvelle race de planteurs. Tous des bénévoles, y compris les employés du Programme des lacs du MENVIQ, ils plantent des arbustes sur les rives des lacs pour en assurer la préservation.

Il faut souvent beaucoup de temps pour passer de la théorie à la pratique. « Nous avons fait plusieurs essais, avant de réaliser qu'il est important de réintroduire des espèces indigènes et surtout de trouver le moyen de faire pousser les plants en serre et en pépinière, explique Tony

LeSauteur. Aujourd'hui, les jeunes plants offerts sont vigoureux et le taux de repousse est très élevé. »

Il ne faut pas pour autant planter n'importe quoi n'importe où. Par exemple, sur une rive continue, avec une pente supérieure à 30 %, du saule ou du beaumier myrique seront plantés sur les trois premiers mètres à partir de la ligne naturelle des hautes eaux. Derrière, sur une distance d'une douzaine de mètres, on passera au cornouiller stolonifère ou à la spirée à larges feuilles, dans une proportion de 2 pour 1. Ces techniques varieront, par exemple, selon le degré d'inclinaison de la pente, la présence ou l'absence d'un talus, ou encore la présence d'un mur de soutènement déjà construit. En passant, la construction de tels murs est totalement incompatible avec de bons procédés environnementaux.

UNE NOUVELLE RACE DE PLANTEURS

Mais revenons à nos groupes d'estivants typiques qui, un beau samedi matin du mois de mai ou de juin, décident de se lancer dans la plantation. « La première année, raconte Jean-Paul Jodoin, nous n'avons planté que 1 500 arbustes. Ça nous a permis de vérifier l'intérêt des bénévoles. Nous en avons fait plus les années suivantes. » Au cours des cinq dernières années, l'Association des résidents de Sainte-Adèle a planté plus de 13 000 arbustes.

Pour tous ceux qui imitent l'association de Sainte-Adèle, les responsables du programme du MENVIQ ont dû résoudre les problèmes de transport et de distribution des plants, de même que de formation des bénévoles, qui sont souvent encadrés par d'autres bénévoles plus expérimentés. « Lorsqu'on met en branle un travail d'une telle importance avec des bénévoles, on ne peut pas se permettre de manquer son coup », explique Tony LeSauteur.

Ce travail de sensibilisation par l'action auprès des estivants a commencé au début des années 70, alors que plusieurs d'entre eux se sont regroupés en associations. D'abord, on a vu se former, autour de nombreux



Louise Lepage



Deux aménagements – l'un artificiel, l'autre après quatre années de régénération. Heureusement pour la santé des rives, grâce au travail de sensibilisation qu'effectuent les APEL, on voit de moins en moins de nouveaux riverains qui s'empressent de raser toute végétation au bord de l'eau.

lacs, des associations de protection de l'environnement des lacs (des APEL), puis on a créé la FAPEL (la Fédération des APEL). Progressivement s'est mis en branle le plus important mouvement de bénévoles ayant une action concrète dans le domaine de la protection de l'environnement. L'Ontario se serait même inspiré de l'expérience québécoise pour créer un programme semblable.

GRÂCE À DUPLESSIS

L'âme dirigeante de ce mouvement, c'est Tony LeSauteur, directeur du Programme des lacs du MENVIQ. Auteur en 1975 de *Dossier Pollution*,

sans doute le premier livre sur l'environnement publié au Québec, M. LeSauteur fait d'autant plus figure de pionnier qu'il a été membre de la première commission sur l'environnement, mise sur pied par nul autre que... Maurice Duplessis !

De la Régie d'épuration des eaux du ministère de la Santé jusqu'au ministère de l'Environnement, dont la création remonte à 1976, Tony LeSauteur est étroitement associé à la mise sur pied de plusieurs programmes gouvernementaux dans le domaine de l'environnement. La FAPEL et le Programme des lacs connaissent un développement parallèle et agissent en une symbiose peu commune. Le

succès des APEL et les discours de M. LeSauter valent à ce dernier une reconnaissance certaine. Il a reçu plusieurs prix, dont la Médaille d'argent des Nations Unies.

Le prestige ainsi obtenu a permis à Tony LeSauter d'éviter le désaveu de ses supérieurs, lors de certaines prises de bec. Le responsable du Programme des lacs ne se gêne pas dénoncer le peu d'empressement de son propre ministre à s'attaquer sérieusement aux problèmes environnementaux. Il mène sa barque à sa façon. On a souvent parlé d'un ministre dans le ministère pour décrire le Programme des lacs. Guy Audet, supérieur immédiat de M. LeSauter, minimise ces problèmes. Il se dit satisfait de la performance générale du Programme des lacs, tout en affirmant examiner certains correctifs à y apporter. On se demande, entre autres, si le lien avec la FAPEL n'accorde pas à cet organisme un statut de monopole.

Qu'on soit d'accord ou non avec la façon de faire de Tony LeSauter, un fait demeure : son travail a fait en sorte que des milliers d'estivants travaillent à améliorer la santé des rives.

LA POLLUTION AGRICOLE

En parcourant 50 000 kilomètres, on peut facilement faire le tour de la Terre et même se permettre quelques zig-zags. En parcourant 50 000 kilomètres, on pourrait également se déplacer le long de tous les cours d'eau agricoles qui ont été creusés, nivelés, redressés, entre 1963 et 1980. Afin d'accroître la productivité agricole, on a très souvent « artificialisé » ces derniers. Dans l'immense majorité des cas, la bande riveraine en a beaucoup souffert.

Voici un peu comment cela s'est passé. D'abord, il faut savoir qu'en général une terre agricole mal drainée donne de moins bons rendements. La difficulté de circuler avec la machinerie agricole, tôt au printemps, sans s'enliser, le retard dans les semis ne sont que quelques problèmes associés à l'excès d'eau sur une terre. La solution du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) : création du programme Sol-Plus et le déploiement de

la machinerie lourde nécessaire aux travaux de correction.

Les résultats furent souvent catastrophiques. Ici, c'est le MAPAQ qui drague un cours d'eau, et voilà que le ruisseau Norton, au sud-ouest de Montréal, voit ses rives artificialisées sur une courte distance. Ailleurs, c'est un agriculteur du comté de Frontenac qui drague le ruisseau Savoie, et voilà qu'apparaît un important ensablement en aval. Dans la région de Portneuf, des agriculteurs veulent drainer la rivière Chaude. Heureusement, cette fois on s'en tire. Un groupe de biologistes préoccupés par le sort de ce cours d'eau réussit à le sauver *in extremis*. Mais on aura eu chaud.

« Ces exemples ne sont que la pointe de l'iceberg », prévient le biologiste Yves Bédard, porte-parole de l'Union québécoise pour la conservation de la nature (UQCN) dans les dossiers touchant la protection des rives et des cours d'eau. « Il existe des milliers de cas semblables, où de petits ruisseaux sont victimes de dragage, de remplissage, de drainage ou de détournement de la part des agriculteurs. Tous ces cours d'eau sont affectés, sans que cela fasse les manchettes et sans que personne n'en parle. »

UNE POLLUTION MÉCONNUE

On sous-estime généralement l'ampleur de la pollution d'origine agricole. Selon les documents mêmes du MAPAQ, la pollution des eaux résultant de la dégradation des sols s'avère aussi importante que celle des secteurs industriels et municipaux. Contrairement aux déchets industriels et aux eaux d'égout, les polluants d'origine agricole ne se déversent pas de façon spectaculaire, mais proviennent d'une multitude de sites diffus, ce qui en rend le contrôle plus difficile et aggrave le phénomène. On indique que les principaux polluants pour le milieu aquatique sont les matières solides, les fertilisants et les substances toxiques, éléments qui sont justement filtrés par les bandes riveraines, lorsqu'elles sont bien aménagées et bien entretenues.

Autrement, ces polluants augmentent la turbidité et la sédimentation, accélèrent le développement d'algues et ajoutent à la toxicité du milieu. Toujours selon le MAPAQ, la dégradation des sols agricoles serait responsable de 90 % des matières en suspension retrouvées dans les cours d'eau, de 75 % de l'azote total et de 50 % du phosphore total.



En milieu agricole, une bande riveraine herbacée permanente peut être conservée pour protéger un cours d'eau des pratiques agricoles.

Richard Larroche / MAPAQ

Bien sûr, les problèmes de pollution de l'eau en milieu agricole ne sont pas tous associés à l'absence de bandes riveraines. Les pratiques culturales sont aussi en cause. N'empêche qu'un programme gouvernemental relatif aux cours d'eau qui ne prévient pas la destruction des rives a quelque chose d'aberrant, et le MAPAQ s'en est finalement aperçu. « Depuis 1987, nous voulons mettre l'accent sur la conservation des ressources et sur le développement d'une agriculture durable », explique Gilles Guay, responsable du programme Sol-Plus à l'époque et maintenant directeur du Service de conservation et de mise en valeur des sols.

Le MAPAQ a donc mis sur pied un programme d'aide à la conservation et à l'amélioration des ressources eau et sol. « Avant tout, dit M. Guay, nous cherchons à responsabiliser les agriculteurs en matière de conservation des ressources, car nous savons maintenant qu'une exploitation agricole ne peut se passer d'un plan d'aménagement et de conservation. »

POUR QUELQUES RANGS DE MAÏS

Depuis 1986, le Ministère publie, à l'intention des agriculteurs, plusieurs guides techniques d'excellente qualité. Si certaines techniques de revégétation peuvent s'apparenter à celles que mettent en pratique les estivants, le maintien et l'entretien de la bande riveraine agricole doivent répondre aux particularités de ce genre d'exploitation.

Il s'agit souvent de maintenir une bande enherbée pour les cours d'eau les plus petits. Par ailleurs, à la sortie d'un réseau de conduits servant au drainage souterrain, il arrive fréquemment que la pression d'eau du collecteur soit assez forte pour causer des problèmes d'érosion des berges. Il faut alors prévoir des bassins de captage ou autres moyens d'empêcher le jet d'eau d'entrer en contact avec la berge. Même chose lorsque les animaux s'abreuvent à un cours d'eau : le piétinement du troupeau est suffisant pour causer de l'érosion. Des moyens relativement simples peuvent corriger cette situation.

« Les ouvrages du MAPAQ sont très avancés au niveau des normes d'intervention dans les cours d'eau, affirme Yves Bédard, mais sur le terrain, c'est autre chose, car les agriculteurs sont très lents à modifier leurs habitudes. La mentalité de bon nombre d'entre eux, c'est de labourer de la route jusqu'au bord du ruisseau. Tout pour éviter de perdre un rang de patates ou de maïs », déplore le biologiste.

Ces quelques rangs d'une production agricole qu'on doit sacrifier pour la protection des rives fait encore titiquer les agriculteurs. Selon Suzanne Cloutier, de l'Union des producteurs agricoles (UPA), les seules études dont on dispose pour évaluer ces pertes datent de 1986 et mériteraient une remise à jour. Elles indiquent toutefois, selon les cultures et les types de sol, le fait de sacrifier quelques mètres de terre cultivable peut représenter des pertes variant de quelques centaines à quelques milliers de dollars par année. « La société dans son ensemble exerce des pressions sur les producteurs agricoles pour qu'ils produisent davantage, explique Suzanne Cloutier. Les agriculteurs ne peuvent pas toujours absorber le coût des mesures de conservation. »

Mais, pendant que se poursuit ce match économie-environnement, les représentants de différents ministères

québécois cherchent à modifier la politique de base de la protection des berges adoptée en 1988. La nouvelle politique intégrée de protection des cours d'eau devrait être rendue publique au cours de l'été 1991. Elle vise à implanter, d'ici l'an 2000, une bande riveraine en bordure de tous les cours d'eau navigables et flottables et de tous les cours d'eau municipaux. Au cours de la même période, 80 % des producteurs agricoles devraient avoir appliqué un plan intégré de conservation des ressources eau et sol. Cette politique devrait aussi contribuer à réduire l'apport d'azote, de phosphore, de matières en suspension et de pesticides dans les bassins versants prioritaires des rivières Chaudière, Etchemin, Yamaska, Richelieu et Assomption.

EN MILIEU FORESTIER

Mais déjà on ne s'entend pas sur la largeur de la bande riveraine. En milieu agricole, la politique du gouvernement exigerait une largeur de trois mètres à partir du haut du talus, alors que l'UPA a pour politique de s'en tenir à une bande d'un mètre. En fait, selon Suzanne Cloutier, la meilleure manière de procéder consiste à fixer la largeur de la bande riveraine en fonc-



Le milieu forestier est également concerné par la protection des berges, d'autant plus que la lourde machinerie utilisée en forêt peut causer de sérieux dommages aux petits cours d'eau.

Lorsqu'une bande riveraine est constituée d'un espace occupé, pendant une partie du jour ou de l'année, par une étendue d'eau peu profonde, on la qualifie de milieu humide. Il peut s'agir de marais, de marécages, de tourbières ou d'herbiers aquatiques. Ces superficies sont le foyer d'une activité biologique étonnante.

Il y aurait plus de 1 700 types d'insectes et quelques centaines de vertébrés, dont 175 oiseaux, une centaine de poissons, quelques dizaines d'amphibiens et de mammifères. Le monde végétal y est aussi représenté par plusieurs centaines de plantes vasculaires et plus de 150 mousses, lichens et sphaignes. Au printemps, quand les larves sortent de leur diapause hivernale et que les œufs éclosent, les milieux humides fourmillent d'insectes; les poissons et les oiseaux viennent alors s'y alimenter en grand nombre.

Les milieux humides, non seulement servent de filtre pour les eaux des lacs et des rivières, mais constituent aussi un formidable garde-manger pour de nombreuses espèces animales et végétales. D'ailleurs, ces habitats sont fréquentés par des milliers d'oies blanches, de canards, de bernaches et autres volatiles à chaque année.

Hélas! ces habitats avaient jusqu'à tout récemment très mauvaise réputation.

Pour toutes sortes de raisons, on cherchait avant tout à les combler, à les reblayer, à les détruire pour « gagner du terrain ». Une étude indique que 80 % des milieux humides présents avant la colonisation ont été détruits. Et ça continue : le ministère de l'Environnement a dû intervenir, dernièrement, pour forcer plusieurs municipalités de la côte de Beauport, près de Québec, à modifier leur schéma d'aménagement pour que cesse cette pratique de remblayage des milieux humides en bordure du fleuve.

Heureusement, des ententes surviennent parfois entre riverains, producteurs agricoles, associations de chasseurs et organismes de protection de la faune. Ainsi, à Baie-du-Fevre, sur le lac Saint-Pierre, on s'apprête à restaurer une superficie de 330 hectares, où on créera des frayères et où on aménagera des haltes migratoires et des sites de nidification.

Tous les cours de biologie et d'écologie enseignent maintenant la très grande richesse de ces milieux aquatiques. Avec le temps, on finira peut-être par oublier qu'à la fin des années 70, un maire de la banlieue de Québec traitait d'« oiseaulogues » ceux et celles qui s'opposaient à la construction de l'autoroute Dufferin-Montmorency à Québec.

tion des caractéristiques de chaque terre agricole, soit le type de sol et de culture, le degré de la pente, etc.

Le milieu forestier est également concerné par la protection des berges, d'autant plus que la lourde machinerie utilisée en forêt peut causer de sérieux dommages aux petits cours d'eau. Jusqu'en 1975, les exploitants forestiers devaient respecter une bande riveraine de 30 à 60 mètres le long de tout cours d'eau dont la largeur excède trois mètres. Une norme semblable était en vigueur pour le pourtour des lacs. Des études effectuées à l'Université Laval ayant démontré l'importance de protéger les petits cours d'eau, un compromis est intervenu en 1987 entre les ministères de l'Environnement, des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche, et de l'Énergie et des Ressources, afin de fixer à 20 mètres la bande riveraine, et ce, pour tous les cours d'eau. De cette manière on conserve un petit peu plus autour des petits cours d'eau, un peu moins autour des gros !

D'autres études en cours dans la forêt Montmorency pourraient conclure à la nécessité d'élargir la bande riveraine. L'Ontario et le Nouveau-Brunswick privilégient, pour leur part, une approche cas par cas où l'on tient compte du type de sol et de cours d'eau, des risques d'érosion, des essences d'arbres présentes, de la densité de la forêt, de la faune qui y vit, etc.

UNE QUESTION DE MAÎTRE

Si la bande riveraine sur mesure peut représenter une solution intéressante, cette question est loin d'être prioritaire quand on voit à quel point il est difficile de faire respecter la politique actuelle. Le ministère de l'Environnement a cédé à celui des Affaires municipales, dans la Loi 125, certaines responsabilités à cet égard. La protection des rives doit faire partie des schémas d'aménagement des MRC, sauf quand il s'agit des petits cours d'eau agricoles. On voit des MRC exiger des bandes riveraines plus larges que

les normes gouvernementales tandis qu'ailleurs, ce sont parfois les municipalités elles-mêmes qui détruisent impunément les cours d'eau !

Plusieurs obstacles nous séparent encore de l'application uniforme d'une protection de base pour les rives des cours d'eau. D'abord, « une politique n'a jamais autant d'impact qu'un règlement-cadre, explique Me Michel Tourangeau, de la FAPEL. Le ministère de l'Environnement nous promet un tel règlement depuis des années, mais au lieu de cela on voit son autorité s'éroder constamment. » Pour Me Tourangeau, on devrait plutôt confier ce dossier au ministère dont la seule fonction est de protéger l'environnement, c'est-à-dire justement le ministère de l'Environnement.

Un autre obstacle à surmonter : les différents travaux de construction ou de remblayage, dommageables pour les rives et qui sont souvent terminés avant que quiconque n'ait pu réagir. Et pour cause : l'article 22 de la Loi sur la protection de l'environnement oblige le MENVIQ à prouver que de tels travaux ont pu affecter l'environnement... une fois les travaux effectués ! L'adoption d'un nouveau règlement, à ce sujet, se fait toujours attendre.

Approche plus coercitive ou recherche de partenariat, bénévolat des estivants, contraintes socio-économiques, autant d'éléments susceptibles d'avoir un impact sur la santé des rives de nos cours d'eau, dans les prochaines années. ■

Pour en savoir davantage :

« Techniques de régénération des rives », série de quatre brochures publiées par le Programme des lacs du MENVIQ, en collaboration avec FAPEL. Écrire à :

FAPEL,
2597, rue Montsabrè, bureau 105,
Montréal (Québec) H1N 2K7

« Les milieux humides du Québec : des sites prioritaires à conserver », carte du Québec où sont identifiés et expliqués les sites de milieux humides. Écrire à :

Union québécoise
pour la conservation de la nature,
160 est, 76^e Rue,
Charlesbourg (Québec) G1H 7H6



PROTÉGER L'ENVIRONNEMENT...

C'EST TOUT NATUREL

La santé environnementale

Hydro-Québec attache une attention particulière aux effets de ses activités sur la santé environnementale. Elle mène présentement des études sur l'utilisation des phytocides pour l'entretien des emprises de lignes de transport d'énergie. De plus, Hydro-Québec a mis en oeuvre trois plans d'action portant sur les domaines suivants :

- l'élimination, le plus sûrement possible, des biphényles polychlorés (BCP) présents dans certains de ses équipements ;
- les répercussions sur la santé humaine et animale de l'exposition aux champs électrique et magnétique ;
- l'évaluation du degré de contamination par le mercure des poissons dans le territoire de la Baie James afin de réduire les risques pour la santé des populations de ce territoire. Ce travail permet l'élaboration de mesures visant à prévenir ou réduire cette contamination et ses effets.



Hydro-Québec

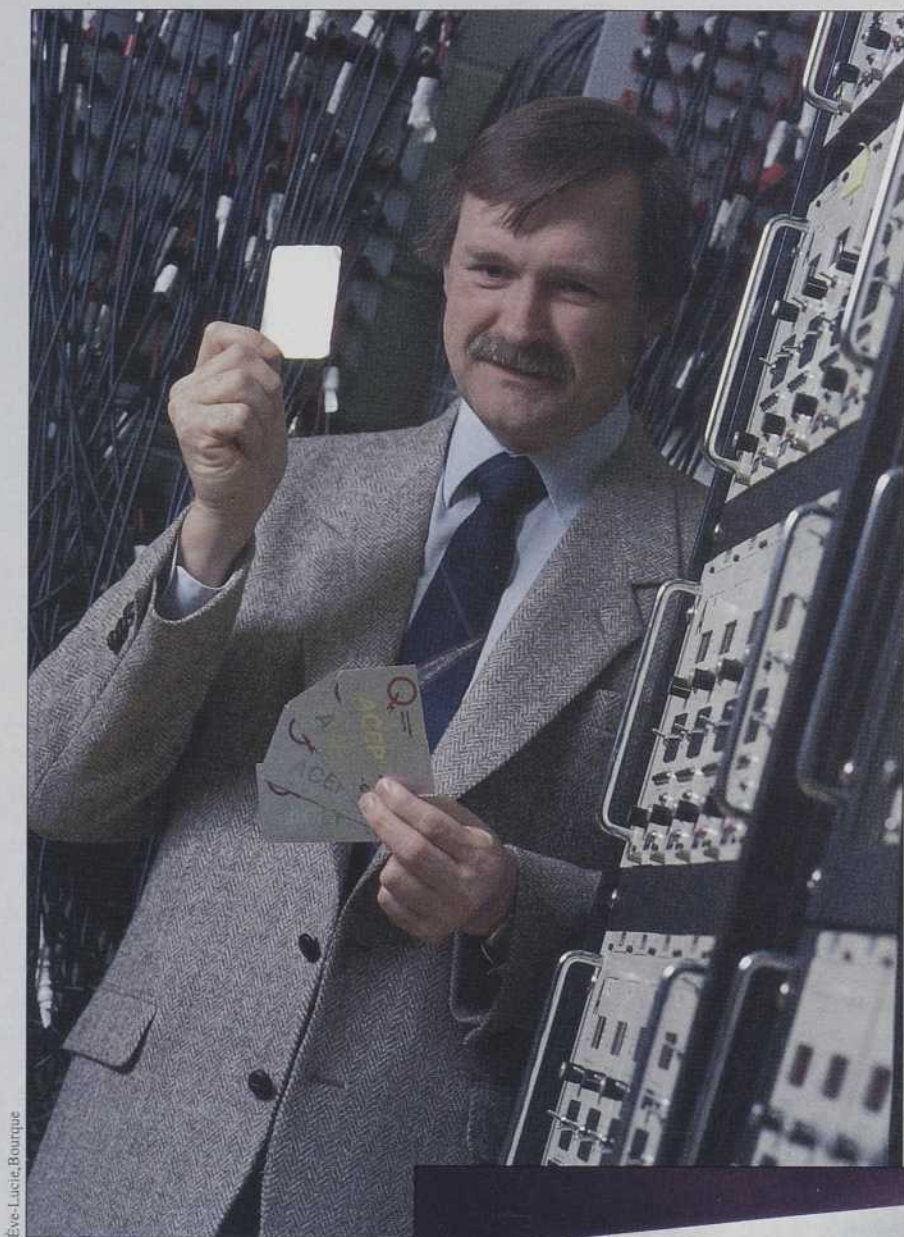
UNE INVENTION QUI TOMBE PILE

Non toxique
pour l'environnement,
la nouvelle pile d'Hydro-Québec
fera bientôt son apparition
sur le marché.

Peut-être pourra-t-elle un jour
alimenter un véhicule électrique.

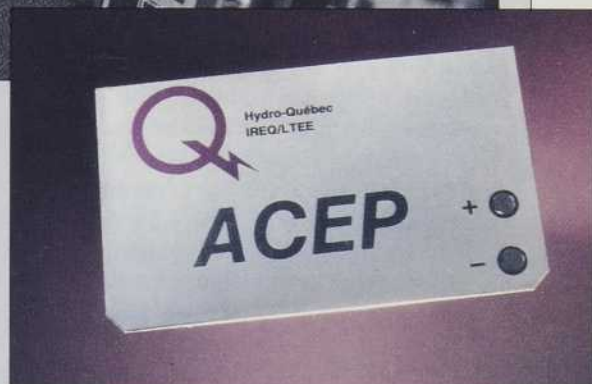
Par Raymond Lemieux

Tokyo (Japon), 23 octobre 1990. Au royaume des micro-ordinateurs, des caméras et des gadgets électroniques, Hydro-Québec signe un accord commercial avec un des géants du monde des piles, Yuasa Battery. Objectif : percer, d'ici trois ans, le marché des piles, évalué à cinq milliards de dollars par année, avec l'accumulateur d'électrolyte polymère (ACEP) qu'il vient de mettre au point dans ses laboratoires de Varennes. Le lendemain, les actions de la firme nipponne bondissent de 20 %. Comme quoi l'alliance semble prometteuse. Mais, plus qu'une bonne affaire, Hydro-Québec et Yuasa pourraient avoir fait là un bon coup pour l'environnement. En effet, l'ACEP viendrait remplacer les piles habituellement truffées de substances reconnues pour leur toxicité, comme le cadmium, le zinc, le plomb et le mercure.



Eve-Luce, Bourque

*Michel Gauthier, de l'IREQ,
dans la salle des cycleurs,
qui servent à évaluer
la performance des piles.*



Hydro-Québec

C'est à l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) que l'on a mis au point l'ACEP. Celui-ci ressemble à une carte de crédit. Aussi mince, aussi portatif et aussi flexible. La société d'État est d'ailleurs particulièrement fière d'y avoir apposé son sceau. « On pourrait aussi y mettre l'étiquette de produit vert, car il est absolument non toxique. Il ne contient pas de plomb, ni de mercure, ni de cadmium », affirme Michel Gauthier, chimiste à l'Institut.

UN PROBLÈME D'ENVIRONNEMENT

Jetables après usage ou rechargeables, les piles ont une utilité incontestable auprès des consommateurs qui ne sont certainement pas près à s'en passer. Disponibles en plusieurs formats, elles activent jouets, magnétophones, lampes de poche, flashes électroniques, avertisseurs de fumée, téléphones cellulaires, radios, etc. Le chiffre de vente des fabricants de piles a dépassé 250 millions de dollars en 1990 au Québec. Cela sans compter le marché des accumulateurs plomb-acide qui équipent les automobiles.

Cependant, les piles n'ont jamais été sans susciter des doutes à propos de leur innocuité environnementale. En France, on a calculé que les piles usées étaient la source de 93 % du mercure présent dans les ordures ménagères. Si, au Québec, aucune étude ne nous permet une telle évaluation, le rapport de la Commission d'enquête sur les déchets dangereux, rendu public en septembre dernier, fait état d'enquêtes effectuées par l'Ontario Waste Management Corporation ainsi que par l'Environmental Protection Agency des États-Unis. Elles ont noté que 62 % des déchets dangereux des petites entreprises œuvrant dans les secteurs de la photographie, des stations-service, des pesticides et de l'imprimerie étaient constitués d'accumulateurs plomb-acide.



Raymond Lemieux

Aux Pays-Bas, la récupération des piles est une réalité. Verrons-nous bientôt, en bordure des rues de Montréal, les mini-cloches vertes dont parlent les gestionnaires de la Ville ?

De son côté, le Groupe de recherche et d'analyse interdisciplinaire en gestion de l'environnement a pu établir, en 1988, que chaque Montréalais rejetait en moyenne 3,5 kg par année de déchets domestiques dangereux à même les ordures ménagères. « Là-dessus, nous sommes persuadés que les piles représentent une des plus importantes sources de métaux lourds, surtout de mercure », commente Pierre Morrissette, responsable du dossier de la collecte sélective des déchets à la Ville de Montréal. « On estime à environ 135 tonnes le poids des piles rejetées dans les ordures de la métropole. Ce n'est pas rien. » Pour l'ensemble de « la belle province », on parle de 780 tonnes.

Et le recyclage ? En Belgique, une collecte expérimentale des piles a réduit de 35 % les émanations de mercure dans les incinérateurs. En Suède, la collecte systématique de toutes les piles a permis une diminution de 60 % des émanations de mercure dans le pays. Enfin, dans de nombreuses villes d'Europe, il existe un système de collecte des piles usées. De son côté,

la Ville de Montréal s'apprêtait, au moment de mettre sous presse, à étudier une recommandation émanant des gestionnaires municipaux qui suggèrent l'installation de minicloches vertes pour permettre la récupération des piles.

À vrai dire, seules les fameuses batteries d'automobiles font actuellement l'objet de récupération et de recyclage au Québec. Cela a été notamment la vocation de la compagnie Balmet à Saint-Jean, qui s'est retrouvée au centre d'un scandale écologique en 1989. Soupçonnée d'avoir contaminé un quartier de Saint-Jean-sur-le-Richelieu, au sud de Montréal, en négligeant de stocker de façon sécuritaire ses vieilles batteries, l'entreprise a dû fermer ses portes en août de la même année. La dernière entreprise à détenir un permis du ministère de l'Environnement du Québec pour recycler les batteries d'automobiles est Nova Pb Inc.,

située elle aussi sur la rive sud de la métropole. La firme reçoit jusqu'à 12 000 batteries par jour. Mais, elle est confrontée à son tour à des accusations criminelles relativement à un mauvais entreposage qui aurait contaminé le voisinage.

À LA DÉCHARGE DES RECHARGEABLES

C'est une réaction chimique qui produit l'électricité à l'intérieur d'une pile. Deux électrodes sont mises en présence d'un électrolyte généralement constitué, dans les piles classiques, d'oxyde de potassium. À l'intérieur des piles dites alcalines, c'est principalement de l'oxyde de manganèse, avec du zinc ou du lithium, qui sert d'électrolyte. On y ajoute aussi une substance « dépolariante », comme l'oxyde d'argent ou l'oxyde de mercure, qui permet à la pile de conserver ses propriétés électriques. Mais ces ingrédients sont progressivement remplacés par le lithium, beaucoup moins nocif.

La durée des piles varie selon les formules. Ainsi, la revue *Protégez-vous*, qui comparait les différentes catégories de piles sur le marché en 1986, soulignait que l'emploi de chaque pile alcaline permettait l'économie de 25 piles classiques. Mieux : l'utilisation des piles rechargeables sauverait quelques centaines de piles traditionnelles du gaspillage. « Mais il faut savoir que la pile rechargeable est composée de métaux plus toxiques que la pile alcaline », précise le chimiste Michel Gauthier. De fait, les piles rechargeables les plus courantes renferment du plomb – un métal lourd dont la toxicité ne fait aucun doute –, de l'oxyde de plomb et de l'acide sulfurique. Sinon, ce sont des piles de nickel et de cadmium – un autre contaminant – que l'on retrouve sur les étagères des magasins.

Au cours des dernières décennies, les recherches des ingénieurs et des électrochimistes ont été justement circonscrites à la pile rechargeable. L'objectif avoué était de pouvoir un jour utiliser cette pile sur des automobiles électriques. Dans cette foulée, Alcan a entre autres tenté de mettre au point une pile composée de métal et d'air. En vain.

Plus prometteuse, la pile à combustible a retenu l'attention de Ballard Power Systems, une entreprise de la Colombie-Britannique. Grâce aux subventions du ministère de la Défense nationale du Canada, Ballard entend faire rouler, d'ici cinq ans, une automobile alimentée par l'électricité issue d'une pile composée de méthanol et d'oxygène. Aux yeux des militaires, un tel véhicule représente d'ailleurs un intérêt certain, car il émet beaucoup moins de signaux infrarouges que les moteurs à combustion : sur un champ de bataille, il serait d'autant plus difficile à détecter pour l'adversaire.

N'empêche que dans la course à la pile idéale, Hydro-Québec pourrait bien avoir pris une longueur d'avance avec son ACEP. Quinze millions de dollars y ont été jusqu'à maintenant investis, ce qui en fait le plus important projet de recherche de l'IREQ, après celui du réacteur Tokamak et une trentaine de brevets en ont résulté.

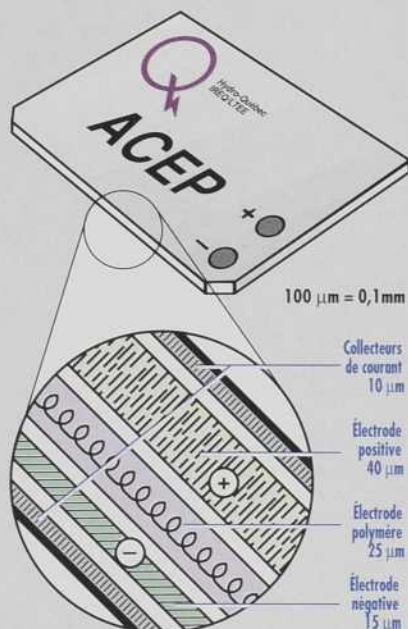
COMMENT FONCTIONNE L'ACEP ?

Alessandro Volta – inventeur de la première pile à la fin du 18^e siècle – en serait sûrement jaloux. L'accumulateur d'électrolyte polymère (ACEP) est trois fois plus performant que les piles nickel-cadmium et cinq fois plus que les batteries plomb-acide. Cette pile nou-

velle est composée de cinq feuillets. Deux d'entre eux constituent les électrodes positive et négative, tandis qu'un autre est formé d'une solution solide de polymère et de sels de lithium qui lui confère sa conductivité ; il joue le rôle de l'électrolyte.

Cet électrolyte fait toute l'originalité de l'ACEP, puisque le polymère est normalement un matériau non conducteur. « Notre première démarche était de modifier sa composition chimique pour le rendre plus solvant et conducteur », explique Michel Gauthier, chimiste à l'Institut de recherche d'Hydro-Québec. « On devait donc lui donner une capacité de dissolution, tout comme l'eau dissout le sel de cuisine. »

On a donc introduit de l'oxygène dans la chaîne du polymère pour lui attribuer la propriété solvante. Puis, on y dissout des sels appropriés, le lithium, pour induire la conductivité. C'est ainsi que les ions de lithium de l'électrode négative peuvent migrer vers l'électrode positive, une réaction qui produit l'électricité désirée. En plus du rendement de la pile en laboratoire, l'absence de corrosion et de fuites, sa légèreté et sa flexibilité, et le faible coût des matériaux qui la composent rendent le procédé particulièrement prometteur.



VERS UNE VOITURE ÉLECTRIQUE FAITE AU QUÉBEC ?

C'est en 1979 que Michel Gauthier a débuté les recherches touchant l'électrolyte polymère pour le compte de l'IREQ. Des travaux qui l'ont associé au Laboratoire d'énergétique électrochimique de Grenoble en France et à la société pétrolière française Elf-Aquitaine. En revanche, les possibilités de commercialisation paraissent à l'époque très aléatoires. À un tel point que, cinq ans plus tard, Elf-Aquitaine préfère se retirer du projet. Mais Hydro-Québec persévère.

« Il s'agissait de construire une batterie destinée à être utilisée dans la voiture électrique, raconte Michel Gauthier. Mais en cours de route, on s'est aperçu qu'il serait tout aussi faisable de fabriquer, selon le même principe, des piles de type domestique de 0,7 kWh. »

De plus, selon l'entente conclue entre Hydro-Québec et la firme japonaise, des piles plus puissantes et capables d'alimenter des véhicules électriques légers, comme des fauteuils pour handicapés et des voitures de golf, pourraient être manufacturées au Québec en 1998. Quant à l'automobile électrique, un problème subsiste encore : il faut patienter huit heures pour recharger les piles. Sans compter que l'autonomie de la voiture n'est que de 80 km, pas plus. « Néanmoins, nous sommes sur une voie qui peut vraisemblablement nous conduire à la réalisation d'une auto électrique », affirme Michel Gauthier. Une voiture signée Hydro-Québec ? En tout cas, les véhicules actuels et leur moteur à combustion étant responsables d'une grande partie de la pollution atmosphérique, nul doute qu'une telle automobile pourrait être bien accueillie. ■

LE COMBAT AUTO-BUS

En attendant la voiture ou le carburant
qui ne polluent plus,
saura-t-on passer du véhicule privé
au transport en commun ?

Par Gilles Parent

Malgré la pluie battante qui tombe sur Montréal le 14 août 1990, un groupe de personnes qui en ont assez de la circulation automobile décide de poser un geste d'éclat : ils déroulent une longue bande de plastique sur les automobiles en stationnement boulevard Saint-Laurent. Cette bande simule le pavé d'une voie réservée aux autobus. On peut d'ailleurs y lire le mot BUS écrit en grosses lettres. Un des manifestants arbore une affiche sur laquelle sont représentées deux intersections : une première, bondée de voitures, illustre la congestion urbaine et une deuxième, complètement dégagée, où ne circulent que deux autobus, représente l'efficacité du transport en commun. « S'il y avait une voie réservée aux autobus, ce sont plusieurs dizaines de milliers de personnes qui pourraient circuler facilement, au lieu de quelques dizai-

nes d'automobilistes qui profitent du privilège d'un stationnement », explique Peter McQueen, président de la Coalition pour les alternatives à l'auto.

Le groupe de M. McQueen, tout récent qu'il soit, illustre peut-être une nouvelle tendance : certains citoyens ne veulent plus d'autos dans les centres-villes. Ou, du moins, on veut en restreindre considérablement l'utilisation. À New York, un groupe semblable existe également depuis quelques mois. En Californie, ce ne sont plus uniquement des groupes de pression qui tentent d'obtenir des changements ; c'est carrément un organisme gouvernemental qui prend le taureau par les cornes. Son principal outil : un rapport de 5 500 pages, en 45 volumes bourrés de mesures. Son objectif : redonner au bassin de Los Angeles un air plus respirable. Par exemple, toutes les entreprises comptant plus de 100 employés sont tenues



Sebastien Bouchard



d'implanter un système de covoiturage, sans quoi elles pourraient se voir imposer des amendes allant jusqu'à 25 000 \$ par jour !

L'AUTO MITRAILLÉE

L'automobile devient donc de plus en plus une cible de choix pour les écologistes et pour certains résidents urbains. Il faut dire que, si on se met en tête de mitrailler l'automobile, ce ne sont pas les munitions qui manquent. L'auto siphonne d'importantes quantités d'énergie. De sa fabrication à son élimination dans les cimetières d'autos, elle ingurgite 42 % de toute l'énergie consommée en Amérique du Nord. Pas étonnant qu'on aille jusqu'à faire la guerre pour satisfaire son appétit vorace. Elle nous force en outre à construire d'horribles et bruyantes autoroutes urbaines qui défigurent les centres-villes.

L'auto est plus dangereuse que bien des risques environnementaux. Elle tue : 4 000 morts l'année dernière au Canada, 40 000 blessés. Elle empoisonne l'air des villes, où elle dégage plusieurs polluants nocifs pour la santé et l'environnement : hydrocarbures, oxydes d'azote, précurseurs des pluies acides, et ozone, un polluant très dangereux pour lequel on a dépassé la norme à plusieurs reprises à Montréal au cours des dernières années.

Mais il manque encore une rafale décisive : en produisant du dioxyde de carbone (CO₂), l'auto contribue au réchauffement global et aux bouleversements climatiques qui y sont associés. En effet, aucun filtre ou dispositif ne peut empêcher les émissions de CO₂.

Enfin, pour achever la victime, on peut s'amuser à la comparer avec d'autres modes de transport. La bicyclette, l'autobus, le rail sont tous plus

Selon Peter McQueen, « s'il y avait une voie réservée aux autobus, ce sont plusieurs dizaines de milliers de personnes qui pourraient circuler facilement ». C'est aussi l'opinion du Monde à bicyclette, qui organisait cette conférence de presse « théâtrale » à l'intersection du boulevard Saint-Laurent et de la rue Prince-Arthur.

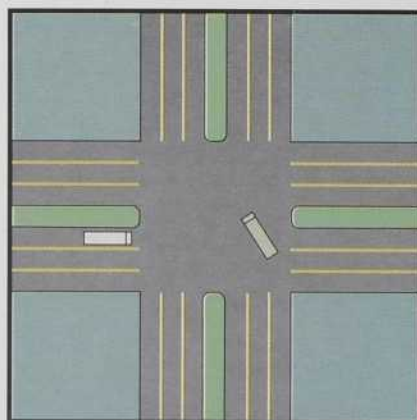
efficaces, moins polluants et plus économiques. En principe, les sommes versées au trésor public par les automobilistes, comme la taxe sur l'essence et les différents permis, sont suffisants pour défrayer les coûts des routes et de leur entretien. Mais ce n'est pas l'avis de Peter McQueen. « On croit, à tort, que seulement les transports publics sont subventionnés, mais, si on tenait compte des coûts secondaires associés à l'automobile, comme les problèmes de santé causés par la pollution, on devrait conclure que ceux qui n'ont pas d'auto subventionnent ceux qui en possèdent une. »

DES VICÉS CACHÉS

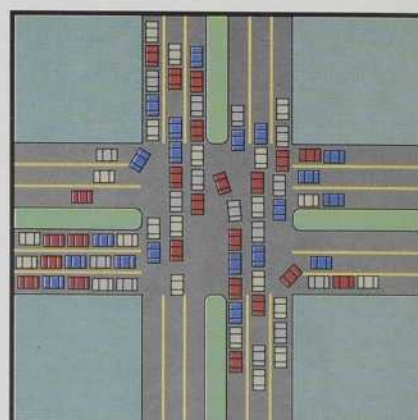
L'existence de certains coûts cachés, associés à l'utilisation de l'automobile, est parfois difficile à percevoir. Par exemple, le service de police de Pasadena, en Californie, a évalué à 40 % l'ensemble de ses coûts liés à la présence de l'automobile. En refaisant ce calcul pour l'ensemble des États-Unis, cela représente la coquette somme de 60 milliards de dollars chaque année.

À Londres, où on a observé en 1989 un embouteillage monstre sur 55 kilomètres, la Confederation of British Industry évalue à 24 milliards de dollars par année les pertes de temps, le coût supplémentaire du transport de marchandises et autres inconvénients liés à la congestion de la circulation routière.

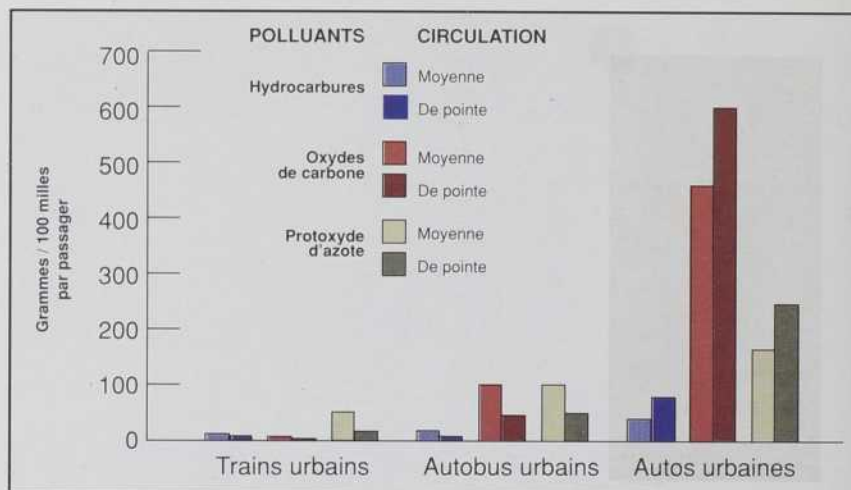
De plus, aux États-Unis, l'Association pulmonaire américaine estime que les polluants des automobiles, des centrales thermiques et de l'industrie entraînent des coûts annuels de 40 milliards de dollars en soins de santé et en temps de travail perdu. Même si ce chiffre est associé à plusieurs sources de pollution, la part de l'automobile n'est certes pas négligeable. Les enfants vivant à Los Angeles souffrent d'une diminution 15 % de la capacité pulmonaire, par rapport aux enfants de Houston, une ville nettement moins polluée. Des autopsies pratiquées sur des jeunes, morts accidentellement, ont démontré que l'ozone avait causé chez eux des lésions pulmonaires. Enfin, une étude de l'Université de



2 autobus = 120 personnes



80 automobiles = 120 personnes



Opter pour le transport en commun, c'est opter non seulement pour la décongestion des artères des villes, mais également pour la réduction de la pollution de l'air.

la Californie (Fullerton) estime que l'ozone cause de sérieux problèmes : 120 millions de personnes-jours souffrent de toux, 100 millions de personnes-jours ont des maux de tête, et 18 millions de personnes-jours ont des activités restreintes.

Aux États-Unis, le Sierra Club estime que les subventions totales aux automobilistes atteignent 300 milliards de dollars chaque année, soit 2 400 dollars par voiture. Au Québec, selon Luc Gagnon de l'Union québécoise pour la conservation de la nature, les coûts indirects liés à l'automobile atteignent la somme mirobolante de 5 000 à 8 000 dollars par voiture par année. Ce chiffre est basé, entre autres, sur des recherches de l'OCDE et du World Watch Institute. Il comprend les infrastructures routières et le déneigement, ainsi que les dommages attribuables à la

congestion routière, au bruit, aux accidents, à la pollution, etc.

Alors que l'auto fête à peu près son centième anniversaire de naissance, les arguments économiques, sociaux ou reliés à la qualité de vie qui militent en faveur d'une diminution de son utilisation sont légion. Mais ce sont surtout des données théoriques qui suggèrent des changements bénéfiques pour l'ensemble de la société. Pour l'individu, c'est une autre affaire. Tout le monde ou presque possède sa voiture. On en rêve dès l'adolescence. On l'aime, on la cajole. On se ruine pour elle. On la trouve tellement pratique... Bref, en s'attaquant à l'automobile, on s'attaque à un symbole de puissance et de liberté, car dans les sociétés industrielles on accorde beaucoup d'importance à la possibilité de se déplacer rapidement, où et quand bon nous semble.

Il faut avouer qu'il est difficile de lutter contre l'image d'un couple qui part à la campagne pour la fin de semaine, au volant d'une voiture qui semble avoir des ailes. Ou contre l'image d'une voiture qui, par les grands froids d'hiver, démarre au quart de tour, dont l'habitacle se réchauffe en moins de dix minutes et qui permet d'aller faire des emplettes ou de visiter des amis. Ces images et de nombreuses autres sont très fortes, et il ne sera pas facile de convaincre le public de délaisser l'automobile.

UNE VOITURE PLUS VERTE

« On ne demande pas la disparition de toutes les voitures du jour au lendemain. L'auto continuera d'être utile en milieu rural, mais pas pour les trajets réguliers vers les centres-villes », explique Peter McQueen. En ce sens, la réduction de l'étalement urbain constitue une solution tout à fait pertinente. Mais hors des grands centres, ou encore pour effectuer des livraisons, ou pour ceux qui travaillent à des heures irrégulières, l'automobile n'a pas fini de rouler. Dans ce contexte, les voitures moins dommageables pour l'environnement auront sûrement leur place. Elles pointent d'ailleurs déjà à l'horizon.

Les carrosseries aérodynamiques des plus récents modèles ne sont pas dessinées ainsi tant pour attirer l'éventuel client par l'esthétique, que pour lutter contre la résistance de l'air, facteur non négligeable dans la limitation de la consommation énergétique. Dans la plupart des cas, une réduction de 10 % de la résistance entraîne des économies de carburant de 5 à 6 % sur route et de 2 à 3 % en ville.

Une autre excellente façon de diminuer la consommation énergétique consiste à réduire le plus possible le poids du véhicule. Encore là, en règle générale, une diminution de 10 % du poids du véhicule se traduira par une économie de carburant de l'ordre de 6 %. Les spécialistes en génie des matériaux examinent les possibilités offertes par le magnésium, les plastiques, l'aluminium et certains alliages métalliques légers et très résistants. Dans l'ensemble, ces matériaux per-

mettent des réductions de poids variant de 23 à 75 %. Au tournant du siècle, il n'est pas impossible que le plastique représente jusqu'à 20 % du poids total d'une voiture.

L'automobile pour laquelle on aura utilisé au maximum ces nouvelles possibilités ressemblera peut-être à cette Renault Vesta, en montre lors du Congrès mondial sur l'énergie qui s'est tenu à Montréal à l'automne 1989. Cette petite merveille se permet des consommations de 2,27 l au 100 km ou, si vous préférez, 124 milles au gallon ! D'autres prototypes, mis au point par Peugeot, Toyota, Volkswagen et Volvo, obtiennent entre 2,8 l/100 km (100 mi/gal.) et 4,0 l/100 km (70 mi/gal.).

Le problème, c'est que ces véhicules ne sont pas encore mis en marché et, curieusement, les manufacturiers ne semblent pas vouloir les offrir au public de sitôt. C'est sans doute la crise du pétrole des années 70 qui a incité les fabricants à mettre au point ces voitures. Dès que le prix du pétrole s'est stabilisé, les efforts de recherche ont diminué, les calendriers de réalisation se sont étirés.

Double déception, non seulement la production en série ne verra pas le jour demain matin, mais les efforts déployés avec les voitures déjà mises en marché pour en diminuer la consommation d'essence et les retombées

polluantes seront vraisemblablement annulés par le nombre croissant de voitures sur les routes. D'autant plus qu'on semble retourner aux moteurs plus gros, plus puissants et plus gourmands.

DES CARBURANTS PLUS VERTS ?

Et si on remplaçait l'essence habituelle par un carburant moins polluant ? Encore une fois, les efforts risquent de décevoir, surtout si on recherche la solution parfaite. Lorsqu'on parle de carburants de remplacement, on fait allusion, la plupart du temps, à l'éthanol et au méthanol. Le premier provient essentiellement de la biomasse, par fermentation, tandis que le méthanol peut également être fabriqué à partir de combustibles fossiles, et non seulement à partir de la biomasse.

Côté environnement, si on examine tout d'abord la production de CO₂, principal élément associé à l'effet de serre, celle-ci varie selon le produit de base dont on se sert pour fabriquer le méthanol. Par exemple, si on utilise du gaz naturel, on retrouve à peu près autant de CO₂ ; avec le charbon, il s'en produit davantage. « Dès qu'il y a combustion de combustibles fossiles, ou tout simplement combustion d'un produit qui contient du carbone, rien



Au Québec seulement, il y a actuellement un peu plus de 2 900 000 voitures en circulation. Chacune de ces voitures produira annuellement 29,6 kilos d'hydrocarbures, 34,4 kilos de protoxydes d'azotes et 4 029 kilos de gaz carbonique.

P. Hamberger / Pubiphot

L'ENVIRONNEMENT...

une bonne raison de plus, pour conserver votre véhicule exempt de rouille.



Les dépotoirs d'autos

Chaque année, des milliers et des milliers de carcasses d'automobiles s'entassent dans les dépôts de ferraille, elles sont une énorme source de pollution des espaces verts et du sol. La rouille coûte environ deux milles dollars (2000\$) par famille chaque année (nettoyer, repeindre, recycler, etc).

Les hommes de science

Les scientifiques sont tous unanimes à dire lorsqu'ils parlent de la pollution que nous n'en sommes plus aux analyses et aux discussions, nous nous devons d'agir maintenant. Agir contre la pollution pour le propriétaire d'un véhicule, c'est prendre les moyens qu'il faut pour empêcher la rouille de s'y installer.

Le CRIQ et la recherche

En partant du principe qu'il fallait protéger le métal de l'action néfaste de l'eau, de l'humidité et des abrasifs avec un mélange d'huile, il se révéla important de considérer les caractéristiques du produit à mettre au point. La formulation d'huile devait être bien adhérente aux surfaces traitées, aussi limpide que possible ou mieux encore incolore, inodore ou du moins d'odeur agréable. Les spécialistes du Centre de recherche industrielle du Québec ont participé à la mise au point

du produit Antirouille à l'huile Métropolitain. Le résultat, un moyen efficace, propre et peu coûteux de prévenir la corrosion prématurée des véhicules.

Le travail de l'huile sur le métal

L'huile chauffée à (52°C) est projetée sous pression et pénètre aisément dans tous les replis de la carrosserie, et ce aussi facilement que l'eau peut le faire. Lors de son application, on peut remarquer que l'huile Métropolitain ressort toujours par les mêmes interstices que l'eau. Cette huile imbibe les tôles et pénètre vraiment les pores du métal, assurant ainsi une protection maximale.

Un investissement sûr!

Un calcul simple permet de constater que pour un investissement de moins de soixante cinq dollars (65\$) par an, vous évitez des réparations majeures à la carrosserie, vous pouvez facilement retarder de quelques années l'achat d'un autre véhicule et obtenir une meilleure valeur de revente, si l'on tient compte des taux d'intérêt, cela représente une économie de plusieurs milliers de dollars, ce qui fait de l'Antirouille à l'huile Métropolitain un placement sûr!

Maintenant six succursales au Québec

Québec, au 2655, boul. Wilfrid-Hamel, tél. (418) 687-5660,
Saint-Louis-de-France (Trois-Rivières), au 1600, boul. Saint-Louis, tél. (819) 378-8222,
Longueuil, au 340, boul. Roland-Therrien, tél. (514) 651-5531,
Laval, au 600, boul. Saint-Martin Est, tél. (514) 668-9883,
Lévis, au 3760, boul. de la Rive-Sud, tél. (418) 833-3411,
et dès juin '91 à
Ville d'Anjou, au 6951, boul. Les Galeries d'Anjou, tél. (514) 356-1519

ANTIROUILLE ?
à l'huile
Métropolitain

à faire, on se retrouve toujours avec du dioxyde de carbone », résume Pierre Laborde, du Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB).

Il faut toutefois préciser que, si on se sert de la biomasse (forestière, par exemple) comme produit de base, le dégagement de CO₂ est compensé par le fait que les arbres d'une forêt ont fixé le carbone en poussant. C'est presque fermer la boucle. On ne relâche alors dans l'atmosphère que le carbone qui a déjà été fixé, contrairement aux combustibles fossiles, qui relâchent du carbone emprisonné depuis des siècles.

S'ils ne constituent pas la solution idéale au problème de l'effet de serre, l'éthanol et le méthanol pourraient toutefois améliorer la qualité de l'air des centres-villes en réduisant la production d'ozone ou de monoxyde de carbone. Encore là, il n'y a pas unanimité chez les scientifiques quant à leurs avantages précis, d'autant plus qu'apparaissent de nouveaux polluants. Par exemple, la combustion du méthanol produit de deux à cinq fois plus de formaldéhyde que la combustion d'essence. Il faudra donc mettre au point un catalyseur spécial.

PLEINS GAZ !

Le carburant de remplacement qui paraît, du moins à première vue, le plus susceptible de remplacer le pétrole, dans une perspective environnementale, est sans conteste le gaz naturel. Celui-ci a l'avantage d'être disponible dès maintenant et de faire bénéficier l'utilisateur d'une économie parfois appréciable. Les inconvénients : on doit modifier le carburateur du véhicule, s'accommoder d'un coffre à bagages de dimension restreinte, à cause des réservoirs supplémentaires, et accepter une performance réduite d'environ 10 %.

Côté environnement, il est extrêmement difficile de savoir à quoi s'en tenir. « La situation peut varier d'un véhicule à l'autre, suivant le type et l'âge du véhicule, selon qu'il est muni d'un convertisseur catalytique, et selon le type de trousse de conversion utilisée », admet Denis Montplaisir, de Gaz Métropolitain.

Les études où l'on compare les émanations des moteurs fonctionnant au gaz naturel avec celles des moteurs à essence ne s'accordent pas, d'autant moins qu'il faut également tenir compte de tout le cycle à partir de l'extraction du gaz naturel jusqu'au remplissage du véhicule. Pour l'impact des gaz à effet de serre, certains études parlent d'une diminution de 20 % ; d'autres affirment que l'impact est plus considérable qu'avec le pétrole. Pour les autres polluants, on s'entend pour dire qu'il y a moins de monoxyde de carbone et de soufre, la quantité d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures pouvant varier passablement.

DES KILOWATTS-HEURE DANS LE MOTEUR ?

Quant à l'idée de faire rouler des véhicules à l'électricité, elle est loin d'être nouvelle. Déjà, au début du siècle, des véhicules électriques sillonnaient les rues des grandes villes américaines et européennes. Leur silence, leur simplicité de fonctionnement constituaient des avantages certains et des arguments de vente pour les fabricants d'alors. Malheureusement, ils furent supplantés par les voitures munies de moteurs à essence, pour à peu près les mêmes raisons qui les empêchent encore de nos jours de faire un retour en force sur le marché : les voitures électriques ne vont pas assez vite et ont une autonomie très restreinte.

Qui paiera 15 000 \$ pour une voiture ayant une capacité de charge insuffisante pour les déplacements jusqu'au chalet – sans parler du tour de la Gaspésie ? Mais, malgré l'absence de solutions miracles, il y a quand même une lueur d'espoir : les voitures hybrides. Elles peuvent fonctionner à l'électricité sur de courts trajets, mais sont également munies d'un petit moteur, couplé à une génératrice, pour recharger les batteries sur les longs trajets.

Par ailleurs, pour les véhicules tout électriques, il faut se demander où on prendra l'énergie pour les alimenter. Brûler des combustibles fossiles pour produire de l'électricité ne fait rien pour arranger les choses, à moins de pouvoir mieux contrôler la pollution

d'une centrale thermique que celle de chaque véhicule individuel, ce qui n'est pas évident. Personne ne veut de centrale nucléaire dans sa cour. Quant au projet controversé de la Baie-James II, doit-on, pour satisfaire nos caprices de transport individuel, tout en améliorant notre environnement, détruire celui du Nord ? Il y a là matière à réflexion...

Reste l'hydrogène, pratiquement la seule énergie qui soit inoffensive en matière d'effet de serre. Mais voilà, l'hydrogène n'est pas une source d'énergie, mais plutôt un carburant qui doit être fabriqué à partir d'une autre source. Fondamentalement, c'est donc la même problématique qu'avec l'électricité : tout dépend de la source. À moyen ou à long terme, l'hydrogène produit à partir de l'énergie solaire ou éolienne représentera le summum des filières énergétiques... dans dix, quinze ou vingt ans. D'ici là, il faudra attendre le meilleur compromis offert par les fabricants d'automobiles et les entreprises d'énergie ou de services publics. Il faudra également se résigner à patienter dans les embouteillages, car même la voiture la plus verte n'est pas à l'abri de la congestion urbaine. L'autre solution serait d'attendre... l'autobus.

UN COUP DE BARRE

La ritournelle est connue. Les gens boudent le transport en commun à cause d'un service inadéquat, le service est inadéquat parce que pas assez de gens l'utilisent. Comment briser le cercle vicieux ? « Les endroits où ça marche le mieux sont ceux où tout le monde a pris position en faveur du transport en commun : le gouvernement provincial, la communauté urbaine, les maires des villes, même les chefs d'entreprises », explique M. Al Cormier, qui dirige pour l'Association canadienne du transport urbain un groupe de travail sur l'environnement et les transports collectifs. « La question des tarifs n'arrive pas au premier rang des préoccupations, poursuit M. Cormier. C'est la fréquence et la fiabilité du service qui incitent les gens à utiliser les transports en commun. » « La Ville de Montréal n'a qu'une seule véritable voie réservée pour les

autobus, déplore de son côté Peter McQueen. C'est nettement insuffisant. »

Pour décourager les banlieusards de se servir de leur voiture, Peter McQueen suggère de généraliser le stationnement avec vignettes, qui favorise les résidents de la ville, et d'instaurer des sens uniques avec fréquents changements de direction, de façon à forcer la circulation de l'extérieur à se limiter aux grandes artères. Cette mesure a donné d'excellents résultats dans plusieurs villes d'Europe. À Montréal, les résidents de la rue Tupper ont demandé et obtenu ce type d'aménagement. Les employés des différents paliers de gouvernement pourraient aussi être fortement incités à utiliser le transport en commun. Enfin, un meilleur réseau de pistes cyclables fait également partie de la liste des améliorations possibles.

Quelle instance réussira à planifier de façon cohérente toutes ces mesures ? Difficile à dire. Chose certaine, le temps presse. À Montréal, la clientèle ne cesse de délaisser le transport en commun en faveur de l'automobile. Les compressions budgétaires gouvernementales s'abattent brutalement sur les municipalités, ce qui met en péril le service de transport en commun. Par ailleurs, le Plan vert du ministère de l'Environnement fédéral fait état de la volonté de stabiliser les émanations de gaz à effet de serre. « Des études indiquent que, même en mettant en pratique toutes les mesures technologiques pour arriver à cet objectif, cela sera insuffisant. Il faudra un jour ou l'autre que les résidents des grandes agglomérations passent massivement au transport en commun », conclut Al Cormier, pour qui il n'est pas question d'attendre trop longtemps. « On parle souvent du transport en commun comme de quelque chose qui se passe dans le futur, mais les décisions importantes doivent se prendre maintenant. » ■

Pour en savoir davantage :

Les avantages environnementaux du transport urbain, avril 1990, Association canadienne du transport urbain, 55, rue York, bureau 901 Toronto (Ontario) M5J 1R7

VERS LA VALORISATION DES MATÉRIAUX DRAGUÉS

Comment résoudre un problème
sans en causer un autre ?
Tel est le dilemme
que pose le dragage du Saint-Laurent.
Heureusement, dans ce cas,
le problème pourrait devenir la solution.

Par Jacques Bérubé

Le fleuve Saint-Laurent est, depuis fort longtemps, une voie navigable importante et un élément essentiel au maintien et à la croissance de l'économie québécoise et canadienne. L'augmentation soutenue de la navigation commerciale et de plaisance, en particulier depuis la réalisation de la Voie maritime, nécessite de nombreux travaux de dragage pour l'entretien du chenal et des ports, ainsi que l'excavation d'importants volumes de matériaux pour la construction de nouveaux ports, marinas et autres structures maritimes.

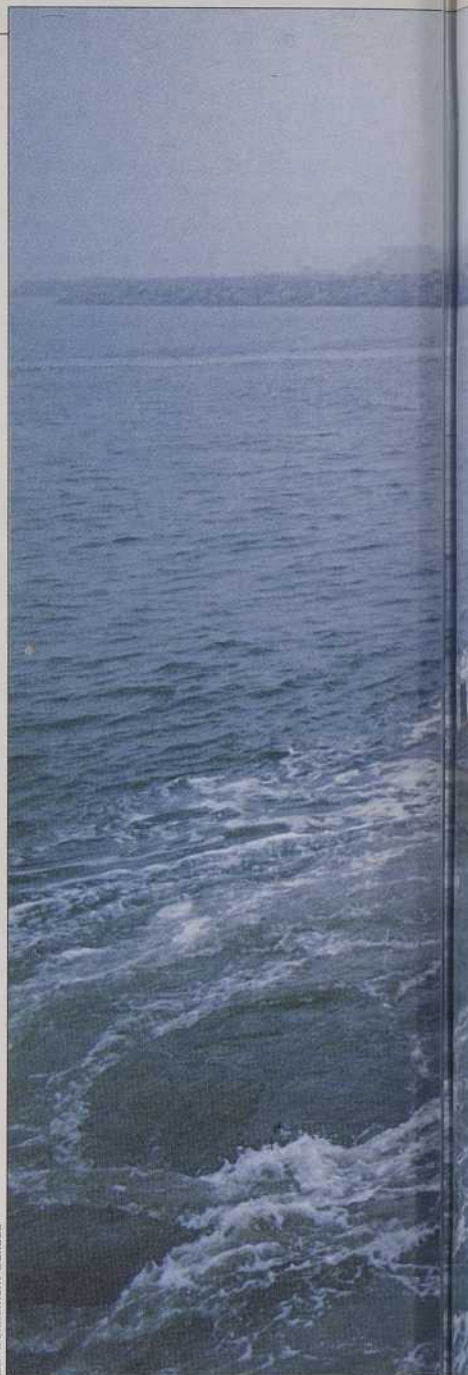
Environ un million de mètres cubes de matériaux sont dragués chaque année dans le Saint-Laurent. Ce volume moyen regroupe, dans des proportions très variables, les sédiments fins et les sables accumulés dans les aires navigables existantes, ainsi que les matériaux excavés pour la création de nouvelles aires portuaires. Ces derniers sont généralement réutilisés pour les nouvelles installations, sous forme de remblais ou d'arrière-quais.

UN MAL NÉCESSAIRE ?

Si les travaux de dragage contribuent à assurer la stabilité d'un vecteur écono-

mique essentiel, ils peuvent en contrepartie avoir des répercussions importantes sur l'environnement. Les impacts environnementaux sont non seulement reliés au brassage des sédiments lors des opérations d'excavation et de transport, mais surtout au confinement des matériaux dans les sites prévus à cette fin ou à leur rejet en eau libre. Cette problématique est associée soit à la présence, dans les sédiments, de contaminants qui représentent un risque potentiel pour le milieu aquatique, soit à la présence physique des aires de dépôt elles-mêmes, qui peuvent entrer en conflit avec certaines utilisations du milieu par l'homme ou par la faune.

Environnement Canada





Les travaux de dragage pour l'entretien des ports et des chenaux de navigation, en raison de leur nature périodique et des problèmes de contamination et d'élimination qui leur sont souvent associés, sont généralement les plus problématiques sur le plan environnemental. En effet, ces opérations impliquent souvent des matériaux composés de solides qui, lorsqu'ils étaient en suspension dans l'eau, ont pu attirer et intégrer les éléments ou composés chimiques dissous, également présents dans le milieu aquatique. Ce sont généralement ces contaminants qui font des sédiments dragués un risque pour l'environne-

ment, car les liens qui les unissent aux particules sont susceptibles de perdre leur efficacité, lorsque les conditions chimiques et physiques ambiantes sont modifiées, libérant ainsi plus facilement les éléments nocifs dans le milieu.

Toutefois, bien que certains secteurs particuliers fassent l'objet d'une pollution aiguë, les concentrations de contaminants dans les sédiments sont généralement telles que le principal risque direct touche les organismes aquatiques qui sont en étroite contact avec les fonds marins. Ces organismes benthiques, très sensibles aux conditions de leur milieu de vie, sont sou-

Une bonne partie des matériaux dragués dans le Saint-Laurent est extraite de façon mécanique. Les matériaux sont déposés dans des barges et remorqués vers leur site de dépôt. Une autre méthode de dragage consiste à aspirer les matériaux à l'aide d'une pompe très puissante et à les refouler au moyen de conduites flottantes vers leur lieu de déposition.

vent à la base de chaînes alimentaires très « efficaces », c'est-à-dire capables de bio-amplifier les contaminants jusqu'à des doses susceptibles de provoquer des effets toxiques chez les espèces « intégratrices » qui dominent les chaînes alimentaires. Ainsi, même

si les sédiments dits contaminés représentent très rarement une menace directe pour la santé ou la sécurité publique, il faut quand même en faire une gestion attentive car, dans une perspective globale, ils représentent un risque pour l'environnement aquatique et potentiellement pour l'homme.

LES AVENUES DE SOLUTIONS

La réduction à la source est un principe qui trouve aussi quelques applications dans le domaine du dragage. Ainsi, l'utilisation de structures de protection et le choix judicieux des emplacements destinés à recevoir de nouvelles installations portuaires sont autant de mesures qui devraient, à l'avenir, limiter la sédimentation et, partant, les travaux visant à maintenir la navigabilité.

Pour ce qui concerne l'entretien des installations existantes, cependant, des solutions acceptables sur les plans technique et environnemental doivent être envisagées et appliquées dans les meilleurs délais. En effet, selon Robert Hamelin, consultant spécialisé dans les problèmes de gestion des contaminants en milieu aquatique, « la recherche de solutions pour la disposition des matériaux dragués constitue une priorité pour un grand nombre d'intervenants publics et privés qui, tout en étant très conscients de leurs responsabilités sur le plan environnemental, désirent minimiser les contraintes économiques associées aux délais pour l'obtention des autorisations gouvernementales. Pour ces groupes, l'adoption conjointe de programmes de disposition régionaux représente une solution prometteuse, qui permettrait d'assurer une meilleure gestion de leurs activités sur les plans environnemental et économique. »

Essentiellement, le but visé par une opération de dragage consiste à retirer des matériaux de l'endroit où ils constituent une nuisance, pour les déposer ailleurs. Toutefois, dans toute la portion fluviale du Saint-Laurent, cette opération amène probablement différents intervenants à draguer plusieurs fois les mêmes sédiments, d'amont en aval. Une gestion soignée et rationnelle devrait donc en premier lieu viser



Deux exemples d'une utilisation bénéfique des matériaux excavés : le sable dragué dans l'embouchure de la rivière Saint-Charles, au début des années 60, fut déposé devant les battures de Beauport de façon à créer un vaste arrière-quai qui est devenu la plage des Battures, reconnue aujourd'hui comme un site récréatif important de la région de Québec. Ailleurs, le long du couloir du Saint-Laurent et notamment dans la région de Contrecoeur, les dépôts de matériaux excavés lors de l'approfondissement du chenal maritime se sont finalement avérés très bénéfiques sur le plan faunique, offrant des aires marécageuses intéressantes pour plusieurs espèces d'oiseaux et de poissons.

à assurer l'immobilisation des matériaux excavés.

UNE GESTION INTELLIGENTE

Cependant, une gestion soignée ne signifie généralement pas qu'il faille traiter ou confiner tous les matériaux dragués dans des sites d'enfouissement terrestres, comme cela est recommandé pour certains déchets industriels ou pour les déchets domestiques.

Dans la majorité des cas, en effet, le risque relié aux matériaux dragués n'est pas suffisamment élevé pour qu'il faille nécessairement les retirer du milieu aquatique. Une telle approche peut souvent comporter autant d'inconvénients que d'avantages. Dans plusieurs cas, on préférera les laisser dans le milieu aquatique, tout en les isolant, de façon à limiter leur migration vers des zones de meilleure qualité et leur introduction dans

la chaîne alimentaire. Selon Gilles Brunet, responsable de l'évaluation environnementale des projets en milieu hydrique au ministère de l'Environnement du Québec, « la non-dégradation des secteurs adjacents est un principe de base qui doit en tout temps être respecté lors des travaux de dragage ».

Les sites d'enfouissement terrestres répondent à des problématiques très différentes, en matière de risques, et doivent être utilisés avec minutie, compte tenu de leur rareté et des difficultés inhérentes à leur implantation. Selon René Rochon, responsable des Technologies de restauration au Centre Saint-Laurent, des méthodes plus appropriées de confinement, de recouvrement et de valorisation sont actuellement examinées dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent : « À la fin des années 50, lors des travaux d'approfondissement du chenal entre Québec et Montréal, plusieurs millions de tonnes de matériaux ont été retirés du fond du fleuve. En plusieurs endroits, notamment dans les régions de Contrecoeur et de Varennes, ces matériaux ont été placés près des berges, et les dépôts ont alors pris la forme d'îles ou de chapelets d'îlots. Les constructeurs d'alors ignoraient que, ce faisant, ils créaient de toutes pièces les meilleurs habitats à sauvagine de tout le couloir fluvial du Saint-Laurent. »

En effet, au fil des années, un couvert végétal adéquat pour la nidification de la sauvagine s'est implanté dans ces nouvelles îles. L'isolement aidant, ces milieux s'avèrent aujourd'hui les plus productifs de tout le Saint-Laurent pour plusieurs espèces de canards. On compte ainsi un bon nombre d'exemples, dans le couloir fluvial, où, d'une manière plus ou moins fortuite, les dépôts de dragage se sont finalement avérés très bénéfiques pour la faune avienne et ichtyenne. C'est le cas, entre autres, des îles du Canard et de Dickerson près de Cornwall, de l'île Verte près de Longueuil, des îles du Fault et de la Broquerie, non loin de Boucherville, de plusieurs des îles de la région de Contrecoeur, et de l'île aux Sternes près de Trois-Rivières.

LES PRINCIPALES SUBSTANCES TOXIQUES

Deux principaux types de contaminants sont associés aux sédiments : les métaux et les composés organiques.

Les éléments métalliques se retrouvent naturellement dans l'environnement aquatique ou terrestre à des concentrations plus ou moins grandes et sous des formes chimiques très variées. Ils sont souvent intégrés à la matrice des particules, c'est-à-dire dans la structure rocheuse elle-même, et sous cette forme « enrobée » ils sont plutôt inoffensifs puisque très peu assimilables par les organismes vivants. Les éléments métalliques peuvent également être « attachés » aux particules par une variété de liens chimiques ou physiques qui, suivant leur solidité respective, permettent une plus ou moins grande assimilation par les organismes vivants. Il faut noter que ces liens sont susceptibles de perdre leur efficacité lorsque les conditions ambiantes ayant permis leurs liaisons aux particules sont modifiées (augmentation de l'acidité, par exemple).

Les contaminants organiques sont quant à eux le plus souvent *adsorbés* aux particules, un état physique qui est conditionné par la très faible solubilité de ces composés dans l'eau. Leur présence dans le milieu aquatique est presque essentiellement reliée aux activités humaines. Les contaminants organiques sont sujet à une dégradation naturelle plus ou moins lente sous l'action des bactéries ou de phénomènes chimiques divers.

LES SUBSTANCES ORGANIQUES

Les biphényles polychlorés (BPC)

Chez l'homme, une exposition prolongée à des doses élevées peut avoir, entre autres, des effets sur le système immunitaire et causer des affections cutanées. Une exposition à de faibles teneurs ne semble pas avoir d'effets nocifs, si elle est de courte durée. On ignore toutefois quelles en seraient les conséquences en cas d'exposition prolongée.

Les dioxines et les furannes

Certains de ces composés sont hautement toxiques, agissent sur le système immunitaire, l'appareil endocrinien et l'appareil reproducteur et sont cancérigènes.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Des tests en laboratoire chez l'animal ont révélé que certains HAP sont cancérigènes et ont un pouvoir mutagène ; ils pourraient être cause de cancer en cas d'exposition professionnelle.

Les pesticides

Les pesticides peuvent être nocifs pour le foie, le système nerveux et l'appareil respiratoire. Certains peuvent aussi perturber le système immunitaire.

• *Chlordane et dieldrine*

Très toxiques pour l'animal et l'homme. Leur potentiel cancérigène demeure encore sujet à controverse.

• *Chlorophénols*

Hautement toxiques et potentiellement cancérigènes, les chlorophénols sont utilisés comme agents de préservation du bois et comme antimicrobiens dans les systèmes industriels de refroidissement. Un de ces produits, le penta-

chlorophénol, est un polluant largement répandu dans les eaux des Grands Lacs. Il est hautement toxique et soupçonné d'être cancérigène.

• *DDT et mirex*

Pesticides très toxiques, aujourd'hui interdits. Le DDT a des effets sur le système nerveux ; il a nuï à la reproduction de certains oiseaux, dont le fou de Bassan, en causant l'amincissement de la coquille des œufs, entraînant ainsi de faibles taux d'éclosion.

LES SUBSTANCES INORGANIQUES

Le cuivre, le chrome, le nickel et le zinc

Ces métaux sont très toxiques pour les poissons, les mollusques et autres organismes aquatiques, mais peu toxiques pour l'homme.

L'arsenic et le plomb

Ils sont toxiques, surtout pour les humains qui consomment du poisson et des mollusques contaminés. La teneur en plomb chez des poissons capturés dans les lacs du Saint-Laurent dépassait la teneur admissible pour la consommation humaine, fixée à 0,5 ppm.

Le mercure

Ce métal est nocif pour les organismes aquatiques et l'homme en particulier s'il est à l'état de méthylmercure, qui peut causer de graves atteintes au système nerveux. C'est la substance toxique qui fait le plus obstacle à l'exploitation de certaines espèces de poissons et de crustacés. Ce métal s'accumule le long de la chaîne alimentaire et affecte davantage les poissons piscivores, c'est-à-dire qui se nourrissent d'autres poissons.

De la même manière, lors de l'extension des terrains portuaires à Québec au début des années 60, le sable dragué dans l'embouchure de la rivière Saint-Charles fut déposé devant les battures de Beauport de façon à créer une vaste aire d'arrière-quai. L'extrémité de ce remblai, laissée telle quelle à la suite des travaux, est devenue la plage des Battures, considérée aujourd'hui comme un site récréatif important par plusieurs intervenants de la région de Québec.

DÉBLAYER, PUIS REMBLAYER

Pour Jean-Claude Belles-Isles, consultant en environnement et auteur d'un rapport portant sur l'utilisation bénéfique des matériaux dragués, « plusieurs études ou interventions l'ont démontré au cours des 20 ou 30 dernières années : l'enlèvement des matériaux dragués peut aller de pair avec une politique de mise en valeur et de bonification du milieu, si ces déblais sont utilisés de façon planifiée, à des fins de restauration ou de création d'aménagements à caractère faunique ou récréatif. Aux États-Unis, on a effectué plusieurs travaux afin d'évaluer la possibilité d'utiliser des déblais de dragage pour former des terrains marécageux et créer ainsi des habitats intéressants. Plusieurs zones de déversement de déblais de dragage, pollués ou non, sont effectivement devenues, après remblaiement, des habitats propices pour la faune ou des aires récréatives recherchées. Ces projets de développement ont été réalisés aussi bien sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique que dans le golfe du Mexique et les Grands Lacs. »

La France et les Pays-Bas ont également mis au point d'importants programmes de valorisation des matériaux dragués. Dans l'embouchure de la Loire, par exemple, le dépôt de plusieurs millions de mètres cubes de matériaux provenant du surcreusage et de l'entretien du port de Saint-Nazaire a donné lieu à la création d'une île, qui est par la suite devenue une réserve faunique pour les oiseaux migrateurs. Sur les bords de la mer du Nord, à l'extrémité du port de



Non seulement les matériaux dragués peuvent-ils être utilisés pour créer de nouveaux habitats, mais ils peuvent également être mis à profit dans la lutte contre l'érosion de certaines des îles mises en place le long du chenal et dont la stabilité a été affectée, au fil des ans, par les vagues et le battillage relié au passage des navires.

Rotterdam, les digues extérieures d'un immense bassin destiné à recevoir les matériaux non admissibles pour un rejet en eau libre ont été aménagées en une plage publique de plusieurs kilomètres.

Une telle approche, qui consiste à considérer les sédiments dragués non plus comme des résidus mais comme une matière première, permettrait d'atteindre tous les objectifs techniques des projets de dragage, tout en comportant des retombées positives sur le plan environnemental.

Selon Denis Lehoux, du Service canadien de la faune, on peut voir là une occasion intéressante de recréer en quelques endroits le profil original des berges qui ont été modifiées par un empiètement progressif. « Ce sont d'abord les portions supérieures des berges que nous désirons restaurer, explique M. Lehoux, afin de fournir des sites propices à la nidification de la sauvagine. L'aménagement d'îlots et de marais en utilisant, dans certains cas, des matériaux de dragage pourra donc contribuer à restaurer des milieux qui ne fournissent plus à la sauvagine toute la gamme des habitats qui correspondent chacun à une exigence particulière, c'est-à-dire des zones exondées durant les périodes de l'année où les oiseaux se reproduisent, des zones marécageuses propices à l'élevage des jeunes et à l'alimentation et, enfin,

CONTAMINÉS OU TOXIQUES ?

La notion de *toxicité* est essentiellement une question de dose et d'effet. À titre d'exemple, on peut citer le cas des désormais célèbres BPC, pour lesquels une ligne directrice émise par Santé et Bien-être social Canada autorise une concentration de 2 ppm dans la chair des poissons comestibles alors que, suivant les critères indicatifs actuellement utilisés, des sédiments sont jugés *contaminés* si leur concentration en BPC dépasse 0,1 ppm. Quoique apparemment absurde, cette différence trouve sa justification dans le fait que ce composé relativement inoffensif est par ailleurs fortement bioaccumulable. Conséquemment, une attention particulière doit être apportée en ce qui concerne sa présence dans le milieu aquatique, même à des concentrations qui apparaissent insignifiantes.

des zones de hauts-fonds utilisées pendant les périodes de migration printanière ou automnale. »

S'UNIR POUR MIEUX DRAGUER

Bien sûr, il reste encore plusieurs problèmes d'ordre technique à résoudre et, dans le domaine de la restau-

ration des milieux aquatiques à partir de matériaux dragués, les recherches actuelles menées par Environnement Canada, en concertation avec le ministère de l'Environnement du Québec et plusieurs intervenants directement impliqués dans des activités de dragage, comportent plusieurs objectifs. Elles visent en premier lieu à décrire et à quantifier les paramètres qui conditionnent le maintien ou, au contraire, l'érosion des îlots et des habitats actuels dans le Saint-Laurent. En ce sens, il importe de bien connaître les caractéristiques des milieux aménagés à partir de matériaux dragués, mais aussi de comprendre le fonctionnement et l'organisation des milieux naturels qu'on veut reproduire.

Un second axe de recherche mis en œuvre par le Centre Saint-Laurent a pour objet l'identification des technologies appropriées pour le transport, la manutention et la mise en place des matériaux dragués, ainsi que pour la végétation des nouvelles aires destinées à la faune avienne et aux poissons. Un défi particulier pour les spécialistes de ce domaine réside dans la sélection d'un couvert végétal qui favorise la sauvagine, tout en ayant un caractère fortement dissuasif pour certaines espèces moins désirables, comme le goéland.

Dans le but d'évaluer concrètement les projets d'utilisation de matériaux dragués à des fins d'aménagement, le ministère des Transports du Canada (la Garde côtière canadienne et le port de Trois-Rivières), en collaboration avec le Centre Saint-Laurent et le Service canadien de la faune, s'est engagé dans la préparation d'une étude de faisabilité qui conduira éventuellement à la réalisation d'un aménagement faunique à partir de matériaux dragués dans le secteur du lac Saint-Pierre. Selon René Rochon, du Centre Saint-Laurent, « ce projet et quelques autres qui sont actuellement en préparation ailleurs dans le Saint-Laurent représentent des étapes importantes dans le déroulement du Plan d'action Saint-Laurent en ce qui concerne la recherche et l'apport de solutions concrètes à la problématique soulevée par le dragage et par l'enlèvement des matériaux dragués dans le Saint-Laurent ».

L'ASSOCIATION QUÉBÉCOISE POUR LA PROMOTION DE L'ÉDUCATION RELATIVE À L'ENVIRONNEMENT (AQPERE)

organise, à Montréal
les 7 et 8 juin 1991,

LES ÉTATS GÉNÉRAUX DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

L'Unesco soulignait, en 1985, que la clé pour une solution durable aux problèmes environnementaux est déjà entre nos mains : éducation et formation relatives à l'environnement.

Qu'en est-il au Québec ? Les États généraux ont pour but de réunir les principaux intervenant-e-s dans les milieux de l'enseignement, les milieux de travail et auprès des citoyens.

Les objectifs :

- faire le point sur la situation actuelle
- définir les besoins du milieu
- accroître la concertation et la coopération
- déterminer les actions à entreprendre

et doter le Québec d'une

POLITIQUE NATIONALE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Pour information ou pour obtenir le programme détaillé des États généraux :

AQPERE
4341, Clark
Montréal (Québec)
H2W 1X2
Tél. : (514) 849-4380 / 844-4928

RECUEIL D'ACTIVITÉS DE LOISIR SCIENTIFIQUE

ROBERT BOIVIN ET JEAN-FRANÇOIS PRONOVOST
1991, ISBN 2-920073-63-X, 152 pages
en collaboration avec le ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche
et le Conseil de développement du loisir scientifique

Parents, animateurs dans les camps de vacances,
bases de plein-air, institutions de santé, organismes de jeunesse,
centres communautaires, écoles...

En vente dans toute bonne librairie ou aux Presses de l'Université du Québec
Téléphone : (418) 657-3551, poste 2860 • Télécopieur : (418) 657-2096

Apprendre
tout en
s'amusant !

19²⁶\$
TPS
MISE

Pour faire des bulles

par Raynald PEPIN

Il y a des tas de phénomènes, dans notre vie courante, que nous côtoyons par habitude, sans nous interroger sur leurs causes. On fait sa toilette : à quoi sert la crème à raser ? Comment agit un anti-sudorifique ? Une petite balade dehors : pourquoi y a-t-il des fentes dans les trottoirs ? Un peu de repassage : comment le fer défroisse-t-il le tissu ? La plupart du temps, les sujets abordés dans « La dimension cachée » proviennent de questions de ce type... et les réponses ne sont pas toujours aussi simples qu'on le croirait !

À en juger par les petites colles qui accompagnent de temps en temps les réponses à la « Question du mois », cet esprit curieux anime plusieurs des lecteurs et lectrices de *Québec Science*. Je réponds généralement à ces questions par courrier, mais en voici une qui mérite de faire l'objet d'une chronique. Nadine Manset, de Pierrefonds, me décrit ainsi son « petit problème de physique » : « À chaque fois que je me fais du café, un phénomène m'intrigue beaucoup. Après avoir fait chauffer ma tasse d'eau au four à micro-ondes, je mets le sucre dans l'eau : à ce moment-là, des bulles montent brusquement à la surface, comme si le fait de mettre du sucre dans de l'eau chaude provoquait l'ébullition. Que se passe-t-il ? »

TOUTES SORTES DE BULLES

La question de Nadine Manset est du genre de celles qui en entraînent d'autres. Comment et où se forment les bulles ? Pourquoi montent-elles à la surface ? Quelle est leur forme ? Comment meurent-elles ? Pourquoi, quand on fait chauffer de la soupe, les bulles peuvent-elles faire gonfler la soupe au point de la faire déborder, alors que cela ne se produit pas avec de l'eau pure ?

La première chose à faire, néanmoins, c'est de vérifier si le four à micro-ondes et le sucre ont vraiment un effet particulier. J'ai donc fait chauffer de l'eau sur ma cuisinière électrique, dans une cafetière en verre, de façon à pouvoir bien observer tout ce qui se passait. En même temps, je mesurais la température de l'eau avec un thermomètre de cuisine ; cette mesure, même en brassant l'eau, est assez approximative, parce que l'eau est toujours plus chaude près du fond de la cafetière, qui est en contact avec l'élément chauffant.



Dès que l'eau commence à se réchauffer, vers 25-30 °C, le fond de la cafetière se couvre de petites bulles, d'un diamètre inférieur à un millimètre. Certaines de ces bulles se détachent et montent à la surface, où elles peuvent rester quelques secondes avant d'éclater. Ce sont des bulles d'air, et non des bulles de vapeur. En effet, la solubilité d'un gaz dans un liquide diminue quand la température augmente, car l'énergie cinétique accrue des molécules de gaz hausse leurs chances de s'échapper du liquide. L'attraction des molécules de gaz entre elles fait qu'une molécule passe plus facilement du liquide vers l'intérieur d'une microbulle que d'une bulle au liquide ; en conséquence, la solubilité du gaz diminue, et des bulles se forment et grossissent. Ainsi, un litre d'eau peut contenir 31 ml d'oxygène à 20 °C, mais il n'en contient plus que 18 ml à 80 °C. L'eau qui a déjà été chauffée contient peu d'air, et il s'y forme moins de bulles d'air.

Cette solubilité amoindrie explique en partie pourquoi les bulles d'air se forment plutôt au fond du récipient : c'est là que l'eau, en contact avec le fond de la cafetière, est le plus chaude. Mais, surtout, le fond est parsemé de minuscules fissures, cavités et saletés. Les microscopiques poches d'air retenues par ces irrégularités

servent de noyaux de condensation pour les bulles.

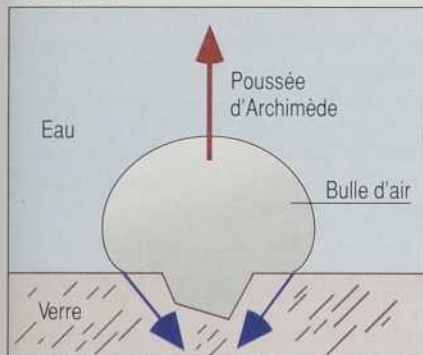
LA POUSSÉE D'ARCHIMÈDE

Car les bulles ne se forment pas spontanément dans les liquides. Pour qu'une bulle et une interface liquide-gaz naissent, il faut une pression locale et une température très grandes. Les petites poches d'air du fond permettent donc aux molécules de gaz de se libérer plus facilement du liquide ; ce processus est favorisé par le fait qu'il nécessite moins d'énergie que la formation spontanée.

La poussée d'Archimède tend à faire monter les bulles, car la pression exercée vers le haut par l'eau qui est sous une bulle est plus grande que la pression vers le bas exercée par l'eau se trouvant au-dessus ; la force vers le haut qui en résulte dépasse la faible poids des bulles. Toutefois, la bulle est initialement retenue au fond par la tension superficielle, à l'interface entre l'eau et l'air. Cette force est l'expression macroscopique des interactions entre les molécules d'eau au voisinage de l'interface.

En grossissant, les bulles d'air finissent par se détacher du fond du récipient. C'est que la différence de pression, et donc la

poussée d'Archimède, augmente avec le volume de la bulle et finit par dépasser la tension superficielle qui, elle, diminue quand le rayon de courbure de la bulle augmente. La bulle quitte alors le fond et monte à la surface.



Forces vers le bas provoquées par la tension superficielle et l'adhésion de l'eau au fond

Continuons à chauffer notre cafetière. Vers 75 °C, on n'observe presque plus de bulles d'air. La température de l'eau du fond augmente ; moins dense, cette eau s'élève par convection pour être remplacée par une autre, plus froide, qui sera réchauffée à son tour. Vers 80-85 °C, il se dégage déjà de la vapeur à la surface de l'eau : même s'il n'y a pas ébullition, un nombre substantiel de molécules d'eau ont assez d'énergie pour quitter le liquide.

LA CHUTE DU SUCRE

Près du fond, l'eau finit par atteindre une température proche de 100 °C, ou même supérieure : on dit alors que l'eau est surchauffée. Des bulles de vapeur se forment, meurent, se reforment, grossissent, puis quittent le fond. En montant, les premières bulles se condensent dans l'eau située au-dessus, qui est plus froide, et disparaissent avec un bruit que l'on décrit savoureusement en disant que l'eau « chante ». Ce n'est que quand l'eau sera devenue très chaude partout dans la cafetière que les bulles pourront atteindre la surface, où elles éclateront et libéreront leur vapeur.

Quand toute l'eau approche les 100 °C, elle frémit, puis bouillonne franchement ; presque toutes les bulles atteignent alors la surface. C'est à ce moment que j'ai retiré la cafetière du feu ; comme lorsqu'on sort une tasse d'eau du four à micro-ondes, l'ébullition s'arrête presque aussitôt. Il a alors suffi de saupoudrer un peu de sucre (ça fonctionne aussi avec du sel) dans l'eau pour déclencher la montée soudaine d'une myriade de bulles, grosses et petites.

Peut-être les bulles sont-elles produites principalement par l'air que le sucre entraîne avec lui en s'enfonçant dans l'eau.

Pour vérifier, il n'y a qu'à saupoudrer du sucre dans une tasse d'eau froide. Mais aucune bulle n'apparaît. Ce sont donc bien des *bulles de vapeur*, qui se forment dans l'eau chaude. Comme dans les microcavités, les microscopiques poches d'air retenues (« adsorbées ») à la surface des cristaux de sucre servent de noyau de condensation : elles favorisent la vaporisation de l'eau et la formation de bulles. De plus, la chute du sucre entraîne des turbulences qui provoquent des réductions locales de pression, ce qui favorise le regroupement des molécules de gaz et la formation de bulles.

J'ai également fait l'expérience avec une cuillerée d'eau froide, et le résultat fut le même : une flopée de belles bulles ! Cet essai montre que ce qui stimule la formation des bulles, c'est la présence de microbulles d'air dans l'eau, et non pas les irrégularités des cristaux telles quelles, comme on le prétend parfois. Cela montre également qu'à peu près n'importe quoi peut provoquer la formation de bulles dans de l'eau chaude.

EN ZIGZAG, EN SPIRALE, EN LIGNE DROITE

La forme des bulles varie selon leur grosseur et leur mouvement, qu'il est toutefois difficile d'observer dans une simple cafetière... Les petites bulles, d'un diamètre inférieur à un millimètre, sont à peu près sphériques et montent en ligne droite. Les bulles moyennes, jusqu'à environ 3 mm, sont un peu aplaties et s'élèvent en zigzag ou en spirale. Enfin, les grosses bulles sont de forme irrégulière, mais montent également en ligne droite.

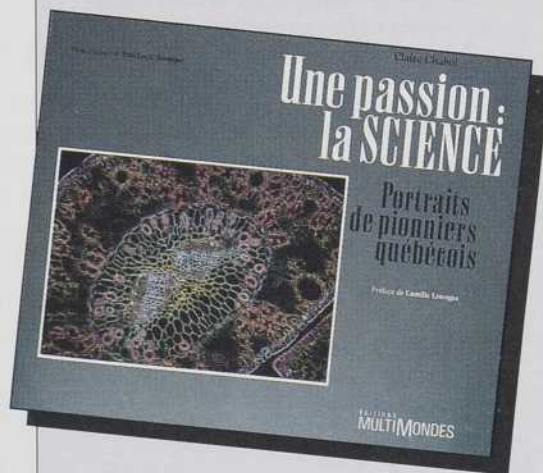
Arrivées à la surface, les bulles éclatent après un temps variable, les plus grosses plus vite que les petites. L'eau qui forme les parois d'une bulle s'écoule sous l'action de la gravité, les parois s'amincissent, et la bulle éclate sous l'effet de la pression interne, à la moindre petite perturbation, turbulence ou augmentation locale de pression, généralement à son sommet. La tension superficielle cherche alors à niveler la surface de l'eau, ce qui a pour conséquence de faire jaillir une minuscule colonne d'eau, qui éclate souvent en gouttelettes. Les grosses bulles éclatent plus vite parce que la tension est plus grande dans leur portion supérieure, en raison du poids des parois.

Pourquoi certains potages ou le lait débordent-ils facilement de la casserole quand on les fait trop chauffer ? Jacques Prud'homme, professeur de chimie à l'Université de Montréal, explique que la tension superficielle de ces « solutions » est plus faible que celle de l'eau, ce qui favorise la formation de bulles et de mousses. L'eau savonneuse mousse, justement, parce que les molécules de savon, alignées à la surface de l'eau, réduisent aussi la tension superficielle.

Il est probable, dans le cas des soupes et du lait, que les interactions entre les protéines, les lipides et les molécules d'eau renforcent les parois des bulles. De plus, ces liquides sont plus visqueux et s'écoulent lentement : les parois s'amincissent donc moins vite.

Là-dessus, j'ai envie d'aller me préparer une tasse de thé. Et de la boire avec une paille... pour le plaisir de faire des bulles.

CONCOURS • CONCOURS • CONCOURS



SENTIR LA SOUPE CHAUDE

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

La question est :
Quand on marche en transportant un bol de soupe, c'est presque inévitable, la soupe va et vient dans le bol et risque de déborder. Pourquoi est-il si difficile de marcher sans que la soupe oscille ?

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

REFAIRE LE MONDE

Le logiciel SimEarth - The Living Planet montre l'évolution probable de la vie sur Terre et permet surtout à l'utilisateur de reprendre le processus de création de notre planète. Basé sur l'hypothèse Gaïa, théorie de l'évolution qui voit la Terre et tout ce qui l'habite comme un gigantesque organisme vivant, le logiciel permet notamment d'agir sur les processus climatiques, végétatifs et géologiques qui ont façonné l'environnement. Au nombre de ses interventions, l'utilisateur peut, par exemple, ralentir l'évolution d'une espèce animale qui se multiplierait trop rapidement. Dans ce programme informatique, l'intelligence peut aussi bien être l'apanage du dauphin ou de l'araignée que de l'humain. Mais jouer au Créateur n'est pas une mince tâche...

DES PLATES-FORMES PAS TRÈS PLATES

Dans le golfe du Mexique, à plus de 160 km des côtes de la Louisiane et du Texas, les réserves de pétrole sont estimées à 36 milliards de barils. La découverte de nappes de pétrole se fait à l'aide de signaux de type sonar qui rebondissent sur le fond de la mer. La plus grande installation de forage du golfe est celle de la compagnie Shell ; haute de 162 étages, la majeure partie de la construction est immergée dans 412 m d'eau. À cause de la profondeur, la mise en place de telles installations nécessite des sous-marins miniatures et des véhicules télécommandés. Shell construit actuellement une « plate-forme » qui pourra forer à 872 m de profondeur. Par Neptune !

PASSÉ À GRANDE VITESSE OU LA RÉVOLUTION TGV

Depuis plus de sept ans, le train à très grande vitesse (TGV) français circule entre les villes de Paris et de Lyon. À 300 km/h, ce train brûle l'équivalent de 1,5 l de pétrole aux 100 km, *par passager*. Des clôtures protègent ses voies spéciales, et on trouve un franchissement en moyenne à chaque kilomètre. Dans une approche conciliant écologie et qualité de vie, la

LA JEUNE FILLE ET LA GRENOUILLE



En 1987, une adolescente américaine du nom de Jennifer Graham a refusé de disséquer une grenouille dans le cadre de son cours de biologie, prétextant qu'il s'agissait d'un geste cruel. L'incident eut des répercussions nationales, ce qui amena la mère de la jeune fille à mettre sur pied une ligne téléphonique spéciale, le 1-800-922-FROG. Ce service-conseil donne des explications appropriées aux étudiants sur le point de faire leur premier essai pratique en anatomie animale. Mme Graham suggère aussi des solutions de rechange à la dissection, entre autres la confection de modèles d'animaux et la simulation de dissections à l'ordinateur. Voilà qui fera le bonheur des grenouilles !

LE RÊVE DEVENU RÉALITÉ

Un Américain sur 12 ferait de véritables rêves prémonitoires. Telle est la conclusion à laquelle sont parvenus deux chercheurs des États-Unis, à la suite d'une enquête récente menée auprès de 433 collégiens. Des 67 % de répondants ayant affirmé avoir eu de tels rêves, 8,8 % ont offert une telle précision de détails qu'il ne pouvait s'agir de coïncidences. Dans l'un de ces cas, la personne, qui avait rêvé qu'elle avait été le témoin d'un vol de banque, vécut effectivement cette situation deux jours plus tard. Le rêve américain a bien changé.

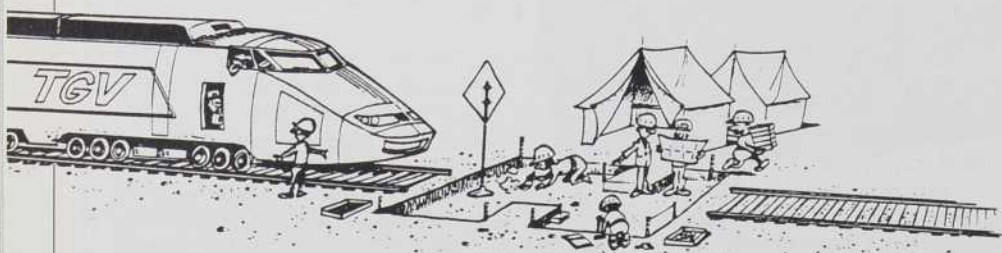
ON NE FERA PAS DE VIEUX OS

Depuis 150 ans, l'espérance de vie est passée de 40 à 75 ans dans les pays développés. Or, selon une étude américaine récente, les augmentations rapides de la longévité humaine seraient maintenant chose du passé. Les chercheurs croient d'ailleurs bien improbable que l'espérance de vie moyenne puisse dépasser de beaucoup l'âge de 85 ans, si jamais la science parvenait à éliminer les maladies cardiaques et le cancer, qui causent la moitié des décès aux États-Unis. Ce n'est donc pas demain qu'on battra le record du grand-père de Noé, Mathusalem, qui vécut jusqu'à 969 ans...

LE BRUIT OMNIPRÉSENT



Le silence absolu existe-t-il ? Il semble que non, la meilleure des chambres insonorisées laissant filtrer des sons variant de 6 à 10 décibels. Dans les déserts, reconnus pourtant comme les lieux les plus calmes au monde, on entend un bruit de 20 décibels. Les sons deviennent dangereux pour l'oreille humaine à compter de 100 décibels. Ce niveau est atteint, par exemple, par une machine comme le marteau piqueur. Certaines discothèques atteignent même un niveau sonore de 105 décibels. En aéronautique, un turboréacteur peut produire jusqu'à 130 décibels. Mais le bruit le plus fort survient au décollage de la fusée Ariane : 180 décibels !



*Joignez-vous à l'équipe des représentants
de la Fondation Québec Science.*

**La Fondation Québec Science est à la recherche de représentants
et représentantes pour la vente de cartes de membres.**

- Vous aimeriez travailler à temps partiel ou à temps plein dans la région où vous demeurez ?
- Vous avez de la facilité dans les contacts interpersonnels ?
- Vous êtes dynamique et autonome ?
- Vous voulez faire preuve d'initiative ?
- Vous avez le sens de l'organisation ?
- Vous cherchez une rémunération juste pour les efforts que vous voulez consentir ?

Joignez-vous à l'équipe de la Fondation Québec Science.

Vous recevrez des commissions généreuses pour votre dévouement. Faites parvenir, à l'adresse qui suit, votre *curriculum vitae* et une lettre d'environ 200 mots expliquant les motifs qui font que vous désirez travailler pour la *Fondation Québec Science*. Indiquez aussi les objectifs de vente de cartes de membres que vous comptez atteindre dans votre région et de quelle manière vous pourrez y parvenir.

QUÉBEC SCIENCE
Direction des ventes
C.P. 250, Sillery (Québec)
G1T 2R1

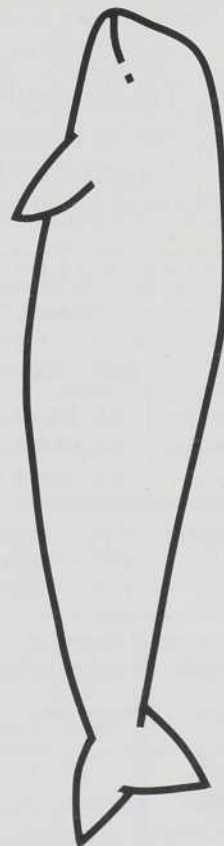
GAGNEZ UN SÉJOUR

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

Si vous avez acheté ce magazine chez un détaillant, remplissez le coupon ci-dessous, puis découpez et remettez-lui cette annonce complète (les fac-similés ne sont pas acceptés). Vous courrez ainsi la chance de gagner une fin de semaine pour deux à l'hôtel Tadoussac au cours de laquelle vous aurez l'occasion d'aller observer les baleines à l'embouchure du Saguenay.

Sauvez un béluga !

La vente de ce numéro de *Québec Science* et votre participation à ce concours rendront possible l'achat d'un béluga par les agents distributeurs de *Québec Science*, en collaboration avec les Messageries Dynamiques. À partir du mois de juin, vous pourrez constater sur la silhouette ci-contre la progression des résultats visant le sauvetage de ce béluga.



Estampe du détaillant

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

Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Code postal _____ Tél. (____) _____

Cochez si vous désirez des renseignements
sur la *Fondation Québec Science*

Route

PROFITEZ DE NOS OFFRES SPÉCIALES

1. SI VOUS DEVENEZ MEMBRE

Une offre qui s'applique en MAI SEULEMENT.

Si, au cours du mois de mai, vous devenez membre de la *Fondation Québec Science*, vous recevrez GRATUITEMENT le livre

PATIENCE DANS L'AZUR l'évolution cosmique de Hubert Reeves, véritable magicien de la vulgarisation scientifique.

Un livre de plus de 300 pages, vendu à 200 000 exemplaires, où sous vos yeux 15 milliards d'années d'évolution se déroulent.

Une valeur de 18,95 \$

De plus, si vous n'êtes pas déjà abonné(e), vous recevrez GRATUITEMENT les numéros de février, mars et avril de *Québec Science* pour prendre connaissance des nombreux spéciaux réservés exclusivement aux membres et pouvoir ainsi en profiter.

GRATUIT



Un reçu de charité couvrant environ la moitié des frais d'inscription comme mentionné sera émis à votre nom par la *Fondation Québec Science*.

2. SI VOUS ÊTES DÉJÀ ABONNÉ(E)

En plus de vous faire profiter de l'offre de livre GRATUIT lorsque vous devenez membre, *Québec Science* ajoute une autre offre spéciale pour ceux qui se sont abonnés avant le 1^{er} février 1991, en considération de leur grande fidélité.

Si vous êtes de ceux-là, en prolongeant votre abonnement actuel d'un an ou plus, au tarif de membre, vous devenez **immédiatement** membre de la *Fondation Québec Science* et pourrez ainsi profiter de tous les avantages accordés aux membres (voir page 4).

Remplissez le coupon ci-dessous

N.B.

Les escomptes de 10 à 50 % offerts exclusivement aux membres de la *Fondation Québec Science* sur les produits et services annoncés dans les numéros passés de *Québec Science* s'appliquent toujours au mois de mai, en plus de ceux annoncés dans le présent numéro.

TARIFS QUÉBEC SCIENCE

	MEMBRE		ABONNÉ	
	Base	avec TPS	Base	avec TPS
3 ans (30 n ^{os})	135 \$	139,76 \$ <input type="checkbox"/>	68 \$	72,76 \$ <input type="checkbox"/>
2 ans (20 n ^{os})	98 \$	101,43 \$ <input type="checkbox"/>	49 \$	52,43 \$ <input type="checkbox"/>
1 an (10 n ^{os})	55 \$	56,96 \$ <input type="checkbox"/>	28 \$	29,96 \$ <input type="checkbox"/>
RELIURES:	1 <input type="checkbox"/>	8,66 \$ (taxes incluses)		
	3 <input type="checkbox"/>	21,37 \$ (taxes incluses)		
	5 <input type="checkbox"/>	31,20 \$ (taxes incluses)		

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

Chèque Mandat postal Visa MasterCard

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

N^o de carte _____

Date d'expiration _____

Signature _____

- Veuillez m'inscrire comme membre de la *Fondation Québec Science*
- CADEAU: veuillez inscrire comme membre de la *Fondation Québec Science* la personne suivante:
- Veuillez m'inscrire comme abonné régulier
- Veuillez m'expédier _____ reliures

NOM

SEXE: M F

PRÉNOM

NUMÉRO

RUE

APP.

PROFESSION

VILLE

TÉLÉPHONE

PROVINCE

CODE POSTAL

Si vous offrez une carte de membre de la *Fondation Québec Science* en cadeau, veuillez fournir vos coordonnées:

NOM _____

ADRESSE _____

Détachez et expédiez à QUÉBEC SCIENCE, C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1 Téléphone: (418) 657-3551 poste 2854 • Télécopieur: (418) 657-2096

À l'occasion du mois de l'environnement, la chronique du livre vous présente deux ouvrages qui contribueront certes à enrichir votre bagage d'informations sur les sciences écologiques et l'environnement.



BRODHAG, CHRISTIAN
Objectif Terre.
Les Verts, de l'écologie à la politique

Éditions du Félin, Paris
1990, 325 pages, 34,95 \$
ISBN 2-86645-079-5

L'ouvrage de Christian Brodhag est un petit traité sur la science écologique. Un traité à la fois théorique et pratique. Dans une première partie, l'auteur esquisse à grands traits une histoire de l'écologie avant de décrire la nature de cette science complexe et englobante. Car l'écologie est une science à part qui intègre au lieu de séparer, qui réunit au lieu de diviser. Elle a pour objet l'étude du groupe humain, pris dans son ensemble, dans ses divers éléments et dans ses rapports avec le reste de la nature. Elle étudie les interrelations de la trilogie irréductible de l'écologie : l'individu, l'espèce et son milieu de vie.

L'ouvrage n'est pas pour autant uniquement de type théorique. Il vise le changement des mentalités et des comportements nocifs envers la planète Terre. La deuxième partie présente des solutions aux problèmes de l'eau, de la pollution atmosphérique, des déchets et de l'aménagement du territoire et des transports. L'auteur

démontre la nécessité d'attaquer les problèmes à la racine et de mobiliser l'ensemble de la société pour assurer le mieux-être écologique de la terre.

Dans cette lutte pour la survie, Christian Brodhag fait appel, dans une troisième partie, à la conscience internationale, aux divers partis politiques et à l'État, qui doit repenser son rôle. Le parti des Verts, en particulier, est considéré comme le ferment qui incitera les acteurs politiques à s'engager dans une véritable révolution culturelle.

Cet ouvrage remarquable intéressera certes les spécialistes du domaine et les lecteurs sensibles à la protection de l'environnement.

Christian Brodhag, ingénieur, chercheur et professeur, est reconnu en France comme un des pionniers du mouvement vert.

PERUTZ, MAX
La science est-elle nécessaire ?

Éditions Odile Jacob, Paris
1991, 302 pages, 57,95 \$
ISBN 2-7381-0085-6

La recherche scientifique est-elle la plus noble entreprise de l'esprit humain pour améliorer notre qualité de vie ou est-elle un balai de sorcière qui menace de nous détruire? Telle est l'interrogation que pose Max Perutz aux lecteurs dès le début de son ouvrage.

L'auteur y répond positivement en deux volets, le premier dans un essai magistral sur la nécessité de la science, le deuxième en brossant le portrait de quelques grands scientifiques qui ont enrichi notre monde par leurs découvertes scientifiques.

Max Perutz en est convaincu : la science a vraiment changé le monde et les scientifiques ont modifié notre vie d'une façon plus radicale que les stars de télévision, les hommes d'États et les généraux militaires. Dans son premier essai, il démontre les bienfaits de la science dans le domaine de la production alimentaire, de la santé et de l'énergie. La

science, en effet, a révolutionné l'agriculture et multiplié par deux la production mondiale de céréales, ces dernières années. Elle a repoussé les frontières de la mort en triomphant des maladies infectieuses et en majorant l'espérance de vie de plus de dix ans depuis le siècle dernier. Elle a trouvé de nouvelles réserves mondiales en carburants fossiles et créé de nouvelles sources d'énergie renouvelables. Malgré les effets néfastes de ces découvertes sur l'environnement, l'auteur constate, en dernier lieu, que le bilan d'ensemble est positif et que c'est encore la science qui viendra à la rescousse d'une écologie qui a de la difficulté à s'implanter.

Il prouve encore les grandeurs de la science par les hommes éminents qui l'ont illustrée : Alexander Fleming, le découvreur de la pénicilline, Rutherford, le père de l'âge atomique, Max Planck, l'auteur de la théorie

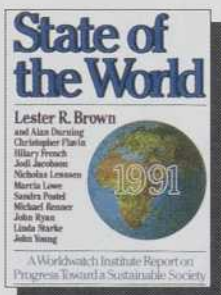
quantique, Jim Watson, le promoteur de l'ADN, François Jacob, le découvreur de l'opéron, et il aurait pu parler de sa propre découverte sur la structure de l'hémoglobine, qui lui a valu le Prix Nobel de chimie en 1962.

La science est-elle nécessaire ? est donc un livre à lire tant par la qualité de son contenu que par la simplicité de son style. L'ouvrage, en effet, se lit avec intérêt et saura certes plaire aux amateurs de science et de technologie.

Max Perutz, docteur ès sciences, fut prisonnier de guerre au Canada dans les années 40 où il connut Klaus Fuchs, accusé plus tard de transmettre des informations secrètes aux Russes sur la bombe atomique. Biologiste moléculaire, l'auteur collabore régulièrement à des revues et journaux scientifiques et fait partie de la Royal Society et de l'Académie américaine des sciences.

À S I G N A L E R

BROWN, LESTER R.
State of the World 1991
W. W. Norton, New York
1991, 272 pages, 12,95 \$
ISBN 0-393-30733-6



Comment parvenir à un développement économique qui ne détruit pas les ressources naturelles et les systèmes environnementaux dont il dépend? Pour répondre à cette question, le Worldwatch Institute analyse les solutions qui s'offrent pour restaurer la santé de la planète, et présente des moyens de produire l'énergie et les biens nécessaires en préservant les ressources de base pour les générations futures. (La traduction française, à paraître chez Économica, sera disponible en juin prochain.)

FAUCHEUX, SYLVIE ET NOËL, JEAN-FRANÇOIS
Les menaces globales sur l'environnement
La Découverte,
coll. « Repères », Paris
1990, 128 pages, 13,95 \$
ISBN 2-7071-1969-5

Pluies acides, diminution de l'ozone stratosphérique, effet de serre : Quelles sont les caractéristiques de ces menaces globales sur l'environnement? Existe-t-il un consensus sur leur existence, leur ampleur et leurs conséquences? Qui décide vraiment et où en est la concertation internationale? À quelles conditions le développement soutenable est-il possible? Pourquoi les menaces globales sur l'environnement



remettent-elles en cause la théorie économique conventionnelle?

UNE VIE MARINE INATTENDUE... (Robert La Salle)

Photographe sous-marin, Robert La Salle explore le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent depuis 1981. Il nous invite à plonger avec lui pour admirer, dans toute leur diversité, la faune et la flore sous-marines, telles qu'elles s'offrent aux yeux du plongeur.



BONJOUR, LES VACANCES ! (Jeanne Morazain)

S'engouffrer dans une grotte ou une caverne ? Marcher, par monts et par vaux, de Kingsbury, près de Windsor, jusqu'à la frontière du Vermont ? Suivre la route québécoise des vins, qui chevauche l'Estrie et la Montérégie ? En plus de ces destinations spéciales, on peut également suivre Jeanne Morazain dans les jardins orientaux du Jardin botanique de la Ville de Montréal ou au Parc floral de l'île Notre-Dame... en attendant l'ouverture du Biodôme.



LA MÉDECINE NUCLÉAIRE ET LE CERVEAU (Marie-Noëlle Delatte)

En cette décennie du cerveau, Marie-Noëlle Delatte s'est intéressée aux développements de la neurologie et de la psychiatrie réalisés grâce à la médecine nucléaire. Le marquage des neurotransmetteurs est déjà une réalité et permet d'identifier le site de certaines maladies. C'est ainsi qu'on pourra déterminer plus facilement si la maladie mentale est liée à un facteur biochimique ou à un facteur psychologique pur.

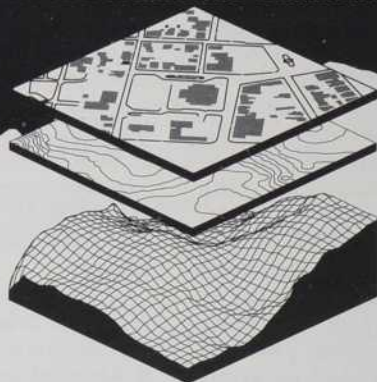
AVIS IMPORTANT AUX MEMBRES

En juin, surveillez
votre numéro de *Québec Science*
et préparez-vous à vivre les plaisirs
de l'été !



Québec Science vous proposera
à cette occasion différents modèles de bicyclettes,
dans des tailles variées, à des prix auxquels vous ne pourrez résister.
Préparez-vous ! Devenez membre immédiatement,
si vous ne l'êtes déjà, en complétant le coupon au bas de la page 48.

LOGICIELS ET APPLICATIONS SCIENTIFIQUES INC.



UN ALLIÉ SÛR, POUR LA GESTION DES RESSOURCES!

Des outils informatiques
appliqués aux sciences
telles que l'environnement,
l'aménagement, la foresterie,
l'ingénierie et l'urbanisme.
Une technologie d'avant-
garde adaptée aux budgets
d'aujourd'hui.

**Système d'information
Géographique**
Logiciels sur mesure
Base de données
Modélisation
Simulation visuelle



**Logiciels et Applications
Scientifiques Inc.**
2713, rue Beaubien est
Montréal, QC H1Y 1H1
Fax: (514) 727-8236
Tél: (514) 727-8055



**ATTENTION
- PLANÈTE
FRAGILE**



POUR RÉPONDRE AUX GRANDES QUESTIONS, IL FAUT POSER DE GRANDS GESTES.

Il y a 50 ans, nos prédécesseurs étaient fiers de leurs usines. Les Québécois aussi. À l'avenir, certaines répondront de plus en plus difficilement aux attentes environnementales.

Dans les prochaines décennies, elles seront démolies ou modernisées. Le processus de reconstruction est enclenché. L'investissement requis: plus de 3 milliards \$. Mais au-delà des dollars, il y a une politique. Non seulement corrective mais préventive. De l'utilisation réfléchie des matières premières et de l'énergie jusqu'au recyclage du produit fini, Alcan s'impose des normes environnementales rigoureuses.

Cette façon d'agir est le propre d'Alcan. Elle trace la voie d'une évolution sensible. Elle est surtout le signe manifeste de son engagement et du sens de la direction qui l'anime.

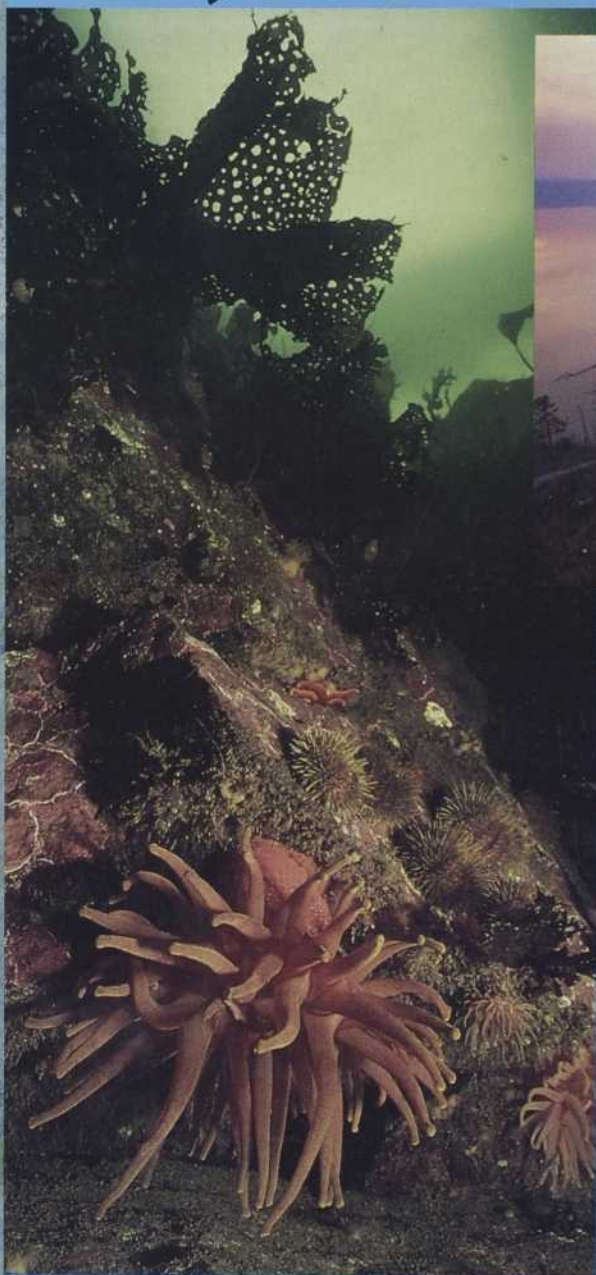
**ALCAN.
UNE FORCE SENSIBLE.**



LES BATT

LE PARC MARIN DU SAGUENAY

Profondément mystérieux!



Un environnement marin unique à la rencontre du Saguenay et du Saint-Laurent. Laissez-vous éblouir par les beautés du fjord et du fleuve, la présence des nombreux mammifères marins et la richesse de la mystérieuse vie marine...

PARC
MARIN
du
SAGUENAY
MARINE
PARK



Environnement Canada
Service des parcs

Environment Canada
Parks Service

Canada 