

Quebec

Experiences nucleaires : des citoyens copayés

Volume 32, numéro 6
Mars 1994, 3,45 \$

Science

Jeux de pouvoir

Homosexualité

Entraide

Agression

Hierarchie sociale

Nos points

Communs avec

LES PRIMATES

ÉNERGIE

LA FIN

DES GRANDS

BARRAGES ?



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



50 ans au fil de l'eau

Hydro-Québec a 50 ans ! Force de l'âge et vigueur de la jeunesse.

Depuis 50 ans, Hydro-Québec pousse toujours plus loin son savoir-faire en hydro-électricité pour accroître le bien-être de ses clients et la vitalité de leurs entreprises. Et ce, dans le plus grand respect de la nature. C'est ainsi qu'aujourd'hui, elle se classe parmi les chefs de file mondiaux du développement durable.

À l'occasion de cet anniversaire, Hydro-Québec remercie tous ses partenaires économiques et ses clients à qui elle renouvelle son engagement d'efficacité et de service.



Hydro-Québec

Le meilleur de nous-mêmes

50 ans d'énergie



L'AVENIR NOUS TRANSPORTE.

À l'aube du prochain millénaire, les impératifs économiques, sociaux et politiques convergent tous vers un même point : un développement durable et responsable.



Les instances gouvernementales exigent désormais des fabricants automobiles des produits moins lourds et, surtout, moins lourds de conséquences. Léger, durable, recyclable et résistant à la corrosion, l'aluminium peut être utilisé efficacement tant dans la structure que dans les panneaux extérieurs des véhicules. Deux fois plus léger que l'acier, il permet aussi aux fabricants de construire des automobiles qui consomment moins d'essence et émettent moins de gaz d'échappement.

Aujourd'hui, tous les fabricants automobiles reconnaissent les avantages de l'aluminium. Alcan a d'ailleurs établi trois centres de génie appliqué pour l'industrie de l'automobile en Europe, aux États-Unis et au Japon qui, de pair avec les constructeurs, se sont consacrés aux applications de l'aluminium dans le secteur du transport de même qu'au développement de véhicules entièrement recyclables.

Pour Alcan, cette façon de faire trace la voie du développement durable. C'est aussi le signe manifeste du bon sens en affaires.

ALCAN

Incohérence

C'est par camion qu'Hydro-Québec nous a fait livrer son rapport d'avant-projet du Complexe Grande-Baleine. Par camion, car ce rapport pèse 50 kilos. C'est ce que les Québécois exigent de leur société d'État : qui veut toucher aux rivières doit maintenant mettre des gants blancs et faire ses devoirs. Nous avons ainsi investi 400 millions de dollars pour analyser le projet, pour identifier les problèmes, pour trouver des solutions, pour produire des rapports, pour tenir des audiences publiques, puis éventuellement pour prendre une décision...

Voilà qui est complètement incohérent. Pas à cause des 400 millions que nous avons investis pour analyser le projet de Grande-Baleine. Mais à cause des 400 millions de dollars que nous n'avons pas investis pour analyser la politique énergétique derrière Grande-Baleine, Sainte-Marguerite, la cogénération, les petites centrales, l'éventuel parc d'éoliennes... A-t-on diffusé un rapport d'avant-projet de 50 kilos avant de réduire les prix de l'électricité pour attirer ici des industries particulièrement énergivores comme les alumineries ? Non. Pourtant, sans ce système de prix, le projet de Grande-Baleine devient inutile.

On a justifié cette décision d'attirer de telles industries par la création d'emplois. Mais combien chaque emploi nous coûtera-t-il ? Et d'autres types d'industries peuvent-elles créer plus d'emplois avec les mêmes fonds publics ?

Bref, la politique énergétique du Québec a été décidée sans analyse approfondie et impartiale. Sans véritable débat public. Sans preuve que les stratégies retenues sont vraiment rentables, voire simplement acceptables pour les Québécois en général et les Autochtones en particulier. L'avenir énergétique du Québec a simplement été décidé dans un *bunker* ministériel. En secret. Comme si les politiciens — peu importe le parti — avaient la confiance des gens qui les élisent.

On exige d'Hydro-Québec 50 kilos de rapport avant de choisir comment augmenter la production d'électricité. Pourquoi ne pas avoir la même exigence envers le Conseil des ministres quand il oblige la société d'État à augmenter la production ?

Il n'est pas trop tard pour tenir un véritable débat public sur l'énergie. Ni sur la façon dont nos élus prennent les décisions.

Étienne Denis

Chroniques



44
Livres

46
Histoires de science
Peu de gens le savent, mais c'est à Montréal qu'Ernest Rutherford a élaboré son modèle atomique pour lequel il a obtenu un prix Nobel.
Par Danielle Ouellet

48
La dimension cachée
Quelle est la force mystérieuse qui, dans des conditions parfaites, fait tourbillonner l'eau toujours dans le même sens ?
Par Raynald Pepin

50
Opinion
Entre la volonté d'aide aux pays pauvres et la réalité, il y a un monde.
Par Albert Nantel

Actualités



7
Guerre froide
Les citoyens cobayes

8
Morue
La génération décimée

9
Pêche
Élever les poissons

10
Plus solide que le diamant ?

10
Record de supraconductivité

12
Conquête de l'Amérique
La capitaine a-t-il berné la reine ?



Primatologie



18 Entrevue avec Bernard Chapais Nos points communs avec les primates

Sexe, mensonge et politique... Pour mieux comprendre les hommes, il faut étudier les primates.



14 Thermalisme et thalassothérapie Jeter son argent à l'eau ?

Bains d'eau chaude, de boue... Les effets thérapeutiques sont-ils réels ?

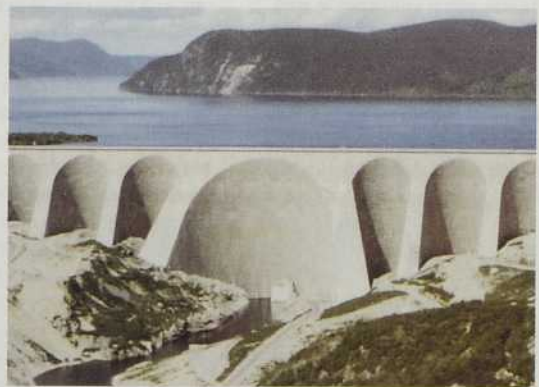
40 Aspirine De trop bons résultats

43 Génie des matériaux Recycler l'irrecyclable

Dossier énergie

L'énergie au Québec

La fin des grands barrages ?



Le vent a tourné.

Les projets de Grande-Baleine et de Sainte-Marguerite sont incertains. Avons-nous vraiment besoin de ces grands barrages ?

26

La fin des grands barrages ?

28

Les éléments du débat

31

Sainte-Marguerite ou Sainte-Efficacité ?

36

L'électricité privée

38

La grande désillusion

Femmes et technologie

Pour la première fois, j'ai été choquée de lire un article de *Québec Science* : « Femmes et technologie : pourquoi le malaise ? » (décembre 1993-janvier 1994). Globalement, les auteurs de cet article prétendent que les filles ne sont intrinsèquement pas faites pour les métiers et les études scientifiques ou techniques. Je suis totalement en désaccord avec cette affirmation. Je crois plutôt que la seule raison qui fait que peu de filles se lancent dans ces disciplines est que leur milieu les décourage à le faire. Votre article a quand même le mérite de mentionner également ce point, mais comme une idée secondaire, alors que, selon moi, c'est le seul vrai problème.

Les études dont vous faites état dans l'article sont basées sur des opinions et des statistiques et non sur des faits. En effet, ce n'est pas parce qu'une bonne partie de la population croit que les filles sont moins douées que les garçons pour les sciences que cela doit être vrai. Et si, même aujourd'hui, peu de filles choisissent les sciences, ce n'est pas parce qu'elles ne sont pas faites pour ça. Or, il apparaît clairement dans l'article que les auteurs ne connaissent pas réellement le domaine des sciences et de la technologie, et les gens qui y sont impliqués, et qu'elles ont pris pour des faits démontrés scientifiquement ce qui ne sont que des opinions courantes dans la société dite moderne.

Aussi, votre article présentait l'explication la plus ridicule que je connaisse pour interpréter la forte proportion d'étudiantes en génie chimique : vous laissiez entendre que les filles étaient attirées par cette discipline à cause de ses applications dans l'industrie alimentaire ! Étudiante en génie chimique à l'École Polytechnique de Montréal, je fais partie des 45 % d'étudiants de cette discipline qui sont des femmes et je peux vous assurer qu'aucune femme que je connais (ni aucun homme, d'ailleurs) ne s'est dirigée dans ce domaine dans l'espoir de faire de la popote scientifique ! D'ailleurs, l'industrie alimentaire est très discrète : à l'université, jamais on n'en entend parler...

Enfin, je crois que la seule explication à la faible participation féminine dans les domaines scientifiques et technique est que la société actuelle a toute la misère du monde à se faire à l'idée que des femmes puissent choisir d'étudier et de travailler dans ces domaines traditionnellement masculins. Encore aujourd'hui, la plupart des gens ont peine à s'imaginer discuter avec une femme de mécanique, de phénomènes physiques ou chimiques ou encore des dernières découvertes scientifiques... Quand toutes ces pressions socio-psychologiques auront cessé (!), il sera temps d'étudier les aptitudes des filles et des garçons dans de tels domaines. Autrement, le débat est faux.

Mélanie Kahle, Laprairie,
future ingénieure

Je suis vraiment désolé que cet article vous ait choquée. À Québec Science, nous sommes convaincus que les femmes sont aussi douées que les hommes pour les sciences. Je ne crois donc pas que l'article prétendait « que les filles ne sont intrinsèquement pas faites » pour les sciences.

L'article démontre cependant que l'égalité du talent des femmes et des hommes n'est pas une évidence pour tout le monde. Il cite même des études — parmi les plus rigoureuses menées sur le comportement des femmes — qui concluent que de trop nombreuses filles se croient elles-mêmes moins douées, alors qu'elles sont tout aussi brillantes que les garçons qui les entourent. Vous conviendrez que cette situation doit changer, et c'est pour tenter de briser cette attitude défaitiste que nous avons publié ce reportage.

Pour ce qui est des auteures de l'article, j'aimerais préciser qu'elles ont chacune une maîtrise en sciences, l'une en médecine et l'autre en génie électrique. Le texte a d'ailleurs été révisé par une troisième personne — encore une femme — qui a une maîtrise en biologie moléculaire.

Étienne Denis
Rédacteur en chef

Je suis une finissante au cégep. Après avoir lu votre article « Pourquoi les femmes ont peur de la technologie ? », j'ai encore plus envie de poursuivre mes études en chimie à l'université. J'ai trouvé que cet article était très encourageant et réaliste. J'ai dit « encourageant » parce qu'il montre que nous, les femmes, sommes en partie responsables de la place que nous occupons actuellement dans le domaine scientifique. Nous devons montrer aux hommes que nous sommes, nous aussi, capables de réussir dans ce domaine. Pour y arriver, il faut se décider, oublier les préjugés, avoir de plus en plus confiance en nous-mêmes et surtout cesser de nous sous-estimer !

Hérika Marrugo, Montréal

Québec Science, nous le parcourons avec intérêt tous les mois.

Régent Séguin, Montréal

Donnez-nous vos commentaires !

Vous aimez, détestez, contestez un article de *Québec Science* ? Vous avez des commentaires et des suggestions sur le magazine ? Faites-nous le savoir. Écrivez-nous à l'adresse suivante, ou envoyez-nous une télécopie au (514) 843-4897.

Québec Science

425, rue De La Gauchetière Est
Montréal (Québec)
H2L 2M7

Québec Science



Publié par
La Revue Québec Science
425, rue De La Gauchetière Est,
Montréal, Québec,
H2L 2M7

DIRECTION

Directeur général : Michel Gauquelin
Adjointe administrative : Joan Lacasse

RÉDACTION

Rédacteur en chef : Étienne Denis

Comité de rédaction : Patrick Beaudin, Jean-Marc Fleury, Félix Maltais, Isabelle Montpetit, Gilles Parent, Sarah Perreault, Anne-Marie Simard, Pierre Sormany, René Vézina, Yanick Villedieu

Collaborateurs : Éric Bernatchez, Valérie Borde, René Caissy, Claire Chabot, Benoît Chapdelaine, Pierre Chastenay, Marie-Noëlle Delatte, Marie-Claude Ducas, Luc Dupont, Jean-Marc Fleury, Laurent Fontaine, Lyne Fréchet, Stéphane Gagné, Claude Laffeur, Raymond Lemieux, Claude Marcil, Isabelle Montpetit, Danielle Duelliet, Guy Paquin, Gilles Parent, Denyse Perreault, Raynald Pepin, Pedro Rodrigue, Anne-Marie Simard, René Vézina

Illustrateurs et photographes : Ève-Lucie Bourque,
Pierre-Paul Pariseau

Correction : Natalie Boulanger

PRODUCTION

Direction artistique : Normand Bastien
Séparation de couleurs, pelliculage électronique
et impression : Interweb

COMMERCIALISATION

Publicité : Jean Thibault, Nathalie Forget
Abonnements : Nicole Bédard
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

ABONNEMENTS

Tarifs (taxes incluses)	Au Canada	À l'étranger
1 an (10 numéros)	34,67 \$	43,00 \$
2 ans (20 numéros)	59,86 \$	75,00 \$
3 ans (30 numéros)	83,20 \$	105,00 \$
À l'unité	3,99 \$	4,50 \$
Groupe (10 ex./même adresse)	31,20 \$	Non disponible

Pour abonnement et changement d'adresse

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

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

Québec Science, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par la revue Québec Science. 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.

ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSES

Téléphone : (418) 657-4391

PUBLICITÉ

Téléphone : (514) 227-8414
Télécopieur : (514) 227-8995

RÉDACTION

Téléphone : (514) 843-6888
Télécopieur : (514) 843-4897

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
Premier trimestre 1994, ISSN-0021-6127
Répertorié dans *Point de repère* et dans l'*Index des périodiques canadiens*.

© Copyright 1994 — Le Revue Québec Science

Imprimé sur papier contenant 50 % de fibres recyclées et 40 % de fibres désencrées (post-consommation)

Québec Science reçoit l'aide financière du gouvernement du Québec (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.
Téléphone : (418) 627-8882

Actualités

Guerre froide

Les citoyens cobayes

Durant les années 40 et 50, les gouvernements soviétique et américain voulaient étudier l'impact destructeur des bombes. Leurs cobayes : leur propre armée et leur propre population.

par Isabelle Depocas

Le 14 septembre 1954, l'armée soviétique fait exploser une bombe A de 20 kilotonnes tout près de 45 000 soldats et près du village de Totskoye, dans l'Oural. Mobilisées pendant 24 heures à 3 kilomètres du site de l'explosion, les troupes soviétiques, composées en majeure partie de soldats de 20 ans et moins, exécutent diverses manœuvres militaires. Le but de ces exercices : examiner comment les humains et l'équipement résistent à une attaque nucléaire.

L'affaire est soigneusement étouffée. Un document signé par les cobayes les réduit au silence pendant 25 ans. Même passé ce délai, l'habitude du silence persiste, nourrie par l'inertie et l'indifférence des dirigeants face aux problèmes de santé causés par l'expérience.

Quarante ans plus tard, moins d'un pour cent des vétérans sont vivants; tous sont affligés de cancers ou de maux qui entraînent des incapacités graves. Ils exigent aujourd'hui reconnaissance. Seule compensation offerte depuis 1992 à ces vétérans : 50 roubles par mois, une somme dérisoire.

Par un curieux hasard, le fait

vaillaient sur un autre dossier sont tombés sur cette information, par ailleurs succincte et incomplète.

Cette nouvelle fait écho à une autre, qui relate le cas de malades en phase terminale, de prisonniers, de femmes enceintes et de déficients mentaux ayant été soumis à des expériences sur la radioactivité pour l'avancement de la recherche médicale entre les années 40 et 70. L'affaire ayant soulevé l'indignation de la population, le gouvernement américain promet une compensation aux victimes.

distinguer les maladies, difformités et incapacités générées par les nuages radioactifs de celles qui relèvent d'autres causes. Le département de l'Énergie se trouve donc dans de beaux draps.

Il ressort de toute cette histoire que, sous la menace d'une guerre imminente, les gouvernements — dictatoriaux ou démocratiques — cèdent à la peur et ne se laissent pas arrêter par des considérations d'ordre moral ou éthique lorsqu'il s'agit d'élaborer des stratégies de défense : ils n'hésitent pas à mettre gravement



Bisson / Orban / Sigma-Publicphoto

soviétique nous est révélé en même temps qu'un autre du même acabit : de ce côté-ci de l'Atlantique, nos voisins du sud ont tenu sous silence, pendant plus de 40 ans également, que le Pentagone a provoqué des explosions nucléaires dont les nuages radioactifs ont survolé militaires et civils. Le but de ces expérimentations : permettre aux États-Unis d'améliorer ses armes. Les résultats de ces « tests » devaient aussi permettre aux militaires américains de mieux comprendre les expériences soviétiques. C'est tout à fait accidentellement que des enquêteurs qui tra-

Devant cette promesse, le personnel militaire et les populations irradiés revendiquent à leur tour une compensation. Les autorités n'ont d'autre choix que de reconnaître le bien-fondé de ces réclamations. Résultat : elles se trouvent aujourd'hui submergées par les réclamations imprévues. Le département de l'Énergie estime qu'elles pourraient atteindre 300 millions de dollars.

Mais quelle somme d'argent peut compenser les dommages infligés à la santé des victimes ? Du reste, médicalement parlant, il n'est pas simple de

en danger une portion de leur population pour assurer les intérêts de l'ensemble. Si, dorénavant, il est pratiquement exclu que des populations fassent de nouveau l'objet d'expérimentations nucléaires, le risque qu'elles soient gravement lésées « pour le bénéfice de l'ensemble », sous une forme ou une autre, demeure. Dans un climat politique international en équilibre précaire, où, à moyen terme, une troisième guerre mondiale n'est malheureusement pas impossible, les populations peuvent s'inquiéter de ce que trament leurs dirigeants à leur insu. ●

Morue

Pour gérer la pêche efficacement, il faudrait aussi tenir compte de la reproduction de la morue.



Magella Chouinard / Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

La génération décimée

Problèmes de reproduction chez la morue ! La surpêche n'est pas seule à expliquer la baisse des stocks de poissons.

par Bernard Samson

Nos stocks de morue sont décimés et fermés à la pêche jusqu'à ce qu'ils soient reconstitués : « Cela pourrait prendre dix ans; peut-être même que les stocks ne se régénéreront jamais aux niveaux d'antan », affirme l'océanographe Louis Fortier. En attendant, l'équipe de ce professeur de l'Université Laval, en collaboration avec des spécialistes des universités McGill et Dalhousie, de Halifax, étudie la reproduction de la morue sur le banc de l'île de Sable, située à une soixantaine de milles au sud de la Nouvelle-Écosse.

Il s'intéresse aux facteurs qui déterminent le recrutement de la morue atlantique afin d'assurer une meilleure gestion des stocks. Une morue femelle — qui peut vivre une trentaine d'années; on a vu des spécimens de plus de 200 livres ! — pond un million d'œufs par année, et ce pen-

dant une dizaine, même une vingtaine d'années. « Lorsque le stock se maintient, sur ces 10 ou 20 millions d'œufs, seulement deux, en moyenne, attei-

gnent l'âge de la reproduction », dit Louis Fortier.

Mais les conditions qui prévalent au moment de la ponte des œufs peuvent influencer le succès de la reproduction de la morue par un facteur de 100 !

« Chez la morue comme chez tous les poissons, les chances de survie se jouent au cours des premiers stades de la vie, explique le chercheur. Quand nous connaissons les mécanismes qui déterminent le succès ou la faillite de la reproduction de la morue, nous pourrions gérer la pêche plus efficacement. » En effet, puisque les morues sont commercialisables dès l'âge de cinq ans...

Pour tenter de percer les mystères du recrutement de la *Gadus morhua*, l'équipe de scientifiques a balisé la zone de ponte du banc de l'île de Sable de 45 sites ou stations. Dans cette pouponnière, les œufs, les larves, puis les juvéniles se développent pendant près de deux mois avant de plonger au fond.

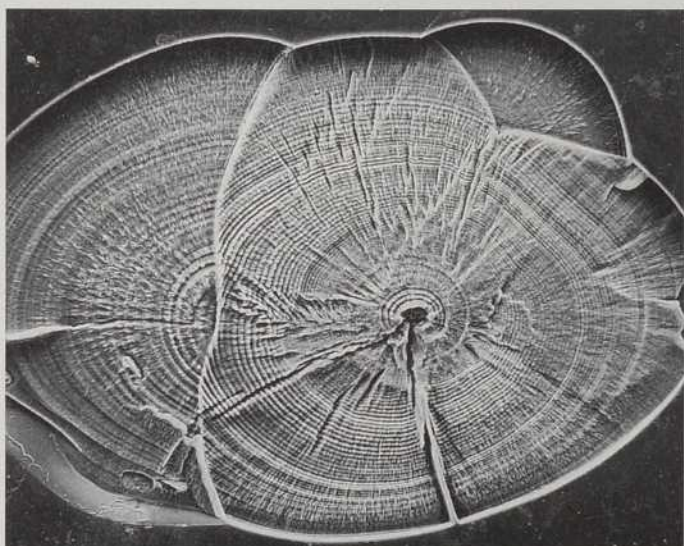
Pour recueillir les données, les chercheurs ont inspecté chaque station pendant 27 mois consécutifs, de mars 1991 à mai 1993. Chaque fois, à l'aide d'un chalut spécialement

conçu, ils ont mesuré la concentration des morues juvéniles, celle des larves et des œufs, et celle du micro-zooplancton, cette nourriture essentielle à la croissance des jeunes morues. Ils ont également mesuré la température et la salinité de l'eau, la profondeur à laquelle les spécimens étaient capturés...

Les inspections répétées sur le banc de l'île de Sable ont livré un premier secret. Historiquement, dans ce secteur, la ponte se produit de la fin septembre à mai. Les morues libèrent leurs œufs en deux cohortes distinctes entrecoupées par une césure en février. « Nous avons constaté que la ponte de printemps, celle qui se produit de la fin février à mai, est pratiquement disparue, dit Louis Fortier. Probablement parce que cette deuxième cohorte était produite par les gros spécimens qui ont été prélevés par la pêche. »

Deuxième trouvaille : la quasi totalité de la production de décembre et janvier 1991 n'a pas survécu. Quand les poissons sont-ils morts ? Une quinzaine de jours après l'éclosion, au moment où les larves de morues perdent leur sac vitellin et commencent à se nourrir de zooplancton. « Nous avons remarqué une prolifération de larves de mollusques sur le banc, dit Louis Fortier. Au lieu de se nourrir de larves de copépodes, comme elles le font habituellement, les jeunes morues auraient péri en se gavant de ces larves de mollusques, dont la valeur nutritive est très faible. »

Pour certains stocks de morue, notamment en Norvège, les océanographes arrivent déjà à améliorer la gestion de la pêche en évaluant les succès de la reproduction... « Mais nous devons multiplier les projets de recherche avant d'étendre ce mode de gestion à tous les stocks », conclut Louis Fortier. ●



C'est en plaçant une tranche d'un otolithe (une concrétion calcaire du sens de l'équilibre) de morue sous un microscope que l'on détermine l'âge du spécimen : chaque couche correspond à un jour d'âge... Comme sur la tranche d'un tronc d'arbre, on lit l'âge exact des larves et des juvéniles capturés.

Guylaine Desbiens

Élever les poissons

On a cessé de chasser pour élever du bétail. Et si on faisait de même avec le poisson ?

Au hangar, les bateaux de pêche ? Un désolant constat se confirme de jour en jour : la mer n'est plus un gagne-pain assuré pour nos pêcheurs tellement ses ressources ont été décimées. « Si la situation de la pêche commerciale empire, on n'aura pas le choix d'aller vers l'aquiculture », avertit Benoît Thomas, directeur du Centre aquicole marin qui vient d'être inauguré à Grande-Rivière, en Gaspésie. Ce Centre tentera d'élever le poisson de mer. Comme si c'était des poulets. Reste qu'il faudra encore un peu de temps avant de constituer une expertise permettant de suppléer à l'art séculaire de la pêche en haute mer.

Les chercheurs du Centre comptent d'abord maîtriser la culture des espèces les plus rentables pour le marché des pêcheries, précise le biologiste. Exit, donc, la malheureuse morue; l'essentiel du troupeau des fonctionnaires-aquiculteurs est composé de quelques centaines de homards. « Avec l'aquiculture, il serait possible de déphaser la période de mise en vente des homards en repoussant leur mue plus tard à l'automne. On pourrait alors avoir du homard pour le temps des Fêtes ! » Les chercheurs espèrent en outre identifier d'autres espèces lucratives qui supporteraient la domestication.

Une salle d'élevage pour phytoplancton et des laboratoires humides pour l'élevage des mollusques devraient s'ajouter aux installations dans les prochains mois. « Il faut y aller avec prudence, soutient le directeur. L'aquiculture est une chose plus difficile que la pisciculture en eau douce telle qu'elle se pratique en certains endroits au Québec. Ici, les quatre chercheurs doivent scrupuleusement et continuellement surveiller le degré de salinité et la température de l'eau dans les douze bassins de trois mètres de diamètre. »

Ce sont les risques de maladies, de parasitisme et de contamination qui inquiètent davantage les pionniers de l'aquiculture québécoise. « Les maladies qui affectent les organismes marins que l'on souhaite cultiver ne sont pas toutes connues; on peut tout perdre à cause d'un microbe », continue Benoît



Marc Lajoie / Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Les cages à homard seront-elles remplacées par des piscines d'élevage ?

Thomas. Actuellement, pour limiter les risques d'épidémie, une section de quarantaine pour les espèces nouvellement adoptées a été conçue.

Quatre millions de dollars ont jusqu'à présent été alloués au Centre. Les deux tiers de ce montant découlent de l'Entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement des pêches. Le reste, soit 1,7 million, a été versé par le gouvernement du Québec dans le cadre de son programme de coopération pour l'avenir des pêches.

Raymond Lemieux

LOGICIELS ÉDUCATIFS

MATHÉMATIQUES

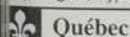
Hypermath

Plus de 180 écrans différents présentent des théorèmes et leurs démonstrations. Les formules de calcul de l'aire de plusieurs figures géométriques sont illustrées. L'utilisateur peut établir la correspondance entre les fonctions trigonométriques et leur tracé sur un graphique cartésien et dessiner des fonctions polynomiale, exponentielle, logarithmique, etc) selon les paramètres qu'il décide.



Configuration requise

Macintosh avec un 2 Mo de mémoire vive et disque rigide; HyperCard™ 1.2.5 ou 2.0.



Ce logiciel a été produit avec le soutien et la collaboration du ministère de l'Éducation du Québec.

MATHÉMATIQUE

Fig&form

Observer, élaborer... des figures et des formes. Un logiciel pouvant servir d'amorce, d'approfondissement et de soutien pour des apprentissages tel:

- L'orientation;
- la localisation;
- l'identification;
- la comparaison;
- la préparation à la lecture par l'étude des formes.

Fig&Form propose trois niveaux; de la maternelle à la 3^{ème} année. Au total 500 exercices différents.



Configuration requise

mémoire vive de 512 Ko, carte graphique EGA ou VGA couleur.

LOGICIEL OUTIL

Au maximum

Un gestionnaire de résultats scolaires moderne et sur mesure. Ce nouveau logiciel de gestion de notes offre les fonctionnalités suivantes:

- Aisance de manipulation et rapidité;
- l'aide à l'écran, simple et accessible en tout temps;
- calculs statistiques;
- présentations graphiques variées;
- la possibilité de travailler avec 6 fichiers simultanément.



Configuration requise

Mémoire vive de 256Ko; carte graphique.



3155 HOCHÉLAGA
MONTREAL, QC
H1W 1G4
TELEPHONE:
(514) 528-8791
FAX:
(514) 526-9192

Nous distribuons au-delà de 150 titres de logiciels éducatifs dans toutes les matières académiques, du préscolaire à l'université. Demandez notre catalogue!

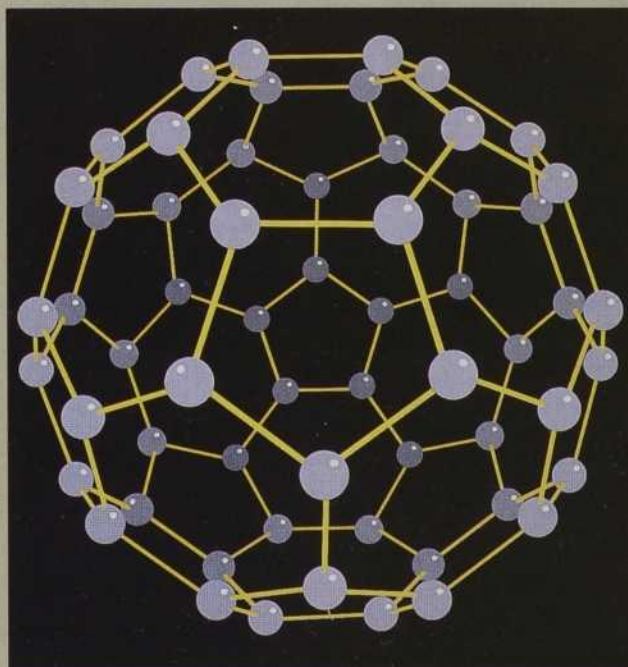
Produits disponibles chez MICRO-BOUTIQUE  Détaillant autorisé APPLE

Veillez me faire parvenir votre catalogue GRATUIT!

Nom: _____
Adresse: _____
Ville: _____
Province: _____ Code postal: _____
Ordinateur: PC Macintosh

Un nouveau polymère plus dur que le diamant

La *buckyball* (*Québec Science*, avril 1992) est une molécule faite de 60 atomes de carbone — rien d'autre ! — comme le graphite et le diamant. On la fabrique en chauffant à très haute température du graphite et de l'hélium. Ces *buckyballs* sont virtuellement indestructibles; elles sont supraconductrices, leurs propriétés lubrifiantes sont inégalées... Mais voici que des chercheurs français et russes utilisent ce matériau pour fabriquer un polymère plus dur que le diamant. La recette est simple : découpez des *buckyballs* entre deux diamants rotatifs et soumettez le tout à une pression de 20 gigapascals, soit environ 10 000 fois la pression de l'atmosphère.



Richard Hodgson

La supraconductivité à température... presque ambiante !

Imaginons un monde sans résistance électrique. Un univers parallèle où le courant circulerait dans les fils sans de se dissiper. Quel rêve pour Hydro-Québec qui économiserait du coup des millions de dollars !

Eh bien, ce jour approche si l'on en croit les résultats obtenus par Michel Laguès, un chercheur de l'École supérieure de physique et de chimie industrielle, à Paris. Ce dernier vient de franchir un pas de géant dans le domaine de la supraconductivité en créant un matériau qui perd toute résistance à une température proche de ce que nous réservent les hivers québécois.

Car la résistance électrique varie avec la température : au zéro absolu, soit zéro degré Kelvin (- 273°C), tous les matériaux sont supraconducteurs. De telles températures sont pratiquement impossibles à reproduire en laboratoire. Les chercheurs rêvent donc de trouver un corps qui serait supraconducteur à température et pression normales.

En 1986, deux scientifiques suisses parvenaient à rendre un matériau supraconducteur à 30 degrés Kelvin. Brrr ! Rapidement, d'autres chercheurs franchissent de nouvelles frontières : 90 degrés Kelvin l'année suivante, puis 125 degrés en 1988. Mais pour Michel Laguès, le record à battre était de 133 degrés Kelvin, établi en 1993. C'est ce qu'il vient de réussir... et à plate couture !

Dans le matériau de Laguès, la résistance devient nulle à 280 degrés Kelvin (7°C) dans certains cas, mais à 190 degrés

Kelvin (-63°C) dans d'autres situations. « Les expériences sont encore préliminaires et le matériau conçu n'est pas homogène et contient des impuretés », répond le physicien André-Marie Tremblay, de l'Université de Sherbrooke, pour expliquer la grande variabilité des températures obtenues.

Pour comprendre comment un corps devient supraconducteur, il faut plonger dans la matière et imaginer les électrons circulant dans un fil. En se déplaçant, ils se frappent contre les atomes « agités » qui se trouvent sur leur passage. Un peu comme une personne qui tente de traverser un corridor où des gens courent dans tous les sens. Pour calmer l'agitation des atomes — ou des gens — rien de tel qu'une baisse drastique de la température ! L'électron, comme le passant, circulera alors plus librement entre ces gêneurs... figés sur place.

La composition du matériau est bien sûr cruciale. La recette de Laguès est donc très spéciale : huit couches d'oxyde de cuivre, de l'épaisseur d'un atome, prises en sandwich entre une couche de bismuth et une autre de strontium. À répéter 100 fois en éliminant toute impureté avec un soin maniaque.

Comment expliquer la supraconductivité exceptionnelle du matériau de Laguès ? Laurent Lewis, physicien à l'Université de Montréal, éclate de rire : « Les théoriciens n'y parviennent pas encore. C'est un mélange de magie noire, d'alchimie et de physique ! »

Anne-Marie Simard

L'année 1994 marque le cinquantième anniversaire d'Hydro-Québec. Il convient de rendre hommage aux hommes et aux femmes qui ont construit cet outil collectif, devenu un instrument efficace de notre croissance.



C'est grâce à eux que la société d'État a pu remplir son mandat premier de fournir aux citoyens et aux entreprises du Québec entier l'énergie dont ils ont besoin, avec fiabilité et aux taux les plus bas.

C'est notamment parce qu'ils ont relevé avec audace et savoir-faire les défis techniques que posaient la mise en valeur de sites hydrauliques très souvent éloignés et le transport d'énergie sur de longues distances que le Québec a pu développer une expertise enviable et se bâtir une renommée internationale.

En accordant une place privilégiée à l'hydroélectricité, une source d'énergie renouvelable, le Québec s'est engagé dans la voie du développement durable. Il mise aussi sur l'efficacité énergétique. Il veut se donner toutes les chances pour l'avenir en produisant et en utilisant l'énergie le plus intelligemment possible. Le Québec croit aussi à la nécessité d'investir dans la recherche et le développement de nouvelles sources et de nouvelles façons d'utiliser l'énergie. C'est là, en effet, que réside la clé de notre performance future.

Nous retirons aujourd'hui le bénéfice de ce parti pris pour un développement durable.

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines.

Ministre des Ressources naturelles
et délégué des Affaires autochtones

Québec 



Bodleian Library / Oxford

Archéologie

Le capitaine a-t-il berné la reine ?

La conquête de l'Amérique par l'Angleterre a-t-elle débuté par une fraude ? Un archéologue de l'Université Laval le saura bientôt.

par Bernard Samson

Quand la reine Élisabeth I^{re} (1533-1603) apprend que les Portugais et les Espagnols rapportent des trésors d'Amérique du Sud, elle demande au capitaine Martin Frobisher de lui découvrir la route des Indes. Inspiré par une carte de 1570 qui indique un passage au nord de l'Amérique du Nord, Frobisher part à l'été de 1576. Il débarque sur la

terre de Baffin et en rapporte « un minerai qui contient de l'or et de l'argent ». « On sait, depuis 1578, que ce minerai ne renferme aucun métal précieux », précise l'archéologue Réginald Auger. En juillet prochain, ce professeur de l'Université Laval entreprendra sa quatrième expédition sur les sites du campement et des mines exploitées par Frobisher. En re-

cherchant les artefacts enfouis dans le pergélisol, il tentera de résoudre une énigme vieille de plus de 400 ans : le capitaine Frobisher avait-il berné la reine avec son minerai ?

Martin Frobisher fit trois voyages à *Meta incognita* (terre inconnue), la terre de Baffin. En 1576, lors de sa première traversée, il découvre la baie qui porte aujourd'hui son



Concours scientifique et technique intercollégial

Après la machine à faire tomber les crayons...

Le défi 1993-1994 :

Fabriquer un véhicule à propulsion gravitationnelle

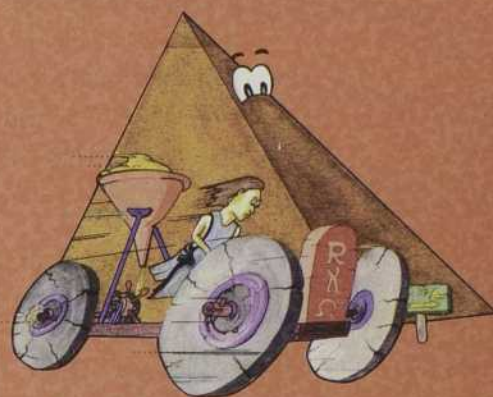
Et prouver que l'énergie gravitationnelle offre des possibilités totalement révolutionnaires...

La finale provinciale de *Science, on tourne!* réunissant les véhicules les plus performants conçus par les étudiantes et les étudiants du collégial aura lieu le 11 avril 1994 sur la grande place du Complexe Desjardins, à Montréal.

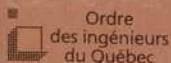
Elle constituera l'événement d'ouverture du colloque international *Quand la science se fait culture.*

Science, on tourne! est organisé par la Fédération des cégeps, en collaboration avec la Société pour la promotion de la science et de la technologie, l'Association des professeurs de sciences du Québec, l'Association des collèges privés du Québec, le Regroupement collégial pour la concertation et le développement des activités socioculturelles intercollégiales, le Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, le Cégep de Bois-de-Boulogne, le Cégep de Chicoutimi, le Cégep de Drummondville, le Cégep François-Xavier-Garneau, le Cégep de Maisonneuve, le Cégep de Rivière-du-Loup et le Cégep de Saint-Hyacinthe.

Ce concours est rendu possible grâce au soutien financier du ministère de l'Éducation et de la Science dans le cadre de son programme *Étalez votre science.*



Fédération
© des
cégeps



Agence Québec/Wallonie-Bruxelles pour la jeunesse



Corporation professionnelle des médecins du Québec



Gouvernement du Canada: Programme Sciences et Culture Canada



OFFICE FRANCO-QUÉBÉCOIS pour la jeunesse

Government of Canada: Science Culture Canada Program

nom, et croit qu'il s'agit d'un passage menant en Chine :

« Même les cartes de l'époque identifient ce passage comme tel », souligne Réginald Auger. Pour prouver à la reine qu'il revient d'un pays lointain, il en rapporte quelques pierres noires. Mais lorsque les alchimistes d'Élisabeth soumettent ces pierres au feu, elles se teintent de reflets dorés; on en déduit que le minerai contient de l'or et de l'argent.

Réginald Auger qui a refait l'expérience des alchimistes sur son réchaud de camping, en 1991, précise qu'il s'agit d'amphibole, une pierre qui renferme de la biotite qui devient dorée lorsque chauffée.

Martin Frobisher repartit donc avec trois bateaux (deux couleront), au début de l'été de 1577. But de l'expédition : rapporter de ce « précieux » minerai à la reine. « À son deuxième voyage, Frobisher se rend à l'île Kodlunarn, à la pointe sud-est de l'île de Baf-

fin, et y découvre le minerai qu'il cherchait », raconte Réginald Auger. Il y creuse une mine et charge ses navires avant de mettre le cap sur l'Angleterre. En 1578, il refait le voyage avec 400 mineurs embarqués sur 15 navires (cette fois, trois bateaux coulèrent) qu'il charge de minerai. Ce n'est qu'alors que l'on s'aperçut que les 1200 tonnes rapportées par Frobisher ne contenaient que de très faibles concentrations d'or et d'argent.

Cependant, pour les archéologues d'aujourd'hui, les sites utilisés par Frobisher ont une valeur inestimable. En effet, le campement de l'île de Kodlunarn constitue le premier établissement des Anglais dans le Nouveau Monde. « Frobisher avait devancé de sept ans la colonie de Sir Walter Raleigh, à Jamestown, en Virginie », précise Réginald Auger. Les archéologues y ont trouvé des vestiges de la première maison de pierre construite par

des Anglais en Amérique, deux des cinq mines exploitées par les hommes de Frobisher et des milliers d'artefacts : poteries, outils, aliments, bois...

Le site de l'île Kodlunarn avait été découvert en 1860 par l'explorateur américain Charles Francis Hall, qui était guidé par les traditions orales des Inuit. Et depuis 1974, des archéologues du Royal Ontario Museum, du Musée Smithsonian de Washington... du Musée des civilisations de Hull l'ont revisité avec leurs pelles et leurs truelles.

Cet été, l'équipe de Réginald Auger fouillera la forge construite par Frobisher — qui servait à l'entretien de l'outillage des mineurs — et le laboratoire où cinq alchimistes testaient le minerai avant qu'il soit embarqué à bord des navires. « Il se peut que le plomb utilisé par les alchimistes ait contenu suffisamment d'or et d'argent pour fausser les résultats, dit Réginald Auger. Sinon, l'hypothèse selon laquelle le capitaine Frobisher ou des gens de son entourage auraient réussi à berner la reine sera confirmée. » ●

L'Angleterre a commencé sa conquête de l'Amérique sur ce site : une mine sans minerai de valeur perdue sur la terre de Baffin.



DELACHAUX ET NIESTLÉ

vous propose



Guide des otaries, phoques et siréniens

Un ouvrage de référence sur ces mammifères peu ou mal connus et tout à fait étonnants à découvrir.
159 pages 44.50\$



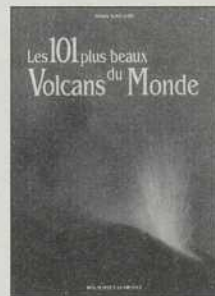
Guide des pierres précieuses

Ce guide rassemble, répertorie et décrit 1500 pierres précieuses, fines et ornementales, reproduites sur 70 planches en couleurs
256 pages 34.95\$



Guide des cactus du monde

Identification de plus de 200 espèces, classification, conseils pour la culture, la reproduction, le bouturage...
et 274 photos couleurs
215 pages 59.95\$



Les 101 plus beaux volcans du monde

Un voyage passionnant, à la découverte de l'un des phénomènes naturels essentiels de la vie de notre planète
151 pages 48.50\$

Disponibles en librairie

Pour informations ou catalogue



Diffusion Raffin
7870 Fleuricourt
St-Léonard, Québec
H1R 2L3

Tél.: 325-5553
Fax: 325-7329

Thermalisme et thalassothérapie De l'argent jeté

Se relaxer dans un bain de boue tiède, puis jouir d'un profond massage. À part d'être agréable, un séjour dans un spa a-t-il vraiment des effets thérapeutiques ?

par Raynald Pepin

S'abandonner à des mains expertes, jouir d'une douche vigoureuse, se prélasser dans un bon bain chaud... Ces petits plaisirs de la vie constituent aussi les traitements de base de ce qu'on appelle le thermalisme. Les cures thermales, des soins combinant eaux, boues, vapeurs, chaleur, bains, douches et massages, constituent depuis longtemps un phénomène important en Europe.

Sous d'autres formes – séjour santé, thalassothérapie, fangothérapie –, les vertus de l'eau gagnent en popularité au Québec, dans la foulée des médecines douces. De nombreux centres de santé, particulièrement en Estrie, dans les Laurentides et en Gaspésie, offrent des forfaits de quelques jours ou d'une semaine combinant « traitements » et repos. On promet aux milliers de clients une « récupération fonctionnelle », une « revitalisation », une perte de poids, une réduction des douleurs musculaires et arthritiques, mais pas la guérison, quoi qu'on utilise les termes un peu trompeurs de « thérapie », « traitement » et « cure ».

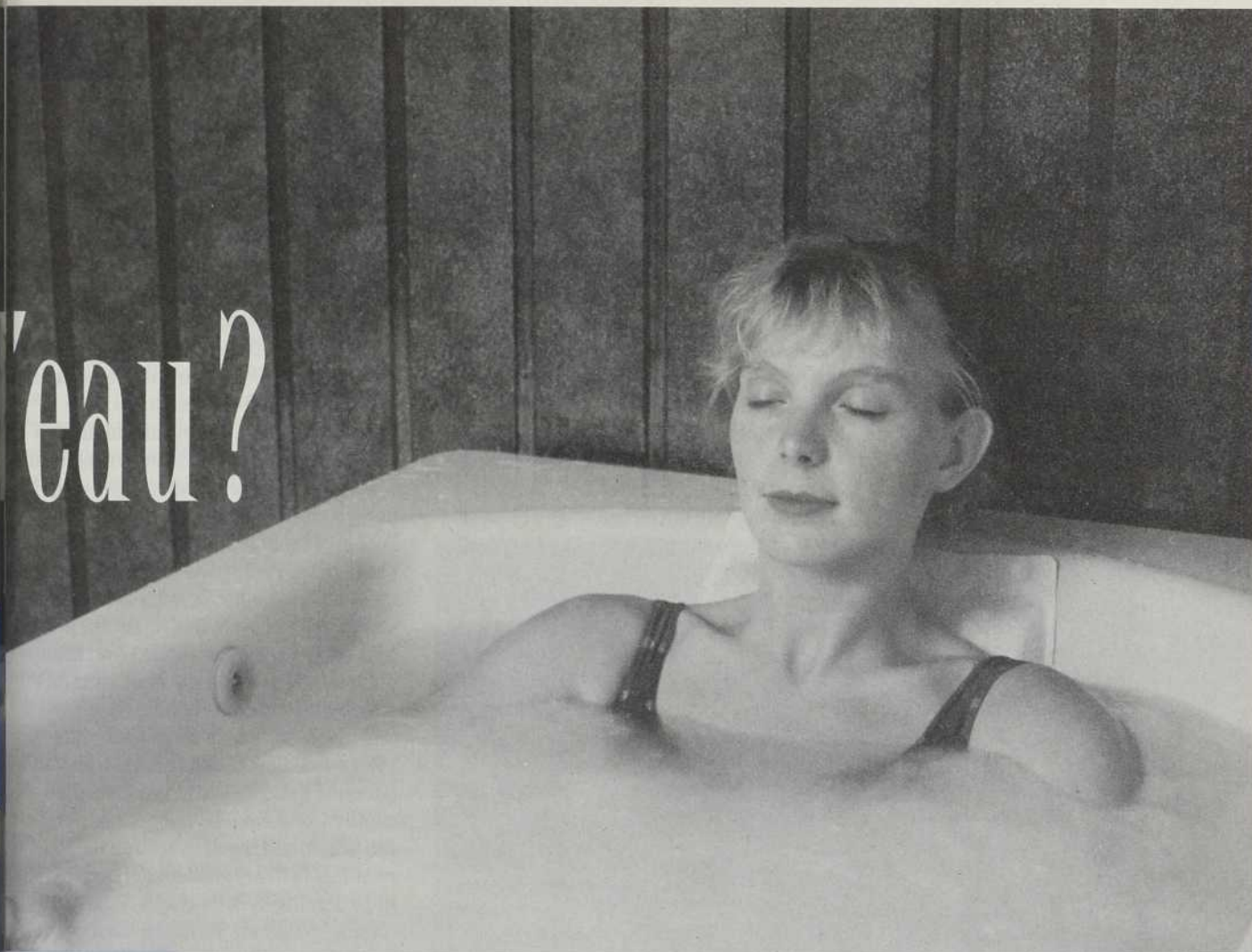
Chaque année, huit millions de personnes « vont aux eaux » en Allemagne, deux millions en Italie, et plus de 600 000 en France. À Aix-les-Bains, l'établissement thermal accueille durant l'été 5 000 curistes par mois, l'équivalent du cinquième de la population de la petite ville savoyarde. Certains vétérinaires français offrent même des cures thermales pour les animaux !

Les effets du thermalisme sont-ils réels ? La réponse n'est pas simple. Le thermalisme, en effet, semble se situer à la frontière de la science et du charlatanisme.

La journée des curistes, en France et au Québec, comprend environ trois heures de soins. Pourquoi pas davantage ? À cause de l'agressivité des eaux (sic). « Il faut éviter d'en faire trop, dit Jean-François Bénévisse, directeur des Thermes nationaux d'Aix-les-Bains. Les gens sont lessivés après les traitements – c'est le cas de le dire – et doivent se reposer. »

Les traitements prennent de multiples formes. Les douches, par exemple, peuvent être générales, locales, combinées à un

eau?



Taulin / BSIIP / Publiphoto

massage, sous-marines, vertébrales, avec alternance de jets chauds et froids, etc. Selon la température de l'eau, la pression et la durée, la douche se voit attribuer des effets stimulants ou sédatifs. Par exemple, les bains, dont la température s'approche de 35°C, sont sédatifs et analgésiques; ils permettent aussi, selon la publicité des stations, « d'imprégner le corps des principes actifs de l'eau thermale » (sic).

L'eau thermale est l'élément fondamental de la cure. En plus de s'y plonger, on la boit, jusqu'à trois litres par jour, et dans certaines stations on l'injecte. Le plus souvent, elle est employée pour des applications locales : inhalations, lavages de nez ou de sinus, irrigations vaginales ou pulvérisations sur le col utérin, lavements intestinaux... Elle sert aussi à des bains de vapeur. Les traitements peuvent également comporter des bains ou applications de boue. La rééducation en piscine, où l'allègement apparent du corps grâce à la poussée d'Archimède facilite les mouvements, est également très utilisée en rhumatologie.

Les centres québécois de santé et de thalassothérapie offrent eux aussi une grande diversité de soins : bains thermomasseurs, douches-massages, applications d'algues, « drainages lymphatiques » (massages favorisant supposément la circulation lymphatique et l'élimination des toxines). Une ressource naturelle du Bas-Saint-Laurent, la tourbe, a inspiré les bains de tourbe du Domaine de Louvois, à Rivière-du-Loup : la boue de tourbe maintient longtemps sa chaleur grâce à sa faible conductivité thermique. Au centre AquaMer, qui accueille près de 2 000 personnes par année à Carleton, en Gaspésie (1050 \$ par semaine en occupation double), c'est la vraie thalasso. Outre les douches et bains habituels, on fait de la gymnastique et de la mobilisation en piscine, le tout dans de l'eau pompée de la mer et réchauffée à 37°C. Pour les personnes souffrant de rhumatismes et d'arthrite, les applications de boues marines chauffées visent à soulager les articulations douloureuses.

Au Québec, comme pour les autres médecines douces, ces traitements ne sont

pas remboursés par l'assurance-maladie. Par contre, en France, les cures sont prescrites par les médecins et considérées comme un traitement médical. Des « médecins thermaux » assurent même le suivi des curistes. Le coût des soins est remboursé à 70 % par la Sécurité sociale, l'assurance-maladie française. Les curistes doivent cependant défrayer le coût du transport et de l'hébergement. Comme une cure traditionnelle dure trois semaines, l'hébergement coûte facilement de 1 500 à 2 000 \$! Pour faire une cure, mieux vaut être malade et riche.

En France, les curistes sont majoritairement des gens à la retraite, dont les deux tiers sont des femmes. Une personne sur deux va en cure pour soigner une affection rhumatologique (arthrose, lombalgie, mal de dos, etc.); une sur quatre, une affection des voies respiratoires (rhinite, sinusite et otite chroniques, asthme, allergies).

Au Québec, la thalassothérapie (du grec *thalassa*, mer, car les traitements sont à base d'eau de mer) ou les séjours de « remise en forme » l'emportent sur le ther-

malisme. « Les soins sont les mêmes, affirme Jean-François Bénévise, mais la thalasso-thérapie met l'accent sur le plaisir et la forme physique plutôt que sur l'aspect thérapeutique. Le curiste type de la thalasso est la femme de 35 ans, urbaine, active, célibataire, à l'aise. En thalasso-thérapie, les séjours habituels durent une semaine, ce qui est plus facile à intégrer dans une vie active. »

Le thermalisme français est fondé sur les vertus de l'eau. Selon la tradition, l'eau minérale possède des propriétés thérapeutiques qui dépendent de sa composition. L'efficacité de l'eau des stations contre telle ou telle maladie a été découverte empiriquement... il y a des siècles dans certains cas. Yolande Dubois, directrice d'AquaMer, appuie : « La valeur d'une cure dépend tou-

propriétés thérapeutiques, mais on remarque que des eaux de composition très voisine soulagent des maladies bien différentes ». Magique, non ? Inversement, des eaux très différentes sont supposément efficaces pour une même maladie. Ainsi, on soigne les rhumatismes à Aix-les-Bains, à Vichy et à Uriage, l'eau contenant respectivement du sulfure d'hydrogène, du bicarbonate de sodium et du chlorure de sodium comme ingrédient principal ! Bernard Graber-Duvernay, rhumatologue et médecin thermal à Aix-les-Bains, admet que « pour un esprit rationnel, ça doit sembler absolument dément... »

Bref, la spécificité des eaux en prend pour son rhume. Les Allemands ne se cassent d'ailleurs pas la tête avec ça : pour eux, n'importe quelle eau soigne n'importe

Durant l'immersion, ils ont observé que l'excrétion d'urine, de sodium et de potassium doublait, tandis que la concentration en globules rouges baissait de 6 %. Cette hémodilution semble résulter de l'augmentation du volume sanguin, provoquée par le passage de fluide extracellulaire dans les vaisseaux sanguins, et non par la pénétration de l'eau dans le corps. Le pouls ne varie pas, mais le débit du sang poussé par le cœur augmente en moyenne de 50 % parce que les vaisseaux capillaires se dilatent. Ces changements pourraient être à l'origine d'effets bénéfiques pour certaines affections.

Toutefois, la concentration du plasma sanguin en calcium, sodium et magnésium n'a pas varié durant l'expérience, ce qui porte à croire que les sels présents dans l'eau n'ont pas pénétré dans l'organisme par la peau. Pire : toutes les modifications mentionnées ci-dessus ont aussi été observées quand les mêmes sujets ont pris un bain dans de l'eau ordinaire ! Autrement dit, c'est l'immersion qui peut avoir des effets, pas la composition de l'eau.

Enfin, il est bon de mentionner que l'eau minérale n'est pas nécessairement potable ! L'eau de Vichy, par exemple, contient beaucoup de fluor. « Les personnes atteintes d'insuffisance rénale éliminent mal le fluor, prévient le docteur Philippe Schilliger, et de grands buveurs d'eau de Vichy souffrent parfois d'ostéofluorose grave. Il ne faut pas boire d'eau minérale en grande quantité, mais cela n'est pas précisé sur les étiquettes des bouteilles. »

Non seulement on ignore si l'eau a des effets prolongés sur l'organisme, mais on ne sait pas quels pourraient être ces effets. Le thermalisme et la thalasso-thérapie ont-ils vraiment une action thérapeutique ? « Bien sûr, répond Yolande Dubois. Chez nous, grâce aux ions négatifs présents dans l'air et dans les produits marins, la cure redonne de l'énergie pour cinq ou six mois, élimine le stress, la fatigue. Les douleurs s'estompent, la circulation sanguine est meilleure. Au bout d'une semaine, nos clients se sentent toujours très bien. »

La Corporation des médecins du Québec ne croit pas à cet aspect curatif. « Les curistes sont bien soignés, se reposent, évitent le stress, dit son président Augustin Roy. Les traitements soulagent ou font oublier la douleur, détendent les personnes hypertendues. Souvent, les gens reviennent avec de meilleures habitudes de vie. Mais les cures thermales ou les séjours santé ne guérissent rien sur le plan



Raynald Pepin

jours de la nature de l'eau. L'eau de mer, avec tous ses minéraux, a un bon potentiel bioélectrique (sic) et apporte donc beaucoup d'énergie. »

Mais la tradition peut se tromper. « Les stations thermales, dit Philippe Schilliger, omnipraticien français et auteur d'une importante étude critique sur le thermalisme, se sont jadis spécialisées dans les affections du foie à Vichy, en rhumatologie à Aix-les-Bains, etc. Aujourd'hui, à cause du nombre grandissant de personnes âgées, beaucoup de stations s'orientent vers la rhumatologie. L'eau de Vichy est maintenant bonne pour les rhumatismes ! »

À l'article « crénotherapie » (traitement utilisant des eaux minérales), l'habituellement fiable encyclopédie Universalis mentionne « qu'il existe une relation entre la composition des eaux minérales et leurs

Jouer dans une boue marine chauffée coûte cher. La boue « ordinaire » est-elle aussi efficace pour traiter les rhumatismes ?

quoi. Le thermalisme allemand se fonde davantage sur les propriétés physiques de l'eau (chaleur, froid) que sur sa composition chimique. « Plutôt que d'aller chercher l'eau miraculeuse, les Allemands vont dans les stations thermales pour se dorloter, dit Philippe Schilliger. »

Une étude publiée en 1985 par des médecins et scientifiques britanniques apporte un certain éclairage sur les effets de l'eau thermale. Huit personnes ont été plongées pendant deux heures dans l'eau minérale de Bath, une station thermale anglaise, à la température de 35°C. Les chercheurs ont évalué divers paramètres physiologiques avant, pendant et après le bain.

organique, n'éliminent pas la maladie. Des vacances en Floride pourraient probablement avoir le même effet. »

En France, la prescription des cures et leur remboursement par la Sécurité sociale leur donne une caution d'efficacité curative. Pour Bernard Graber-Duvernay, médecin thermal, la meilleure preuve de l'efficacité du thermalisme est la satisfaction des gens. « Les patients nous disent qu'ils éprouvent une amélioration de leur état de 50 %, qu'ils se sentent bien plusieurs mois après la cure. Et ils reviennent plusieurs fois. Selon moi, le thermalisme n'est pas du tout une thérapeutique dépassée. » Jean-François Bénévise cite une étude épidémiologique effectuée par la Caisse nationale d'assurance-maladie française, qui met en évidence une diminution des consultations médicales et de la consommation de médicaments durant l'année suivant une cure.

« L'efficacité des cures ne doit pas être jugée que sur le plan curatif, considère en outre le directeur de l'établissement d'Aix-les-Bains. Les curistes suivent des cours de nutrition, apprennent les bonnes postures du dos ou les gestes qui n'endommageront pas leur colonne ou leurs articulations. Venir en cure, c'est s'obliger à vivre de façon plus responsable, c'est prendre le temps de s'occuper de soi, de faire le point en dehors de son milieu de vie traditionnel. »

« La plupart du temps, dit Bernard Graber-Duvernay, la cure est prescrite en dernier ressort, pour une maladie ou une douleur que la médecine traditionnelle ne sait pas soigner. Les gens viennent en cure pour prévenir l'aggravation de troubles, diminuer la douleur, partager leur souffrance, éprouver un peu de plaisir (dépaysement, massages, etc.) dans leur vie. »

Philippe Schilliger, qui exerce à Givors, une petite ville située à 30 kilomètres au sud de Lyon, prescrit lui-même pas mal de cures car « il y a des patients à qui ça fait du bien ». Il admet les bénéfices psychologiques des cures. « Rencontrer des gens ayant les mêmes problèmes apporte souvent une consolation. L'aspect repos n'est également pas à négliger, par exemple, pour la mère de famille surmenée. »

Mais, selon lui, aucune étude scientifique sérieuse n'a démontré un quelconque effet curatif du thermalisme. « Les études épidémiologiques ou cliniques comportent toutes des lacunes méthodologiques majeures. Les recherches sont effectuées sans groupe témoin, sans critères objectifs sur l'état de santé. Ou les études sont rétrospectives, avec des critères définis après la cure. Bien souvent, les gens ont oublié ou

embellissent un peu ce qui s'est passé l'année précédente ! »

« De plus, continue-t-il, les symptômes sont consignés par les médecins qui accordent la cure. Ceci peut induire un biais : le patient ou le médecin peut augmenter la gravité des symptômes avant la cure, pour être remboursé par la Sécurité sociale, et diminuer l'importance des troubles après, pour convaincre de l'utilité d'une nouvelle cure l'année suivante. »

Pour qu'une étude sur le thermalisme soit concluante, certains critères doivent être respectés. Les échantillons doivent être constitués de curistes souffrant d'une affection précise et tirés au sort, en incluant un groupe témoin de non-curistes. « Tous ces gens, dit Philippe Schilliger, doivent être évalués avant et après la cure

de faire passer de l'eau ordinaire pour de l'eau minérale, surtout dans une station thermale. » Des tests en double aveugle seraient possibles pour les injections d'eau minérale, croit toutefois Philippe Schilliger. Certains disent qu'il ne serait pas éthique de faire des injections d'eau ordinaire aux patients. Moi, je dis que ce qui n'est pas éthique, c'est d'utiliser un traitement non évalué, potentiellement dangereux. »

Philippe Schilliger et Bernard Graber-Duvernay s'accordent sur un point. Il faut commencer par montrer que le thermalisme est efficace cliniquement – s'il l'est – avant de chercher à comprendre ses mécanismes d'action. « Qu'une éventuelle action curative soit due à l'eau minérale ou marine, à un effet placebo ou au dépaysement, ça m'est égal, avance Philippe



Auberge du Parc

La « pressothérapie », qui activerait la circulation sanguine, serait selon la publicité très efficace contre les sensations de lourdeur et les enflures.

par des médecins neutres qui ne savent pas s'ils sont allés en cure ou non. Si on observe dans ces conditions une différence statistiquement valable, elle sera imputable à la cure. » Toutefois, Bernard Graber-Duvernay remarque qu'il faut demander aux malades s'ils sont d'accord pour faire une cure. « Il est possible que ceci introduise automatiquement un biais dans l'échantillon des curistes. »

Une étude en double aveugle, au cours de laquelle ni le médecin évaluateur ni le patient ne sont mis au courant du traitement réellement suivi, n'est guère possible dans le cas du thermalisme. Il est impossi-

Schilliger. Ce qui m'intéresse, c'est de vérifier que mes patients retirent des bénéfices d'une cure, sans qu'il y ait d'effets indésirables ou que la cure gêne un traitement efficace. En médecine, de toute façon, on joue souvent avec l'effet placebo, avec la conviction qu'on a de soigner. »

Le thermalisme est une grosse industrie en Europe et prend de l'importance au Québec. Stations et centres de santé rivalisent de services et de publicité pour attirer les curistes. Les dépliants d'information, remplis de photos de belles curistes généralement jeunes, souriantes et sportives, l'illustrent éloquentement. Si vous n'êtes pas malade, ils vous donnent envie de l'être ! Mais il faut garder en tête que si les cures guérissent l'esprit, on n'a pas encore prouvé qu'elles guérissent le corps. ●

Sexe, mensonges et politique

Agressions, ethnocentrismes, jeux de pouvoir... L'homme n'a pas inventé ces vilains défauts. Pas plus, d'ailleurs, qu'il n'a inventé l'entraide, la coopération ou la réconciliation. Ces comportements, il les a tous hérités de ses ancêtres primates. Pour comprendre les points communs et les différences, une entrevue avec le primatologue Bernard Chapais.

par Bruno Dubuc

Nous sommes le produit d'une longue histoire évolutive. Plusieurs spécialistes des sciences humaines continuent pourtant d'analyser nos conduites individuelles et sociales comme si nous étions nés de la dernière pluie. Car si on s'entend pour dire que nous avons hérité nos traits morphologiques de nos ancêtres primates, beaucoup plus difficile est d'admettre que nos comportements ont, eux aussi, des racines biologiques parfois très lointaines. Il faut dire que, contrairement aux fossiles, les comportements laissent peu de traces de leur passage. Comment alors étudier la composante ancestrale de nos comportements ?

En observant nos plus proches parents, les primates actuels, répond Bernard Chapais, primatologue au département d'anthropologie de l'Université de Montréal. Après 15 ans d'observations assidues, il en a long à dire sur ce que l'on se plaît à appeler la « nature humaine ». Voyage au cœur du primate qui sommeille en nous...

chimpanzé, et l'homme descend d'un ancêtre commun ayant vécu il y a cinq à six millions d'années. C'est un peu comme deux cousins ayant les mêmes grands-parents. Nos ancêtres communs nous ont forcément légué des choses communes. C'est évident sur le plan morphologique quand on compare, par exemple, la main d'un singe et celle d'un être humain. Ça l'est moins sur le plan du comportement parce qu'un comportement est plus labile, plus flexible, plus plastique. Pourtant, toute personne qui commence à observer les primates est tout de suite frappée par les ressemblances : les comportements maternels, le jeu, les rapports de dominance, les coalitions, tout nous renvoie directement à des conduites humaines.

On se demande alors si on peut s'appuyer sur ces observations pour fournir des modèles explicatifs du comportement humain. Certains ont essayé de faire des transpositions faciles et immédiates à l'être humain. Mais cela fonctionne plus ou

Québec Science : On peut bien admettre que l'homme descende du singe, que certains de leurs comportements ressemblent aux nôtres, mais qui nous dit que ces comportements semblables ont les mêmes causes ?

Bernard Chapais : C'est là que se situe tout le débat. Mais j'aimerais d'abord apporter une précision qui m'apparaît importante. L'homme ne descend d'aucun singe vivant actuellement. En fait, le primate contemporain le plus près de nous, le



Eve-Lucie Bourque

moins pour la simple et bonne raison qu'il s'agit de cerveaux très différents, séparés par des millions d'années d'évolution indépendante. Par contre, et c'est la voie que j'ai suivie, on peut étudier le comportement de plusieurs espèces de primates vivant dans divers milieux. Ces observations permettent alors d'élaborer des modèles qui expliquent la variabilité des comportements et qui permettent de comprendre et de retracer les origines de phénomènes comme l'agression, la subordination, la réconciliation, la formation d'alliances...

Québec Science : Pouvez-vous donner un exemple de ces comportements similaires et montrer comment la primatologie apporte un éclairage nouveau ?

Bernard Chapais : Prenons le cas de l'ethnocentrisme, phénomène universel chez l'humain qui, dans certaines circonstances, peut aller jusqu'à la xénophobie et au racisme. Le premier piège consiste justement à utiliser des mots créés pour décrire des conduites humaines pour dési-

gner des comportements semblables chez le singe. Pour éviter cette confusion, nous parlerons donc plutôt d'hostilité intergroupe, un phénomène également généralisé chez les primates. Cette méfiance survient dès que des singes d'une même espèce provenant de groupes différents se rencontrent. De plus, on a pu mettre en évidence que cette hostilité était inversement proportionnelle à la familiarité entre les membres de ces groupes distincts. Le transfert d'un individu d'un groupe à un autre, qu'on peut observer chez certaines espèces, se fait toujours progressivement et avec beaucoup de prudence.

Québec Science : En supposant qu'il y ait encore un peu de cette vieille hostilité simiesque en nous, peut-on s'en débarrasser ?

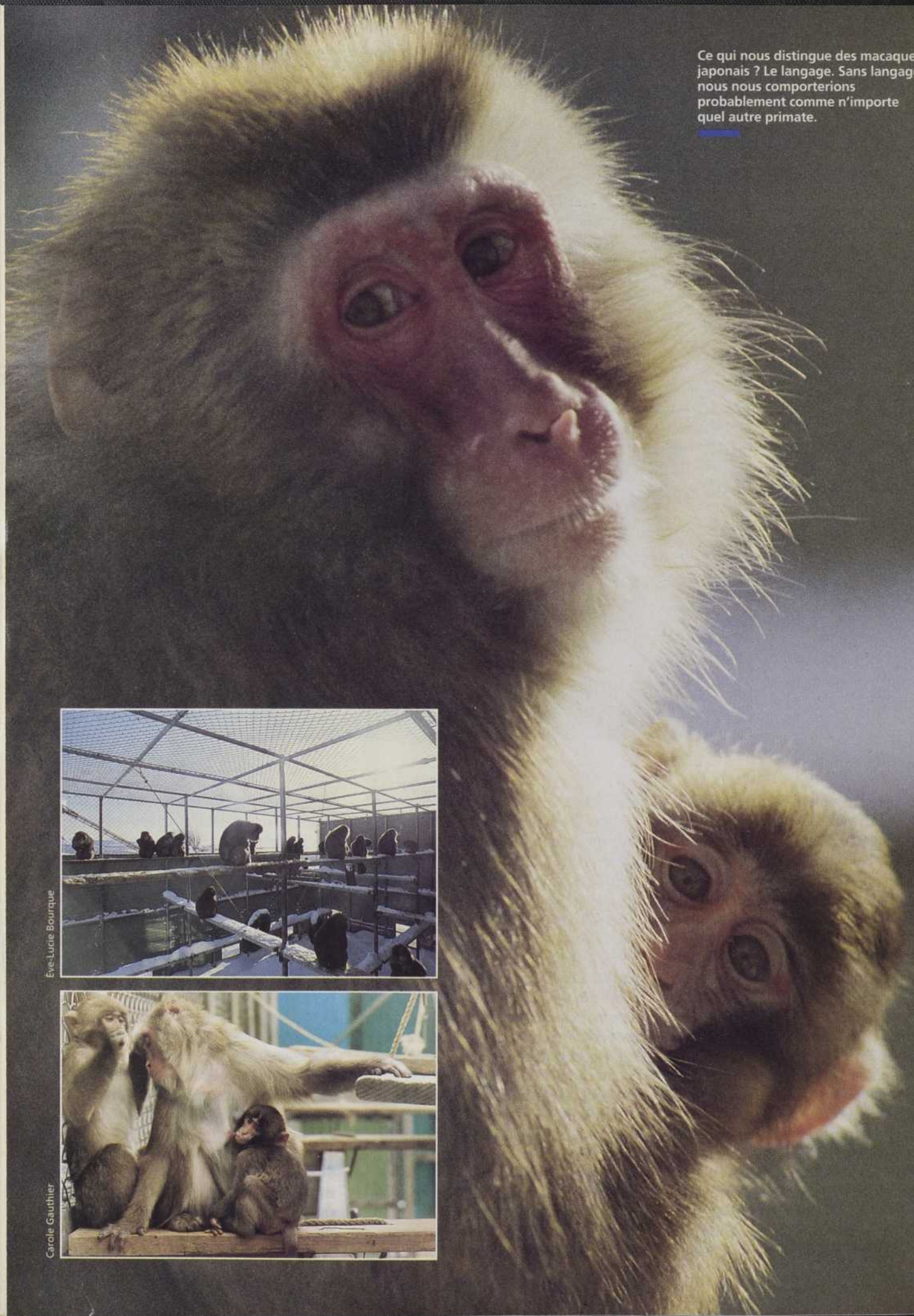
Bernard Chapais : Vous savez, il y a des comportements qui viennent de si loin d'un point de vue évolutif qu'on ne sera probablement jamais capable de s'en affranchir complètement. Mais cela ne veut

pas dire que nous en sommes esclaves. Une prédisposition génétique, que ce soit pour un comportement ou pour une maladie, peut être déjouée ou contournée si on la connaît et qu'on a les outils pour le faire. Dans l'exemple qui nous intéresse, l'outil par excellence que l'humain a développé et qui fait défaut au primate, c'est le langage. Grâce au langage et à l'éducation, on peut chercher à accroître cette familiarité avec l'étranger et réduire ainsi les tensions. On dira au jeune : va jouer avec l'immigrant, essaye de le comprendre, va chez lui...

Québec Science : Notre héritage biologique ne serait donc pas quelque chose d'entièrement prédéterminé, mais plutôt une espèce de tendance naturelle contournable, dont il peut être utile de connaître les rouages ?

Bernard Chapais : Tout à fait. Nous avons un héritage, mais cet héritage ne s'applique pas sans contraintes chez l'être humain. Durant le processus d'hominisation, nous avons acquis plusieurs autres at-

Ce qui nous distingue des macaques japonais ? Le langage. Sans langage, nous nous comporterions probablement comme n'importe quel autre primate.



Eve-Luce Bourque



Carole Gauthier

tributs qui nous sont spécifiques et qui viennent interférer avec le vieil héritage. Le langage est peut-être le meilleur exemple; la conscience de soi, le raisonnement, la capacité d'attribuer des pensées aux autres en sont d'autres. Nous sommes vraiment un mélange des deux, une intégration du nouveau et de l'ancien.

Québec Science : Et la perspective évolutive veut départager ces nouveaux acquis de l'héritage ancestral ?

Bernard Chapais : Entre autres choses, oui. Mais l'étude comparative des primates permet aussi de comprendre pourquoi, dans tel ou tel contexte, l'évolution a mis au point des cerveaux qui font se comporter les individus de telle ou telle façon. L'agression peut survenir en réponse à une frustration ou à une autre agression, nous disent les spécialistes des sciences humaines. Selon les neurobiologistes, certains neurotransmetteurs entrent en jeu à cet instant. C'est vrai. Mais il s'agit là des causes dites proximales, immédiates de l'agression. Et pourquoi ne serions-nous pas heureux de subir une agression ? Pourquoi les blessures sont-elles douloureuses ? Ces questions peuvent sembler idiotes, mais, d'un point de vue évolutif, elles sont loin de l'être. C'est que l'évitement des blessures et le phénomène de la douleur sont hautement adaptatifs. Ils contribuent à la survie de l'individu.

Autre exemple : le comportement sexuel. Pourquoi cherche-t-on à avoir un orgasme ? Parce que c'est jouissif, bien sûr. Mais ça, ce n'est que la cause proximale. Les évolutionnistes, eux, s'intéressent aux causes dites ultimes. Prenez deux individus, le premier qui ne ressentirait rien lorsqu'il essaie de se reproduire et l'autre qui y trouverait un plaisir intense. Il n'est pas difficile d'imaginer lequel va laisser le plus de descendants... qui vont à leur tour hériter du désir de la reproduction.

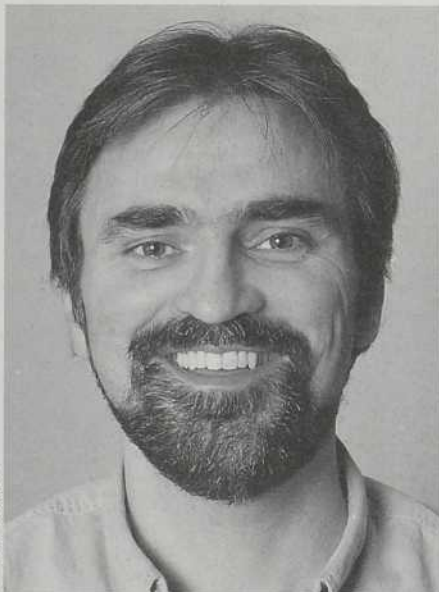
Québec Science : Les deux types d'explication, proximale et évolutive, ne sont donc pas mutuellement exclusives...

Bernard Chapais : Non, ce sont plutôt des niveaux explicatifs différents. Les psychologues, les sociologues et les anthropologues analysent le comportement à un certain niveau; les évolutionnistes, à un autre. Prenons un exemple concret. Les ethnologues qui étudient les différents systèmes de reproduction des sociétés humaines s'aperçoivent que la majorité sont polygynes (un homme avec plusieurs femmes),

qu'une autre partie est monogame alors qu'une infime proportion est polyandre (une femme avec plusieurs hommes). Ils tentent d'expliquer cette variabilité complexe avec les matériaux dont ils disposent. Mais ne leur serait-il pas utile de savoir que chez l'ensemble des primates, et des mammifères en général, la polygynie est le système de reproduction de base ?

Québec Science : Mais pourquoi est-ce ainsi ? Comment pouvez-vous expliquer un fait comme celui-là ?

Bernard Chapais : Il faut considérer la question dans le cadre de la théorie de la sélection sexuelle, l'une des théories évolutives du comportement les plus solides,



Eye-Lucie Bourque

Bernard Chapais, primatologue à l'Université de Montréal. L'étude des singes permet de mieux comprendre l'homme.

proposée initialement par Darwin lui-même. Tout repose sur l'inégalité initiale de l'investissement parental entre mâles et femelles. Autrement dit, chez les mammifères, ce sont les femelles qui portent l'enfant et qui l'allaitent, ce qui leur impose des limites importantes sur le plan physiologique quant au nombre d'enfants qu'elles peuvent produire. Les mâles, eux, ne sont pas limités de cette façon : plus ils fécondent de femelles, plus ils laissent de descendants. D'où, chez les primates, la compétition entre mâles pour les femelles et le peu de compétition entre femelles pour les mâles. D'où, aussi, le fait que les femelles sont beaucoup plus sélectives dans le choix de leurs partenaires.

Il est alors facile de voir comment ces conduites, très avantageuses d'un point de vue adaptatif, ont pu se transmettre jus-

qu'à nous. Il est donc plausible que les premiers hominidés étaient eux aussi polygynes et que la monogamie est peut-être apparue par la suite.

Québec Science : Justement, pourquoi existe-t-il des sociétés monogames comme la nôtre ?

Bernard Chapais : Je ferai d'abord remarquer que rares sont celles qui le sont parfaitement... Ensuite, il peut être intéressant de savoir que l'être humain, sans doute parce que son petit naît très immature et sans défense, a développé les soins paternels comme nulle autre espèce. Cela peut nous donner une petite idée du genre de pression qui a pu jouer en faveur d'une association à long terme entre hommes et femmes.

La connaissance de ces vieux « fonds » phylogénétiques vient donc enrichir les explications des spécialistes des sciences humaines. C'est un élément de plus, et le nier revient à privilégier le cloisonnement disciplinaire. C'est comme si des psycholo-

L'idée que des comportements dits culturels n'ont rien à voir avec la biologie est complètement dépassée.

gues renonçaient aux données de la neurobiologie sous prétexte que ce n'est pas leur domaine d'investigation. C'est faire montre, et vous m'excusez la déformation professionnelle, d'une « territorialité intellectuelle » plutôt improductive !

Québec Science : Pour un primatologue, le vieux débat entre nature et culture, l'opposition entre l'inné et l'acquis, perd donc pas mal de son intérêt ?

Bernard Chapais : En effet, c'est un faux débat. L'idée que des comportements dits culturels n'ont rien à voir avec la biologie est complètement dépassée. Un comportement n'est pas quelque chose d'immatériel. Il part toujours d'un cerveau dont les plans sont fournis par les gènes. Cela ne veut pas dire que notre cerveau, et donc notre conduite, est déterminé par les gènes. Toutefois, ces derniers confèrent au cerveau une caractéristique unique : l'apprentissage, qui joue un rôle immense dans l'acquisition de nos comportements.

Québec Science : Comment alors expliquer l'émergence de la variabilité culturelle étudiée par les anthropologues ?

Bernard Chapais : Il s'agit là d'un prin-

cipe fondamental : une même base génétique ne donnera pas obligatoirement lieu aux mêmes comportements. Comme nous sommes des animaux qui apprenons beaucoup, les prédispositions génétiques vont nécessairement générer des comportements variés en fonction des différents contextes. La prédisposition X sera appliquée de la façon A dans le milieu A, de la façon B dans le milieu B, etc. Les gens ont de la difficulté à comprendre que biologie et variabilité culturelle sont en fait indissociables. C'est une conclusion majeure de l'approche évolutive. On trouve normal que le régime alimentaire des animaux d'une même espèce varie pour s'accommoder au milieu. La même logique s'applique à notre espèce. Pour reprendre l'exemple de la polygynie, il est évident que cette tendance s'exprime de bien des façons, selon les contextes socioéconomiques.

Québec Science : Vous vous intéressez depuis plusieurs années aux rapports sociaux des primates et plus particulièrement aux relations de pouvoir. Que voulez-vous dire lorsque vous écrivez que « le social, ce n'est finalement qu'une façon sophistiquée d'acquiescer des ressources » ?

Bernard Chapais : Une mâchoire, c'est un outil plutôt simple pour acquiescer des ressources alimentaires. Les mains aussi, cela va de soi. Mais former un groupe pour en déplacer un autre et ainsi avoir accès à de la

nourriture c'est, d'une certaine façon, un outil sophistiqué pour acquiescer des ressources. Former une alliance avec un autre individu pour monter dans une hiérarchie et ainsi avoir priorité d'accès aux femelles, c'est encore la même chose. En fait, plus on observe les rapports sociaux chez les primates, plus on se rend compte que le pivot de la vie sociale, son point de départ, c'est l'accès aux ressources.

Par exemple, considérons ce qui se passe lorsqu'une ressource est limitée. Très

Le pivot de la vie sociale, son point de départ, c'est l'accès aux ressources.

vite, il y a compétition pour cette ressource, compétition qui donne souvent lieu à des agressions. Or la compétition agressive joue, paradoxalement, un rôle majeur dans l'origine et le développement de la vie sociale. Comment ? En donnant lieu à



des ordres de dominance. Car il est plus avantageux, en termes d'économie d'énergie et de survie, de se soumettre à un individu plus fort que de l'affronter et de perdre chaque fois.

Mais cette hiérarchie de dominants et de dominés amène une certaine tension dans le groupe à cause des inégalités de privilège qu'elle engendre. C'est alors que l'on voit se développer des mécanismes pour réduire ces tensions comme le toilettage mutuel ou la réconciliation après un

conflit. Il est quand même surprenant de constater que la compétition puisse générer la coopération et la vie sociale en général. Une autre conséquence de cet ordre de dominance est que les individus cherchent évidemment à s'élever dans la hiérarchie. On le voit très bien avec le phénomène des alliances, comme lorsque deux individus subordonnés s'unissent pour renverser un dominant. Le dominant se cherche alors des alliés pour contrer cette attaque qui menace son rang, et ainsi de suite.

Québec Science : Les jeux de pouvoir et les inégalités sociales ne datent donc pas d'hier ! Mais pourquoi les subordonnés acceptent-ils d'être dominés ?

Bernard Chapais : Ce n'est pas qu'ils l'acceptent, c'est qu'ils n'ont tout simplement pas le choix ! Les hiérarchies n'existent pas pour le bien de tout le monde dans le groupe; elles sont simplement le reflet des efforts de tout le monde pour prendre la meilleure place. Les primates font beaucoup de politique, vous savez... Un autre phénomène social, que j'étudie depuis 10 ans, ressemble beaucoup à ce qui se passe dans nos sociétés. Il s'agit de la transmission du statut social de la mère à ses descendants. Ce favoritisme direct entre apparentés est très adaptatif. En donnant son appui à son enfant lors de ses premiers conflits, la mère lui transmet son rang de dominance, lui évitant ainsi de tomber

au bas de l'échelle hiérarchique.

Québec Science : En regardant les conclusions de votre étude comparative sur le pouvoir chez le primate et l'être humain (voir références à la fin de l'article), on a l'impression que les pires atrocités — esclavage, guerre, terrorisme —, c'est nous qui les avons inventées...

Bernard Chapais : C'est que, contrairement au primate, pour qui le pouvoir est essentiellement basé sur la force physique,

l'humain lui ajoute une dimension extrêmement importante : la dimension psychologique. Comme les êtres humains sont extrêmement interdépendants, le pouvoir revient à celui qui sait manipuler la dépendance des autres. Le contrôle des biens matériels et de l'information devient la pierre angulaire du pouvoir chez l'humain. Ceux qui dirigent les multinationales ou les sectes religieuses, par exemple, sont là pour nous le rappeler.

Québec Science : J'imagine que la parole, qui permet de tenir de si beaux discours, est devenu l'outil par excellence pour influencer son voisin ?

Bernard Chapais : Oui, et c'est peut-être LA clé de nos différences sur le plan social. Il n'y a pas de guerres chez les primates. Il n'y a pas d'entité politique regroupée autour d'un leader qui catalyse l'agressivité du groupe contre un autre groupe de singes. L'être humain, avec le langage, est capable d'orienter des populations entières vers un seul et même but.

Il peut justifier ses attaques en exposant toutes sortes de raisons idéologiques, économiques ou religieuses. Il peut aussi, s'il a le charisme et le verbe facile, exploiter ses semblables, les amener à travailler pour lui. Le primate dominant n'exploite jamais le subordonné. Il mange avant lui, c'est tout.

Québec Science : Mais comment se fait-il alors qu'on existe encore en tant qu'espèce ? Que toutes ces

nouvelles sources d'agression ne nous ont pas détruits depuis longtemps ?

Bernard Chapais : C'est qu'en même temps qu'on se dotait de super moyens pour s'entretenir et s'exploiter, on développait en parallèle des super moyens sur les plans cognitif et affectif pour s'entraider. Et le paradoxe n'est qu'apparent. Le fait de se battre en groupe, de former des coalitions, resserre les alliés à l'intérieur de ces coalitions. D'ailleurs, un dicton populaire l'a noté depuis longtemps : « Si tu veux

rapprocher deux personnes, donne-leur un ennemi commun. » De plus, on a tellement besoin des autres sur les plans technologique et social qu'on a développé des systèmes affectifs qui sont des adaptations à la coopération et à la réciprocité, comme l'empathie, la compassion...

Québec Science : ...l'amour ?

Bernard Chapais : Tout à fait. Pourquoi a-t-on développé à ce point l'amour et les relations d'amitié ? C'est qu'on vit dans un monde d'interdépendance et tout

Bernard Chapais : J'ai un étudiant qui fait un doctorat sur l'homosexualité des macaques japonais et il arrive lui aussi à cette conclusion surprenante : il y a des tabous même chez les primatologues. Il se peut qu'on ait peur de passer pour homosexuel si on travaille là-dessus. D'autres disent que le phénomène n'est pas si fréquent et qu'il ne vaut pas vraiment la peine d'en parler. Sauf que, chez certaines espèces, comme le macaque japonais, il y a beaucoup d'homosexualité, en particulier chez les femelles. Et ce n'est pas seulement un simulacre; c'est très érotique, très sexuel.

Québec Science : Mais quel peut bien être le rôle de l'homosexualité d'un point de vue évolutif ?

Bernard Chapais : Il semble qu'il s'agisse, entre autres choses, d'un mécanisme réducteur de tension. Lorsque les femelles entrent en œstrus, c'est comme si elles oublieraient leur rang de dominance et la tension qui y est habituellement associée. C'est comme si elles se disaient « enfin, on peut se toucher »; dès lors, elles s'approchent et se montent comme le font les mâles.

Québec Science : Cette dissociation entre reproduction et sexualité s'observe-t-elle aussi chez d'autres espèces ?

Bernard Chapais :

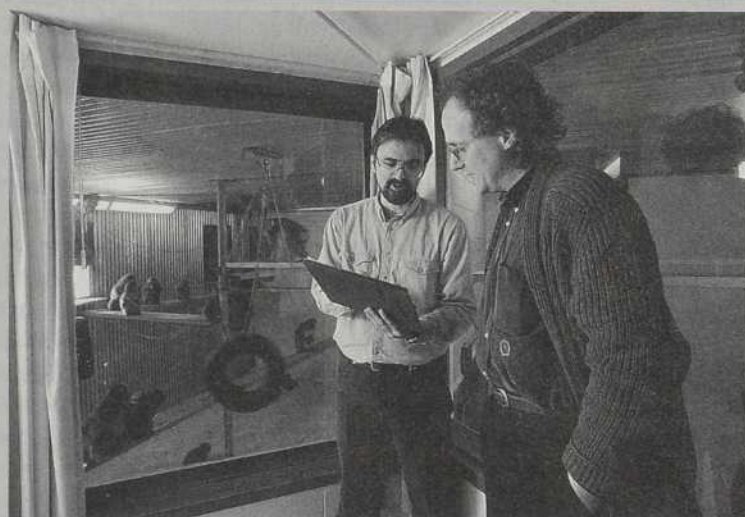
Bien sûr. Le bonobos, par exemple, qui est l'une des deux espèces de chimpanzé, a une sexualité tout à fait divergondée. Par exemple,

il se sert du sexe pour se réconcilier après une altercation. Parfois, les femelles s'offrent pour avoir accès à de la nourriture. Pour le primate, ce n'est pas péjoratif du tout, ce n'est qu'un échange de services parmi tant d'autres...

Québec Science : On n'est pas loin de la prostitution...

Bernard Chapais : C'est très délicat de se prononcer là-dessus, car on ne sait pas si ces comportements ont une origine commune. Mais il est intéressant de cons-

Un laboratoire fait sur mesure



Depuis deux ans, le département d'anthropologie de l'Université de Montréal dispose d'un tout nouveau laboratoire de primatologie comportementale situé tout près de Saint-Hyacinthe, à 60 kilomètres à l'est de Montréal. Construit au coût d'un demi-million de dollars, le bâtiment a été conçu pour qu'on ne manque rien du comportement social des 40 macaques japonais qu'il abrite. « C'est un laboratoire au moins trois fois plus grand que celui que nous avons à Montréal depuis 1984, » explique Bernard Chapais.

Avec un poste d'observation qui permet de voir simultanément deux des cinq pièces intérieures ainsi que les deux enclos extérieurs (les macaques japonais, qui vivent dans le nord du Japon, sont adaptés au froid), les moindres faits et gestes des singes peuvent être enregistrés. De plus, toutes ces pièces communiquent entre elles par des portillons qu'on actionne à distance. Ceci permet de modifier à loisir la composition des groupes de primates, condition essentielle pour une analyse détaillée du comportement social. « En quelques minutes, on peut fabriquer n'importe quel sous-groupe désiré; c'est notre outil de travail numéro un », de conclure le primatologue.

ce que les autres peuvent nous donner en termes d'information, de service ou de ressource peut nous être utile. On crée donc des liens qu'on cimente par l'affectivité. Ce sont des adaptations au même titre que l'agression, mais dans un contexte où l'on a besoin des autres.

Québec Science : J'ai lu quelque part que des primatologues passaient systématiquement sous silence certaines catégories d'observation, notamment en ce qui concerne l'homosexualité...

tater que les primates et l'humain utilisent la sexualité à des fins autres que la reproduction.

Québec Science : Y a-t-il des situations chez l'humain où l'héritage de nos ancêtres primates est méconnaissable ?

Bernard Chapais : La façon dont on choisit un partenaire pour la reproduction s'est passablement modifiée chez l'humain. À partir du moment où le père est devenu un pourvoyeur de soins parentaux, les critères de sélection de la femme se sont adaptés à cette nouvelle réalité. Ce qui intéresse désormais la femme, ce n'est plus tellement la force physique de l'homme, mais plutôt sa capacité à être un bon pourvoyeur pour ses enfants. Les critères précis varient d'une société à l'autre mais partent toujours du même principe : celui qui a plus de bétail, de terre, d'argent, de prestige... Et comme les hommes ont maintenant des obligations familiales, il deviennent à leur tour une ressource limitée, ce qui augmente la compétition entre les femmes pour les hommes et nous distingue encore plus des primates.

Québec Science : Autrement dit, ce qui est le plus valorisé chez notre espèce, c'est le succès social ?

Bernard Chapais : En bonne partie,

Chez certaines espèces, comme le macaque japonais, il y a beaucoup d'homosexualité, en particulier chez les femelles.

oui. À ce sujet, je peux citer l'excellente étude effectuée par Daniel Pérusse alors qu'il était encore un de mes étudiants au doctorat. À l'origine de cette recherche, aujourd'hui reconnue mondialement, il y avait ce constat troublant pour un sociobiologiste : si, dans les sociétés animales, on trouve une corrélation positive entre dominance et succès reproducteur, il en va tout autrement dans les sociétés modernes actuelles où les gens riches tendent à avoir moins d'enfants que les gens pauvres. La théorie de la sélection sexuelle était donc remise en question dans nos sociétés. Pour voir clair dans tout ça, Daniel a eu l'idée de faire la distinction entre succès reproducteur et effort reproducteur. Autrement dit, il a tenu compte de la contraception ! Car, évolutivement parlant, c'est bien pour maximiser l'effort reproducteur que l'on a

été sélectionné, pour la copulation elle-même. Le nombre d'enfants, en d'autres termes le succès reproducteur, est une conséquence habituellement inévitable mais que la contraception empêche de se manifester. En se basant sur une enquête effectuée auprès de 1 300 personnes et en tenant compte de plusieurs autres paramètres tels le statut marital des individus, il a trouvé de fortes corrélations entre le succès social et l'effort reproducteur. Autrement dit, le prestige, le niveau d'éducation et le revenu faciliteraient l'accès à un plus grand nombre de partenaires sexuels. La théorie de la sélection sexuelle semble donc tenir le coup...

Québec Science : Pensez-vous qu'une plus large diffusion des données de la biologie évolutive pourrait être bénéfique pour la société ?

Bernard Chapais : C'est un outil de plus pour nous comprendre. Il est possible d'imaginer une société non pas exempte d'agressions, car il y aura toujours des sources de conflits, mais une société où l'on aurait développé une plus grande conscience de nos motivations de sorte que l'on serait capable de voir venir les situations conflictuelles pour mieux les contrer. Mais il ne faut pas seulement admettre qu'on a tel et

Québec Science facile à consulter



La reliure *Québec Science* a belle apparence. De plus, elle est solide, pratique, facile d'entretien.

Un grand nombre (84,7 %) des abonnés de *Québec Science* disent qu'ils conservent leur magazine*. La reliure est l'outil idéal pour garder intacts vos *Québec Science* et retrouver rapidement les dossiers, articles ou chroniques qui vous intéressent.

Chaque reliure peut contenir 12 numéros de *Québec Science*.

*Enquête QS-CREST, mai 1991

Tarifs

1 reliure : 10,75 \$

3 reliures : 25,97 \$

5 reliures : 37,96 \$

(TPS, TVQ et frais d'expédition inclus pour le Canada)

Veuillez prévoir environ quatre semaines pour la livraison.

Cette offre expire le 30 juin 1994.

Je désire recevoir _____ reliure(s) au prix de _____

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____ app. _____

Ville _____ Province _____

Code postal _____ Pays _____

Chèque Mandat-poste Visa MasterCard

Chèque ou mandat-poste à l'ordre de Québec Science

N° de carte _____ Date d'expiration _____

Signature _____

Détachez et expédiez à Québec Science, C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1

tel héritage évolutif et s'arrêter là, sinon c'est dangereux. Les gens vont se dire : « C'est dans nos gènes, on n'y peut rien, le gros écrase le petit, c'est comme ça... » L'idéologie de droite avait d'ailleurs très vite récupéré le discours des premiers sociobiologistes parce que cela faisait son affaire. Au contraire, le message de la biologie évolutive et de la primatologie est qu'on a développé plusieurs nouveaux attributs qui nous permettent de contrer et de contrôler ce vieil héritage génétique. Faire la paix est aussi naturel que faire la guerre...

Québec Science : En terminant, comment fait-on pour vivre avec des réflexes de primatologue dans la vie de tous les jours ?

Bernard Chapais : J'ai bien sûr une tendance marquée à analyser les rapports humains dans une perspective évolutive, mais c'est rendu tellement intégré dans ma personnalité que je ne m'en aperçois même plus. Mais parfois, quand je m'y arrête, je suis fasciné de voir comment notre espèce réussit à concilier son vieil héritage évolutif marqué par l'égoïsme de l'individu avec son plus récent besoin d'interdépendance sociale. Et je me rends compte que nous y parvenons en faisant passer la satisfaction des besoins personnels par



Eve-Luce Bourque

Deux macaques japonais femelles. Notre photographe a croqué sur le vif cet acte homosexuel. « Un mécanisme réducteur de tension », explique Bernard Chapais.

l'utilisation des autres. Les rapports amicaux, amoureux, professionnels, etc. sont des systèmes à égoïsme mutuel dans lesquels les intérêts des partenaires tendent à être convergents ou complémentaires. On n'a donc pas à avoir peur de notre égoïsme puisque que c'est un égoïsme qui nous porte à la réciprocité, à l'entraide et à la collaboration.

Ce qui me désole cependant, c'est de voir comment les institutions civiles ou religieuses, les politiciens, la publicité, bref, ceux qui ont le pouvoir, camouflent constam-

ment leurs intérêts personnels derrière des motivations apparemment altruistes. Ceci dit, la plupart du temps, ils sont probablement inconscients de leurs motivations profondes. Finalement, j'ajouterais que ce travail me permet peut-être aussi de voir certaines questions existentielles sous un angle nouveau. Nous sommes là parce que certaines molécules, certains organismes, mieux adaptés que d'autres, se sont reproduits plus efficacement. Où est la finalité dans tout ça ? Il ne semble pas y en avoir... C'est simplement la vie pour la vie. ●

Pour en savoir plus

1. « Primates and the Origins of Agression, Power and Politics Among Humans » in : *Understanding Behavior, what primate studies tell us about human behavior*. J.D. Loy & C.B. Peterseds, Oxford University Press, 1991.
2. « L'héritage évolutif », numéro thématique de la revue *Anthropologie et Société*, Volume 12, numéro 3, 1988.
3. *The Human Primate*, Richard Passingham, W.H. Freeman and Company, 1982.
4. *Sex, Evolution and Behavior*, Martin Daly, Margo Wilson, Wodsworth Publishing Company, 2nd edition, 1983.

La Cité des Sciences et de l'Industrie de La Villette, Hydro-Québec, le Centre des sciences de l'Ontario, la Fédération des cégeps, le Musée de la Civilisation de Québec, l'Académie des Sciences, l'Office franco-québécois pour la jeunesse, le Palais de la Découverte, l'Université du Québec à Montréal, Québec Science, l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, le Centre Jacques Cartier, le Conseil de la science et de la technologie, l'Université Cornell, le Groupe Métamorphose et plus de 400 personnes de tous les continents y seront pour débattre, illustrer et discuter de l'avenir de la culture scientifique et technologique.

Pour vous inscrire maintenant :
(514) 987-6975

QUAND LA

SCIENCE

SE FAIT

CULTURE



Montréal
10 au 13 avril
1994

FORMULAIRE D'INSCRIPTION

Nom : _____

Titre : _____

Établissement d'enseignement : _____

Adresse : _____

Ville : _____

Pays : _____ Code postal : _____

Téléphone : _____

Télécopieur : _____

Principaux champs d'intérêt : _____

Frais d'inscription :
(\$ canadiens, taxes incluses)
Indiquer la catégorie appropriée

	Montant
<input type="checkbox"/> Inscription globale : 370 \$	_____
<input type="checkbox"/> Inscription partielle : 260 \$	_____
<input type="checkbox"/> Inscription pour étudiants ou étudiantes : 225 \$	_____
<input type="checkbox"/> Dîner-conférence : 110 \$	_____
Total	_____

Je désire recevoir plus d'information sur l'hébergement à Montréal.

Veillez retourner le formulaire dûment rempli et votre paiement à l'adresse suivante :

«Quand la science se fait culture»
Université du Québec à Montréal
C. P. 8888, succursale A
Montréal (Québec)
Canada H3C 3P8
Téléphone : (514) 987-6975
Télécopieur : (514) 987-3693

Mode de paiement :

chèque visé en dollars canadiens ou règlement international établi à l'ordre de l'Université du Québec à Montréal

VISA N° _____

MASTER CARD Expiration : ____/____

Signature : _____

La fin des grands barrages?

Le vent a tourné. Grande-Baleine et Sainte-Marguerite ont le même avenir : incertain. Le développement tout azimut du secteur de l'énergie est remis en cause. A-t-on vraiment besoin de nouveaux grands barrages ? Oui, répondent certains experts... qui se basent sur des données très incertaines.

par Isabelle Montpetit

« L'immense territoire du Québec est riche de toute une variété de ressources. (...) Là où tout le monde ne voyait qu'une terre inhospitalière et désolée, habitée seulement par quelques poignées d'Inuit et de Cris, se dessine aujourd'hui la nouvelle frontière du Québec. » Les mots sont de Robert Bourassa, il les écrivait en 1985. Aujourd'hui, son rêve se heurte à la réalité.

Car, pour le moment au Québec, nous produisons beaucoup d'électricité, assez pour suffire à la demande actuelle. Nous en avons même trop : le 27 janvier dernier, alors que les Québécois ont battu leur propre record de consommation d'électricité, nous avons des centaines de mégawatts en réserve, sans en acheter à l'entreprise privée ou à l'étranger.

Une question est au cœur du débat sur l'énergie : en aurons-nous assez dans 10 ou 20 ans ?

Selon la réponse adoptée, nous déciderons ou non de construire les installations nécessaires : peut-être des complexes hydroélectriques sur les rivières sauvages de Grande-Baleine, Sainte-Marguerite ou Ashuapmushuan, peut-être des centrales thermiques, polluantes, un peu partout dans la vallée du Saint-Laurent... Sont en jeu : des sommes colossales pour financer ces travaux, nos relations avec les Amérindiens, la préservation de sites naturels exceptionnels, une contribution à l'effet de serre, nos stratégies économiques...

A-t-on vraiment besoin de plus d'électri-

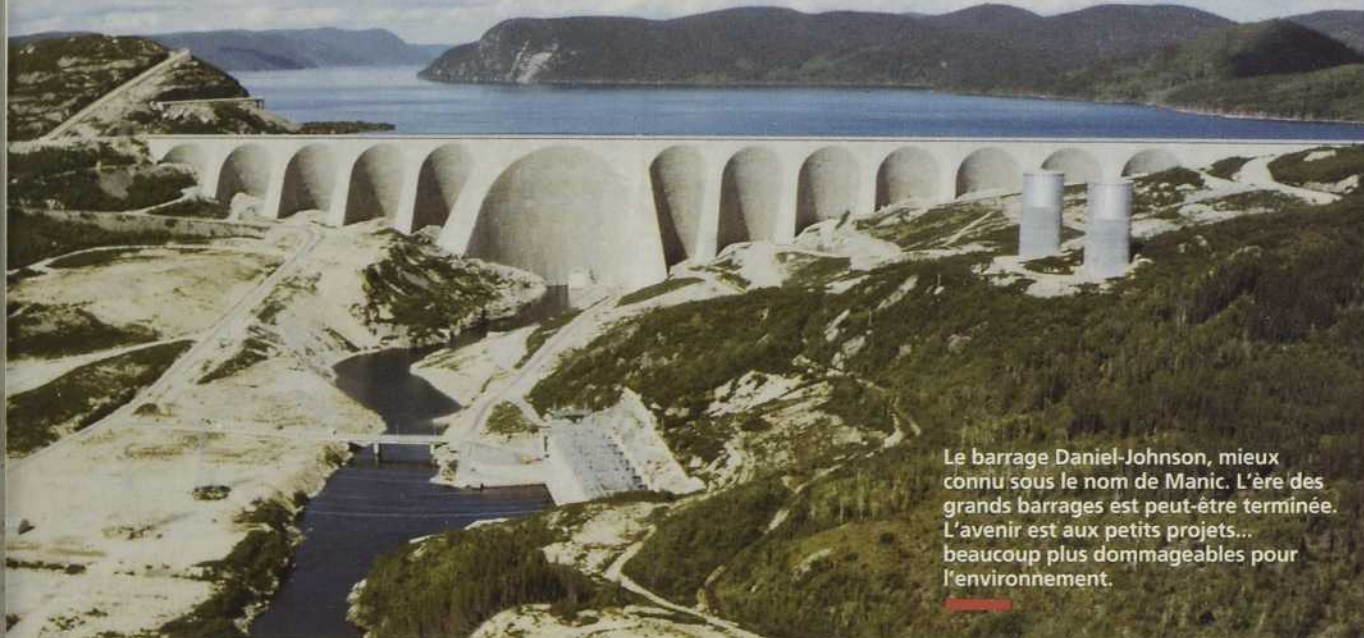
cité ? Pour répondre, les experts d'Hydro-Québec et du ministère québécois des Ressources naturelles doivent prévoir l'évolution de nos besoins en énergie. Et pour prévoir cette évolution, ils doivent se livrer à des calculs acrobatiques basés sur des hypothèses très fragiles.

La croissance de la population et celle de l'économie sont des données de base. Les experts décortiquent aussi nos habi-

tudes de consommation... et les extrapolent sur de nombreuses années. Par exemple, pour estimer les besoins globaux en énergie, le ministère des Ressources naturelles a posé l'hypothèse que les habitudes de transport ne changeront pas : pas d'augmentation du covoiturage ni du transport en commun ! Ces experts doivent aussi deviner comment les innovations technologiques feront évoluer la consommation des appareils domestiques et des procédés industriels. Hydro-Québec prévoit ainsi que l'industrie des pâtes et papiers modernisera ses méthodes de production et se lancera dans la fabrication de nouveaux types de papier. La

La Grande Rivière de la Baleine. Avons-nous vraiment besoin d'y construire un complexe hydroélectrique ? Cela dépend entre autres choses de la croissance économique des prochaines années.





Le barrage Daniel-Johnson, mieux connu sous le nom de Manic. L'ère des grands barrages est peut-être terminée. L'avenir est aux petits projets... beaucoup plus dommageables pour l'environnement.

société d'État croit également que la production des alumineries augmentera de 85 % entre 1991 et 1997.

Or, rien ne garantit que ces prévisions se réaliseront. Il y a 20 ans, alors que nous pataugions en pleine crise du pétrole, il était impossible d'imaginer l'ampleur de la récession actuelle, et rares étaient ceux qui croyaient vraiment en la mondialisation de l'économie. D'ailleurs, le monde de l'aluminium est actuellement en crise.

Bref, la prévision de la demande relève un peu de la science-fiction.

C'est pourquoi plusieurs observateurs, notamment les groupes écologistes, mettent en doute la capacité d'Hydro-Québec, ou du gouvernement, ou de quiconque, de prévoir l'évolution des besoins en électricité. Hydro-Québec a d'ailleurs toujours surestimé ces besoins futurs. Si on avait écouté ses recommandations des années 70, il ne resterait aujourd'hui plus de rivière à harnacher, sans parler des nombreuses centrales thermiques ou nucléaires qui auraient été implantées un peu partout. Et même si ces plans n'ont pas été suivis, le Québec s'est quand même retrouvé au cours des années 80 avec des surplus d'électricité qui ont été vendus à perte.

Le même scénario se répètera-t-il au cours des 20 prochaines années ? Lorsqu'elle prévoit la demande d'électricité jusqu'en 2010, Hydro-Québec planifie aussi une série de projets qui seront nécessaires pour combler ces besoins. L'exercice permet, entre autres choses, d'examiner

nos habitudes de consommation et de préparer l'avenir. Et comme la planification d'un barrage hydroélectrique doit démarquer une dizaine d'année à l'avance, nous n'avons pas le choix de prévoir la demande au moins pour cette période, même si les résultats sont imparfaits. Entre temps, l'évaluation de ces besoins sera régulièrement révisée. Si nécessaire, certains projets — Grande Baleine ? Sainte-Marguerite ? — seront devancés ou retardés.

Que disent les scénarios d'évolution de la demande ? En faisant l'hypothèse d'une croissance économique de 2,5 % par année entre 1991 et 2011, le ministère des Ressources naturelles prévoit que nous consommerons 25 % plus d'énergie, et 37 % plus d'électricité. Dans son dernier plan de développement, en 1992, Hydro-Québec estime que la demande d'électricité augmentera de 2,2 % par année entre 1992 et 2010, soit près de 40 % au total. La société d'État entendait combler une partie des nouveaux besoins par un programme d'économie d'énergie, et le reste par la construction de six nouveaux projets hydroélectriques : Laforge-2 (290 MW), Eastmain-1 (465 MW), Haut-Saint-Maurice (615 MW), Ashuapmushuan (730 MW), Sainte-Marguerite (820 MW), et bien sûr Grande-Baleine (3120 MW).

Par contre, si on suppose une croissance économique de 1,8 % par année, comme l'a fait Hydro-Québec dans un autre scénario, on efface d'un seul coup 5420 MW. Selon cette hypothèse, Laforge-2 et Eastmain-1 suffiraient amplement à remplir la

demande. La décision de construire Grande-Baleine et trois autres complexes dépend donc d'une variation de la croissance économique de 0,7 % par année !

D'ailleurs, dans son rapport sur l'évaluation du projet de Sainte-Maguerite, le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, le BAPE, concluait qu'Hydro-Québec n'avait pas montré que la demande future d'électricité nécessitait le détournement de deux rivières. La ministre de l'Énergie et des Ressources de l'époque, Lise Bacon, s'était alors montrée indignée et avait accusé le BAPE d'outrepasser son mandat.

N'empêche que le BAPE avait probablement raison. Depuis son plan de développement de 1992, Hydro-Québec a en effet révisé ses prévisions à la baisse. À la fin de février, soit à peu près au moment où ce magazine sortira de l'imprimerie, la société d'État doit publier une autre révision de la demande en puissance et en énergie. Elle doit aussi annoncer les « ajustements » qu'elle prévoit faire à ses projets de nouvelles centrales. Saura-t-elle viser juste ?

Mais, surtout, que décidera le gouvernement ? L'ère de Robert Bourassa, inconditionnel de « l'énergie du Nord », est maintenant révolue. À peine nommé, le ministre des Ressources naturelles, Christos Sirros, successeur de Lise Bacon, affirmait vouloir réévaluer en profondeur le dossier de l'énergie. Le lendemain, à la une des journaux : « La fin des grands barrages ? » ●

Les éléments du débat

Et si nos besoins d'énergie augmentaient, par quoi les comblerions-nous ? L'énergie éolienne n'est pas une panacée. La cogénération non plus. Voici pourquoi.

par Isabelle Montpetit

On fait souvent l'éloge de la voiture électrique. Mais qu'y a-t-il de si écologique à en faire rouler une dans une région où l'électricité est produite par une centrale au charbon ? C'est pourtant ce qu'on s'appête à faire aux États-Unis dès 1998, quand la Californie obligera la vente de telles voitures. L'histoire se répète avec le chauffage au Québec : deux résidences sur trois sont chauffées à l'électricité. Or, lors des périodes de pointe d'hiver, une partie non négligeable de l'électricité est produite par des centrales thermiques utilisant du gaz naturel. Où est le problème ? Au moins 50 % de l'énergie est gaspillée lorsque le gaz est brûlé pour produire de l'électricité. Cependant, si on se chauffait directement au gaz, la perte d'énergie — via la cheminée — ne serait que de 15 à 35 %. Vaut-il mieux chauffer au gaz ? La question mérite d'être débattue.

À vrai dire, la même question se pose pour la plupart des formes d'énergie, dans la plupart des utilisations. Car il est facile de transformer une forme d'énergie en une autre : par exemple de la chaleur en électricité, et vice versa. On peut aussi effectuer la plupart des tâches avec l'une ou l'autre des sources d'énergie : certains véhicules avancent grâce au gaz naturel, d'autres avec de l'électricité, la plupart avec du pétrole.

Prenons l'exemple de l'électricité. La façon la plus courante d'en produire consiste à faire tourner une grosse turbine qui, à son tour, actionnera une génératrice. Le



problème, c'est de faire tourner la turbine.

Pour cela, on peut utiliser la force de l'eau qui tombe (hydroélectricité), du vent (éoliennes) ou de la vapeur d'eau (centrales thermiques). Pour produire cette vapeur, on chauffe de l'eau

avec du gaz naturel, du mazout, du charbon ou de la biomasse (bois, tourbe, biogaz, déchets, etc.). La façon la plus sophistiquée de chauffer de l'eau, c'est avec le nucléaire. À l'intérieur du réacteur nucléaire, les noyaux d'uranium se brisent

en libérant beaucoup de chaleur. L'unique but d'une centrale nucléaire, c'est de récupérer cette chaleur pour produire de la vapeur qui actionnera une turbine.

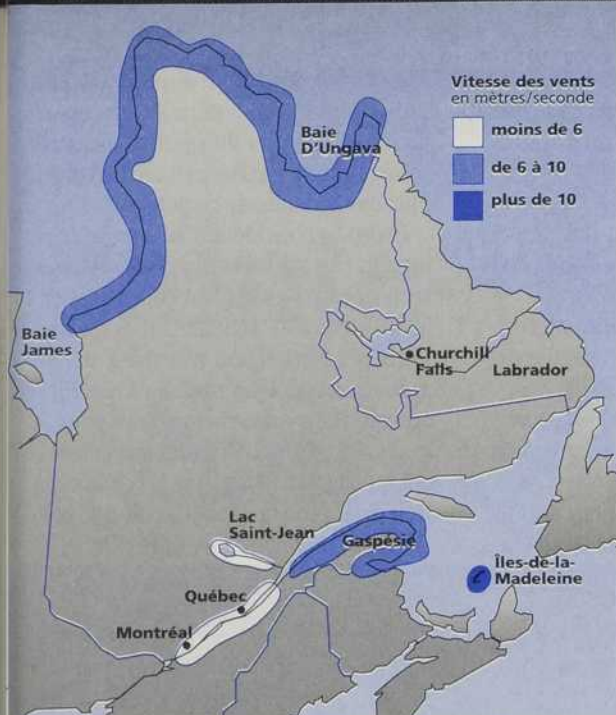
Il existe d'autres moyens de produire de l'électricité : certains matériaux à base de silicium transforment la lumière en électricité. C'est la filière photovoltaïque. Malheureusement, elle en est encore au stade expérimental, et ses coûts sont prohibitifs.

Puisque toutes les formes d'énergie peuvent servir à la plupart des utilisations, un débat sur l'énergie devrait inclure une analyse des coûts, des impacts et des risques de ces différentes filières. On a rarement fait l'exercice, qui nous réserve pourtant quelques surprises...

Au Québec, c'est la filière hydraulique

La construction de LG-2, en 1980.





Le Québec est riche de régions venteuses : particulièrement aux Îles-de-la-Madeleine, mais aussi en Gaspésie et dans le Grand Nord. Un parc d'éoliennes sera d'ailleurs aménagé en Gaspésie.

qui a toujours été favorisée. C'est en effet la façon la moins chère de produire l'électricité. C'est aussi l'une des sources les moins polluantes, en plus d'être renouvelable. Mais la construction des grandes centrales hydroélectriques nécessite d'énormes emprunts (voir l'article en page 31), qui devront être remboursés, peu importe si l'électricité produite est vendue ou non. C'est ainsi qu'Hydro-Québec s'est retrouvée à vendre ses surplus d'électricité à perte pendant les années 80.

La filière thermique évite ce problème : on cesse la production quand l'électricité n'est plus nécessaire. Et comme le gaz ne coûte pas cher, l'électricité est produite à un coût relativement faible. Cela reste vrai même si seulement de 30 à 50 % de l'énergie contenue dans le combustible est effectivement transformée en électricité. Le reste est perdu en chaleur.

Il est bien sûr avantageux de récupérer cette chaleur. C'est le principe de la cogénération, actuellement à la mode (voir l'article en page 36). Avec la cogénération, la chaleur perdue est récupérée et utilisée pour certains procédés industriels, par exemple dans l'industrie des pâtes et papiers. Le rendement global monte alors à 60 %.

Aux États-Unis, la cogénération est intéressante, parce que l'électricité y est surtout produite par des centrales thermiques. Elle l'est beaucoup moins au Québec, où l'on produit surtout de l'hydroélectricité, moins polluante.

Il faut effectivement tenir compte de la pollution de l'air. Supposons que nous décidions de produire avec des centrales thermiques au gaz naturel l'équivalent du projet Grande-Baleine (soit chaque année à peu près l'équivalent de l'énergie contenue dans 1,4 million de tonnes de pétrole). On augmenterait de 24 % les émissions québécoises d'oxydes d'azote, un précurseur des pluies acides, et de 20 % celles de CO₂, un gaz qui provoque l'effet de serre. Avec des centrales au mazout, ce serait encore pire !

C'est ainsi que l'hydroélectricité a gagné sa réputation de

Le Centre des technologies du gaz naturel : promouvoir le développement et l'efficacité énergétique.



Parce que les gazotechnologies peuvent faire avancer les entreprises, le Centre s'est donné une mission précise : répondre de la manière la plus efficace et la plus économique aux besoins des utilisateurs de gaz naturel. Organisme sans but lucratif et catalyseur de premier plan, il rassemble les forces de ses membres et partenaires universitaires, d'affaires ou d'État afin de développer, de transférer et d'adapter des technologies et de les amener au stade de l'implantation chez l'utilisateur et de la fabrication chez le manufacturier.

Ainsi, le Centre des technologies du gaz naturel résout l'équation de l'efficacité énergétique, du respect de l'environnement et de l'amélioration de la productivité et de la compétitivité des entreprises d'ici.

Centre de conception, de recherche appliquée, de développement, de réalisation et d'inspection d'appareils, c'est aussi un centre d'expertise et d'échanges pour les ingénieurs-conseils, les architectes, les manufacturiers et les utilisateurs de gaz naturel.



Centre des technologies du gaz naturel

Devenez membre et partenaire du Centre des technologies du gaz naturel.

Composez le (514) 449-4774 Télécopieur (514) 449-4994

35-7, rue de Lauzon, Boucherville (Québec) J4B 1E7

propreté : elle n'affecte pas la qualité de l'air. Mais ses impacts ne sont pas négligeables pour autant. L'inondation de territoires modifie considérablement les écosystèmes. Hydro-Québec parle pudiquement de transformation d'écosystèmes terrestres en écosystèmes aquatiques. Il y a plus. En se décomposant, la matière organique du fond des réservoirs libère du méthylmercure, une substance toxique qui contamine les poissons et ceux qui s'en nourrissent, animaux ou humains. On ne peut donc pas se nourrir régulièrement des poissons pêchés dans ces réservoirs. Pendant longtemps, on a cru que le problème de mercure s'estomperait après une trentaine d'années. Mais le fond des réservoirs contient beaucoup plus de mercure que prévu (voir Québec Science, février 1994).

Autre handicap de l'hydroélectricité : plusieurs sites prometteurs sont situés sur des territoires revendiqués par les nations autochtones en quête d'autonomie politique.

Et le nucléaire ? L'an dernier, la centrale nucléaire de Gentilly-2 a fourni près de 4 % de l'électricité produite au Québec. Le nucléaire coûte cher, mais son principal handicap, c'est la production de déchets radioactifs... et un problème évident d'image. On accumule ces déchets dans des piscines en attendant de trouver un moyen de les entreposer à long terme.

Les accidents nucléaires sont extrêmement rares, mais lorsqu'ils se produisent, ils peuvent être très coûteux. L'accident de Tchernobyl, dans l'ex-URSS en 1986, a fait beaucoup de morts. Vétuste, la centrale avait des normes de sécurité pitoyables comparées à celles appliquées au Canada. L'accident de Three Miles Island, en 1979 aux États-Unis, n'a fait aucune victime. Les dégâts ont quand même coûté deux milliards de dollars !

Mais notre perception du nucléaire peut changer lorsqu'on prend la peine de compter les morts. L'estimation précise du risque d'un accident nucléaire est bien sûr impossible; mais il ne faut pas pour autant oublier que les risques sont similaires pour d'autres sources d'énergie : régulièrement un pétrolier échoue, une plate-forme de forage est emportée par la tempête... Et doit-on compter les gens morts dans ces guerres qui ont les produits pétroliers pour enjeu ? Quelle a été la pire catastrophe, l'accident de Tchernobyl ou la guerre contre l'Irak ?

N'oublions pas aussi que le simple fait d'exploiter normalement une centrale — thermique ou nucléaire — est source de

mortalité : l'extraction minière et le transport du combustible s'accompagnent de trop nombreux accidents de travail (voir le tableau en page 34).

Il reste l'énergie éolienne. Au Québec, il vente beaucoup et souvent, surtout en Gaspésie, sur la Côte-Nord et le long de la Baie d'Hudson et de la Baie d'Ungava (voir la carte). C'est loin des grands centres. Il faudra donc penser aux lignes de transport d'électricité, au-dessous desquelles on répand des herbicides pour empêcher les arbres de pousser. De plus, plusieurs des sites les plus venteux se trouvent sur les berges du Saint-Laurent, parmi les plus beaux paysages du Québec,



La centrale Gentilly-2, près de Trois-Rivières. L'expérience nucléaire québécoise n'ira pas plus loin.

qui perdraient leur charme après l'installation de parcs d'éoliennes.

La production d'énergie éolienne prend beaucoup d'espace : environ 1 km² par mégawatt. C'est comparable à la surface inondée avec l'hydroélectricité ! En d'autres termes, l'énergie éolienne modifie à peu près la même superficie de territoire que l'hydroélectricité. Qui prétend que l'énergie du vent est pratiquement sans impact ? Il faut cependant préciser que ce territoire n'est pas complètement perdu. On peut pratiquer certaines activités, comme l'agriculture, sous les éoliennes.

L'énergie du vent a quand même des atouts. C'est la source d'énergie la plus propre et la plus facile à installer. Et les vents sont à leur maximum l'hiver, au moment où les plinthes électriques du Québec demandent le maximum de courant. Les parcs d'éoliennes pourraient donc absorber une partie de cette demande de pointe.

Mais comme la vitesse des vents varie, on ne peut pas prévoir d'avance la quanti-

té d'électricité dont on disposera. L'utilisation des éoliennes permettrait cependant d'économiser une partie de l'eau des réservoirs, qui deviendrait ainsi disponible pour la demande de pointe.

Hydro-Québec vient d'ailleurs de faire le saut. La compagnie américaine Kenech a obtenu un contrat pour installer 40 MW d'électricité éolienne en Gaspésie. Cette production sera raccordée au réseau principal. Il ne reste qu'à obtenir les autorisations gouvernementales pour démarrer le projet. Hydro-Québec paiera cette électricité au même prix que celle qui serait produite par Grande-Baleine.

On pourrait continuer encore long-

temps de telles comparaisons entre les différentes sources d'énergie. Jetez un coup d'œil aux tableaux qui accompagnent ce dossier. Que doit-on en conclure ? Qu'aucune source d'énergie n'est à la fois économique et inoffensive. Pour le chauffage, par exemple, le gaz naturel et le pétrole coûtent actuellement moins cher que l'électricité, sauf si on utilise la bi-énergie (chauffer avec un combustible fossile lors des périodes de pointe d'hiver, utiliser l'électricité le reste de l'année). D'un strict point de vue financier, il vaut donc mieux chauffer au mazout ou au gaz naturel. Mais ces combustibles contribuent à l'effet de serre et aux pluies acides. Qu'est-ce qui est le plus important, l'argent ou l'environnement ?

C'est notre conclusion : puisqu'il n'y a pas de réponse universelle à ce genre de question, les choix énergétiques reposent ultimement sur nos valeurs.

Une chose est cependant certaine. Si toutes les sources d'énergie coûtent cher et ont des impacts importants, et s'il n'y a pas de remède miracle, la solution consiste simplement à consommer moins d'énergie. C'est d'ailleurs le sujet du prochain article. ●

Sainte-Marguerite ou Sainte-Efficacité ?

À la limite, l'efficacité énergétique pourrait remplacer les projets de grands barrages. Les programmes québécois d'efficacité énergétique récoltent d'ailleurs une bonne note pour ce qu'ils font. Mais une mauvaise note pour ce qu'ils ne font pas.

par Gilles Parent

Au cours des prochaines années, des équipes mandatées par Hydro-Québec cogneront aux portes de milliers de résidences québécoises. Elles installeront gratuitement des thermostats plus performants, des minuteriers pour les filtres de piscine et d'autres produits économeurs à faible coût, tout en prodiguant des conseils sur l'efficacité énergétique. L'économie qu'on prévoit réaliser grâce à ce Programme d'installation directe (PID) : 1,2 milliard de kilowattheures d'électricité. Le programme est cependant coûteux : 370 millions de dollars, c'est-à-dire plus de 300 dollars par visite.

À prime abord, l'effort d'Hydro-Québec

paraît fort louable et est susceptible de clouer le bec à ceux qui l'accusent de ne pas faire assez pour l'efficacité énergétique. Mais un examen plus minutieux de la situation soulève toutefois quelques interrogations sur les choix de la société d'État, mais aussi sur la volonté réelle du gouvernement du Québec de développer l'efficacité énergétique. Ces interrogations ont été répétées à *Québec Science* par de nombreux experts... sous le couvert de l'anonymat, car les professionnels compétents dans ce domaine se sentent liés à Hydro-



Québec dans leur travail.

Certains de ces experts mettent par exemple en doute l'efficacité réelle de ces thermostats plus performants, malgré les résultats concluants de diverses études citées par Hydro-Québec.

L'installation — gratuite — des minuteriers pour filtres de piscine, qui selon Hydro-Québec feraient économiser jusqu'à 300 dollars par année, soulève d'autres questions. D'abord, pourquoi subventionner des gens qui ont les moyens de se payer une piscine ? « L'investissement de 30 dollars est vite

Pression du Sud

Voici un peu comment Hydro-Québec s'y prend pour déterminer son potentiel global d'efficacité. Elle identifie d'abord toutes les mesures susceptibles d'être appliquées, puis en précise le potentiel total. Au Québec, ce potentiel est de 45 térawattheures. Seconde étape : sélectionner les mesures rentables, le principal critère ici étant le coût évité du plus important projet de construction. Ainsi, Hydro-Québec évalue le coût de Grande-Baleine à 4,4 cents du kilowattheure; elle ne retiendra donc que les mesures qui permettent d'économiser un kilowattheure pour 4,4 cents ou moins. On parle alors de 27 térawattheures. Hydro-Québec pige dans cette liste pour déterminer les éléments de ses programmes qui doivent générer des économies de 9,3 térawattheures d'ici l'an 2000. Les autres 17,7 térawattheures ne seront tout simplement pas économisés. « Le succès de plusieurs mesures dépend de la participation du public; le taux de succès n'est jamais de 100 %, » explique le vice-président Efficacité énergétique, Jean H. Ouimet.

Il est possible d'économiser beaucoup plus que les 9,3 térawattheures prévus par Hydro-Québec, croit cependant Ashok Gupta, du Natural Resource Defense Council (NRDC). « Aux États-Unis, plusieurs programmes ont des taux de succès supérieurs », dit-il. Il



David Freeman

faut toutefois constater que les écologistes américains ignorent parfois la situation particulière du Québec. Par exemple, monsieur Gupta ne connaissait pas le phénomène des effets croisés : des mesures comme l'implantation de fluorescents compacts sont moins rentables chez nous parce que la chaleur des systèmes d'éclairage sert également au chauffage des locaux environ huit mois par année.

Le NRDC veut faire annuler un contrat de 800 MW entre Hydro-Québec et Consolidated Edison, de l'État de New York. Ensuite, le groupe de pression veut mettre tout son poids dans la balance pour que tout achat ultérieur d'électricité provienne non pas de source nouvelle, mais uniquement d'énergie économisée. « Nous sommes encore très loin de conclure un tel accord, précise Ashok Gupta, mais notre démarche envoie un signal clair quant aux possibilités de développer l'efficacité énergétique. »

Signe de temps nouveaux, la New York Power Authority, responsable de la politique énergétique de l'État de New York, a un nouveau président. Il s'agit de David Freeman, l'un des trois gourous américains de l'efficacité énergétique que *Québec Science* interviewait en décembre dernier.

récupéré par Hydro-Québec parce que cette intervention limite la nécessité de produire de l'énergie plus coûteuse, explique Jean H. Ouimet, vice-président Efficacité énergétique à Hydro-Québec. Tout le monde finit par en profiter. » Mais alors, pourquoi ne pas avoir appliqué la même logique pour d'autres interventions, comme la pose de fenêtres efficaces lors de la rénovation de logements ?

« Chaque fois qu'une rénovation est entreprise ou qu'une maison neuve est construite sans mesure d'efficacité énergétique, la possibilité d'intervenir est perdue à tout jamais », rappelle Daphna Castel, du groupe Au Courant. Jean H. Ouimet admet que le concept d'opportunités perdues s'applique dans ce contexte, mais promet des programmes pour... 1994-1995, sans pouvoir dire si les interventions seront subventionnées. « Cela fait des années que les maisons de type R-2000 existent. De tels programmes auraient dû être développés depuis longtemps », rétorque Daphna Castel.

Pour s'assurer de développer l'efficacité énergétique d'une manière... efficace, il faut bien sûr s'assurer que tous les acteurs d'un même domaine collaborent. Et là, on ne peut pas dire que la concertation soit présente partout. Par exemple, le Bureau de l'efficacité énergétique (BEÉ) du ministère des Ressources naturelles du Québec a conçu un programme d'évaluation pour les maisons existantes. Il s'agit d'indiquer la performance énergétique d'une maison, tout comme on indique la consommation d'essence d'une automobile. Cet incitatif serait accompagné de conseils et d'un plan de prêts spéciaux pour financer les améliorations. Alors que le directeur du BEÉ, Gaby Polisois, déplore la non-participation d'Hydro-Québec à ce programme, Jean H. Ouimet affirme en avoir appris l'existence par hasard au cours d'une partie de golf ! Le PID aurait pu offrir une occasion en or pour amorcer le programme du BEÉ, tout en assurant des retombées à long terme aux coûteuses visites à domicile d'Hydro-Québec.

L'efficacité énergétique ne se limite pas seulement au secteur résidentiel. D'importantes économies peuvent être réalisées dans les industries et les commerces. Encore là, on remarque que c'est chacun de son côté qu'Hydro-Québec et le BEÉ offrent une aide financière pour effectuer des analyses énergétiques. Une autre coopération qui ne semble pas très heureuse : celle entre les gazières et les pétrolières. Après tout, les économies de gaz ou de pétrole sont tout aussi justifiées que celles

Coup d'œil au thermostat

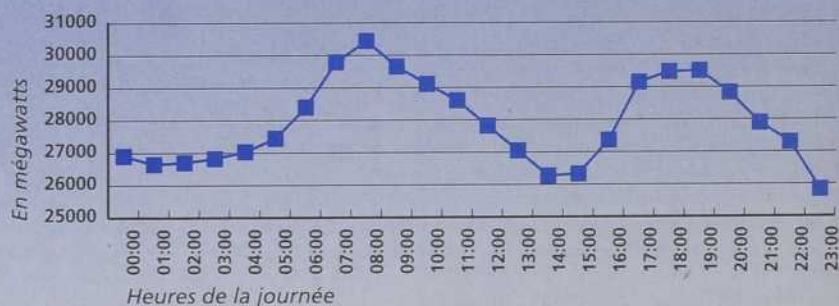
Le thermostat électronique remplacera le thermostat bimétallique que l'on retrouve habituellement dans nos maisons. Le bimétallique réagit trop lentement aux variations de température. Il coupe l'alimentation de la plinthe seulement lorsque la température ambiante est de 3 à 4°C supérieure à la température choisie par l'occupant, un écart à la hausse que celui-ci préfère à un écart de température à la baisse. En effet, si l'occupant abaisse le point de consigne du bimétallique, il devra subir des périodes d'inconfort, puisque la température de la pièce descendra à intervalles réguliers sous le seuil minimal de confort acceptable.

Le nouveau thermostat électronique fait mieux son travail. Il évalue constamment la température de la pièce et calcule aux 15 secondes l'énergie nécessaire pour maintenir la température au point de consigne. Les économies prévues selon Hydro : 12 % d'économie de chauffage, une diminution de 5 % sur la facture globale.

d'électricité. Pourtant, Québec n'a pas réussi à asseoir tout le monde autour de la même table pour élaborer un programme commun. Le résultat : c'est Hydro-Québec qui défraiera le coût de visite de 25 % des résidences qui chauffent au mazout. Finalement, l'annonce du programme de visites à domicile a coïncidé avec un autre partenariat manqué, du moins pour l'instant, celui avec la domotique.

L'idée est pourtant géniale : pour réduire la consommation durant les périodes de pointe hivernales, Hydro-Québec aurait pu délester à distance les plinthes électriques de milliers de résidences québécoises. C'est d'ailleurs ce dont rêvait le lobby naissant de la domotique. Projet avorté. Trop

Le 27 janvier dernier, vers 7h20 du matin, les Québécois ont battu leur record de consommation d'électricité. Fournir de l'électricité à tout le monde durant cette pointe est l'un des principaux problèmes d'Hydro-Québec.



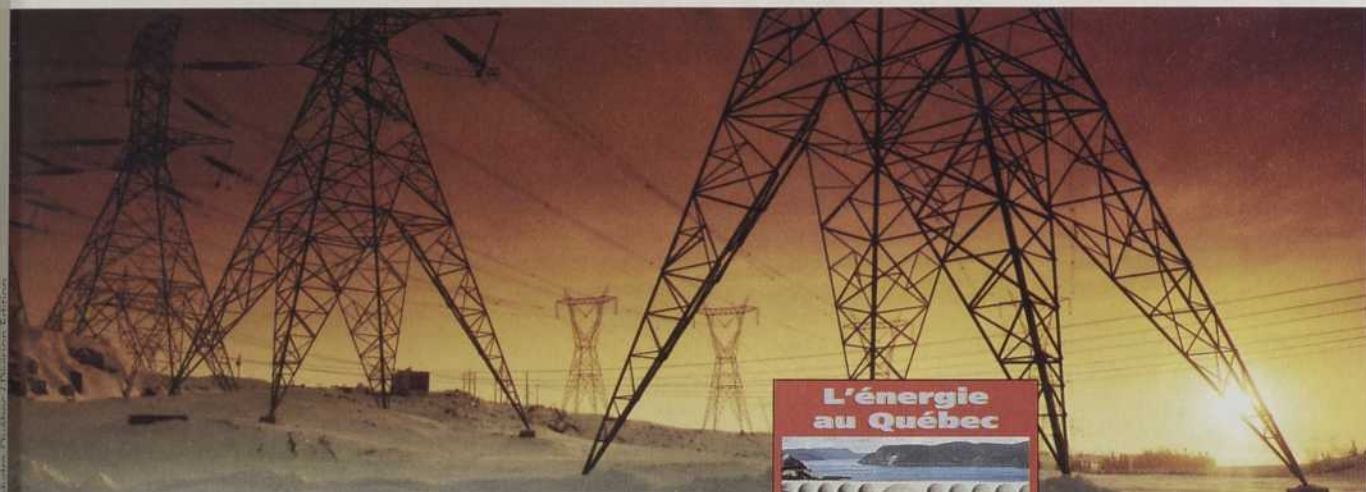
cher, dit Hydro-Québec. « Nos gens de la distribution craignent que le délestage ne recrée des pointes artificielles à différents moments de la journée », explique Jean H. Ouimet. Le délestage à distance est pourtant une pratique courante en Californie, sans que ce problème ne se pose, ni d'ailleurs celui de l'ingérence d'une société d'État dans la vie privée des citoyens.

Monsieur Ouimet ajoute qu'il était impossible de tester le thermostat à puce nécessaire au délestage à distance. De leur côté, les tenants de la domotique remettent en cause le potentiel d'économie des thermostats sans puce. Mais tout le monde s'entend sur un point : reprendre le débat pour la deuxième phase du projet, pendant laquelle seront installés plus de six millions de thermostats.

Le groupe Au Courant déplore cependant l'abandon temporaire du thermostat à puce, car selon lui les mesures qui permettent de contrôler la consommation durant les périodes de pointe devraient être prioritaires. La raison ? Le béton des barrages et les pylônes des lignes de transport coûtent à Hydro-Québec plusieurs dizaines de milliers de dollars... par bungalow chauffé à l'électricité ! Or, une bonne partie de ces équipements ne servent que lors de la période de pointe hivernale. Conséquence, pour chaque maison qui n'exige plus que 15 kilowatts au lieu de 20 à la suite de mesures de contrôle de la pointe, Hydro-Québec évite un investissement d'environ 10 000 dollars.

La logique suivie par Au Courant : utiliser ces 10 000 dollars pour financer des mesures d'efficacité. « Mais il faut commencer par sensibiliser le consommateur croit Daphna Castel. Peu de gens savent que le coût du kilowattheure résidentiel atteint 65 cents au moins 300 heures par année. » Il coûte entre 10 et 20 fois moins cher le reste de l'année.

À la défense d'Hydro-Québec, il faut souligner que la société d'État veut réduire la pointe. Elle a un projet pilote de tarification différenciée dans le temps. L'électricité pourrait donc éventuellement coûter



**L'énergie
au Québec**

**LA FIN DES
GRANDS BARRAGES ?**

plus cher lors de la période de pointe. Le vice-président Efficacité énergétique dit que plusieurs études sont en cours... L'objectif de réduction de la puissance est de 3 320 MW lors des périodes de pointe.

Mais on cherche encore la politique intégrée, avec une vision à long terme, mettant systématiquement à profit toutes les mesures d'efficacité énergétique rentables, en accordant priorité à la réduction de la pointe. Et on attend encore le débat public.

Un tel débat permettrait de mieux

connaître certaines informations. On a par exemple souvent justifié la construction des grands barrages par la création d'emplois, alors que l'efficacité énergétique en crée encore plus ! Même Hydro-Québec le reconnaît : « Chaque million de dollars investis dans les mesures d'efficacité crée 12,6 années-personne de travail contre 10,9 avec la construction de barrages hydroélectriques », constate Jean H. Ouimet.

De fait, des gens comme Daphna Cas-

tel croient qu'un bon programme intégré d'efficacité énergétique retarderait de quelques décennies la construction de nouveaux barrages. Rappelons l'enjeu économique. Malgré les faibles coûts de production de l'hydroélectricité, la dette d'Hydro-Québec atteint maintenant 32 milliards de dollars. Les différentes études entourant le projet Grande-Baleine ont coûté à elles seules 400 millions de dollars. Davantage que le PID. ●

L'électricité, les pluies acides et l'effet de serre

Imaginons que nous ayons besoin de l'électricité de Grande-Baleine. Et imaginons que le projet soit quand même abandonné. Par quoi le remplace-t-on ? Répondre à cette question, c'est décider de notre production de pluies acides et de notre contribution à l'effet de serre.

Voici l'impact, au Québec, des différentes solutions de rechange à Grande-Baleine. (Cela n'inclut donc pas les solutions de rechange de Sainte-Marguerite, d'Ashuapmushan...) Le NO_x et le SO₂ sont deux précurseurs des pluies acides; le CO₂, un gaz à effet de serre.

Centrales thermiques au gaz naturel	24 % plus de NO _x 20 % plus de CO ₂
Centrales thermiques au mazout lourd	52 % plus de NO _x 20 % plus de SO ₂ 23 % plus de CO ₂
Centrales thermiques au charbon	71 % plus de NO _x 26 % plus de SO ₂ 32 % plus de CO ₂
Centrales nucléaires	contribution aux pluies acides négligeable.
Éoliennes et piles photovoltaïques	aucune pollution atmosphérique

(Source : Hydro-Québec)

**BIO THERMICA
INTERNATIONAL INC.**

VALORISATION ÉNERGÉTIQUE
DE LA BIOMASSE ET DES BIOGAZ
Une solution environnementale rentable

BIOMASSE ET DÉCHETS
Valorisation énergétique de la biomasse et des déchets (urbains, industriels, forestiers...)

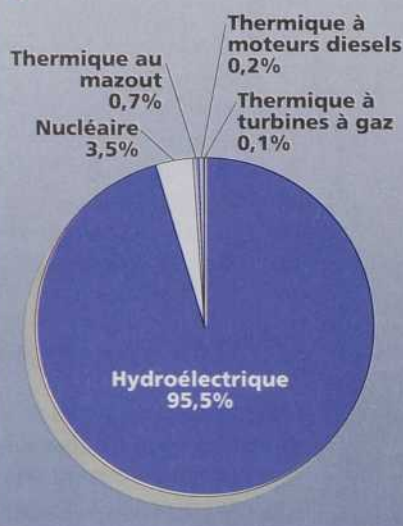
- Traitement thermique des résidus industriels
- Production d'énergie électrique à partir des déchets
- Épuration des gaz de combustion et dépolluissage
- Ingénierie de détail et construction
- Recherche et développement

BIOGAZ DE SITE D'ENFOUISSEMENT SANITAIRE
Réalisation clef en main d'usines de valorisation énergétique du biogaz

- Conception et mise en place de réseaux de captage
- Évaluation du potentiel d'utilisation du biogaz
- Analyse des alternatives de valorisation et des cycles thermodynamiques applicables
- Ingénierie de détail: procédé, mécanique, électricité et contrôle
- Surveillance des travaux et réalisation clef en main de centrales électriques

3333 Boul. Cavendish, Suite 440, Montréal (Québec) Canada H4B 2M5
Tél.: (514) 488-3881 - Fax: (514) 488-3125
7643 des Verveines, Charlebourg (Québec) Canada G1G 5M6
Tél.: (418) 622-2885 - Fax: (418) 622-9413

L'électricité québécoise : comment nous la produisons



Coûts de production de l'électricité

Dans notre monde où l'économie domine, le coût est toujours un argument majeur. L'électricité la moins chère : celle produite par les grands barrages. Les centrales thermiques offrent une possibilité économiquement intéressante, du moins aux prix actuels du gaz naturel. Mais ces prix sont appelés à augmenter, croit Hydro-Québec. L'expérience des parcs d'éoliennes du Danemark montre que cette filière est moins économique.

Hydroélectricité (grandes centrales)
de 3,0 à 4,6 ¢/kWh

Hydroélectricité (centrales de moyenne envergure)
5,2 ¢/kWh

Centrale thermique au gaz naturel
6,0 ¢/kWh (varie selon le coût du gaz naturel)

Centrale nucléaire
5,7 ¢/kWh

Énergie éolienne
de 6,1 à 7,6 ¢/kWh

Piles photovoltaïques
15 ¢/kWh

Source : Hydro-Québec
Prix de revient de l'électricité livrée à Montréal. Ces prix sont calculés en dollars de 1992, pour des installations mises en service en 2001.

Les victimes cachées

Il y a un impact dont on ne discute à peu près jamais : la mort des gens. Les accidents de travail sont pourtant fréquents lors de l'extraction minière, du traitement, du transport et de l'entreposage du combustible. D'autre part, la pollution d'une centrale causera à la longue des problèmes de santé chez certaines personnes. Voici le nombre moyen de décès par année liés à chaque filière pour une production équivalente à celle du projet de Grande-Baleine. Ces statistiques n'incluent pas la construction des installations et le transport de l'électricité, ni les catastrophes et accidents majeurs, impossibles à évaluer.



Source : adapté de *Senior Expert Symposium on Electricity and the Environment*, Finlande 1991.

Hydroélectricité

Aucun mort

Centrale thermique au gaz naturel

1,5 personne

Centrale thermique au mazout lourd

9 personnes

Centrale thermique au charbon

11,5 personnes

Centrale nucléaire

Moins de 1 personne

Énergie éolienne

Statistiques récentes non disponibles

Les impacts de l'électricité

Voici les principaux impacts des différentes filières de production d'électricité.

Hydroélectricité

Mercure dans la chaîne alimentaire des réservoirs, inondation du territoire. Risques de rupture de barrage.

Centrale thermique au gaz naturel

Rejets d'eau chaude par la centrale, contribution à l'effet de serre et aux pluies acides.

Centrale thermique au mazout lourd

Déversements fréquents de pétrole en mer, rejets d'eau chaude par la centrale, pollution de l'air, contribution à l'effet de serre et aux pluies acides. Risque de conflit dont l'enjeu est l'approvisionnement en combustible fossile. Forte mortalité associée à cette filière.

Centrale thermique au charbon

Résidus miniers, rejets d'eau chaude par la centrale, cendres contaminées par des métaux lourds, abondante pollution de l'air, contribution à l'effet de serre et aux pluies acides. Forte mortalité associée à cette filière.

Centrale nucléaire

Déchets radioactifs, acidité des résidus miniers dont on extrait l'uranium, rejets d'eau chaude par la centrale. Risque d'accident. Utilisation militaire de technologie civile.

Énergie éolienne

Grande superficie utilisée (comparable à l'hydroélectricité).

Piles photovoltaïques

Polluants résultant de la fabrication des piles.

Gentilly assure une part importante de l'électricité du Québec -grâce au CANDU

Hydro-Québec a choisi ce lieu dans la vallée du Saint-Laurent, tout près de Trois-Rivières, pour le site de sa première centrale nucléaire CANDU. Gentilly alimente la province du Québec en électricité depuis dix ans.

La technologie CANDU, conçue par Énergie atomique du Canada limitée, est reconnue par les compagnies d'électricité du monde entier comme le réacteur de puissance le plus fiable offert actuellement sur le marché.

On y produit de l'électricité fiable..., sûre..., simplement... et sans nuire à l'environnement auquel la population de Gentilly accorde beaucoup d'importance.

.....ainsi que par la population de Gentilly.

 **AECL**



AECL CANDU
1155 rue Metcalfe
Montréal, Québec
H3B 2V6
Tél: (514) 871-1116
Fax: (514) 934-1322

L'électricité privée

La famille énergétique s'agrandit : les entreprises privées produiront de plus en plus d'électricité.

par René Vézina

En matière d'énergie, au Québec, c'est encore l'électricité qui retient l'attention en 1994. Rien de bien nouveau, si ce n'est qu'Hydro-Québec n'est plus seule dans le portrait. Électricité et diversité, en somme.

Pourtant, même si on en parle moins, d'importants chantiers hydroélectriques sont toujours en cours à la Baie James. Les centrales de Laforge (820 MW) et de LG-1 (1310 MW) devraient entrer en activité dans les prochains mois. En attendant les retombées du programme d'efficacité énergétique d'Hydro qui devrait, avec l'amélioration du réseau, combler plus du quart des nouveaux besoins d'ici l'an 2005, il faut bien faire face à l'augmentation prévue de la demande ! Enfin, si augmentation il y a... C'est pourquoi des projets hydroélectriques de moindre envergure progressent sans trop de bruit, notamment du côté de la Haute-Mauricie.

À court terme cependant, on demande du renfort. De là vient la prolifération de nouvelles propositions que la société d'État reçoit des producteurs privés, à qui le gouvernement a entrouvert la porte il y a trois ans. Au menu, petites centrales et cogénération.

Sur les 70 ententes signées à ce jour par Hydro-Québec avec des exploitants privés, 50 touchent des minicentrales, tandis que les autres ont trait à la production d'énergie thermique. Ces petites centrales vont peut-être bientôt parsemer le Québec, apportant avec elles 160 mégawatts. Des puces... dont l'aspect inoffensif sur le plan environnemental n'est pas toujours certain.

Des questions plus préoccupantes se posent quant à la cogénération, au point qu'on a dû écarter des projets trompeurs. Pour se qualifier en regard de la politique



gouvernementale, les centrales de cogénération doivent véritablement combiner deux usages, c'est-à-dire produire de l'électricité et de la vapeur à des fins industrielles; sinon, il s'agit ni plus ni moins de centrales thermiques, dont les effets sur l'environnement demeurent incriminants.

Pourtant, la compagnie Indeck a reçu l'aval du ministère québécois de l'Environnement, malgré une recommandation contraire du BAPE, pour la construction à Hull d'une centrale thermique de cogénération d'une puissance de 147 MW. La presque totalité des revenus de fonctionnement proviendrait de la vente d'électri-

Nos tentatives d'harnacher le vent n'ont pas été fructueuses : les éoliennes québécoises ne fonctionnent pas. C'est donc une firme privée américaine qui construira le futur parc d'éoliennes en Gaspésie.

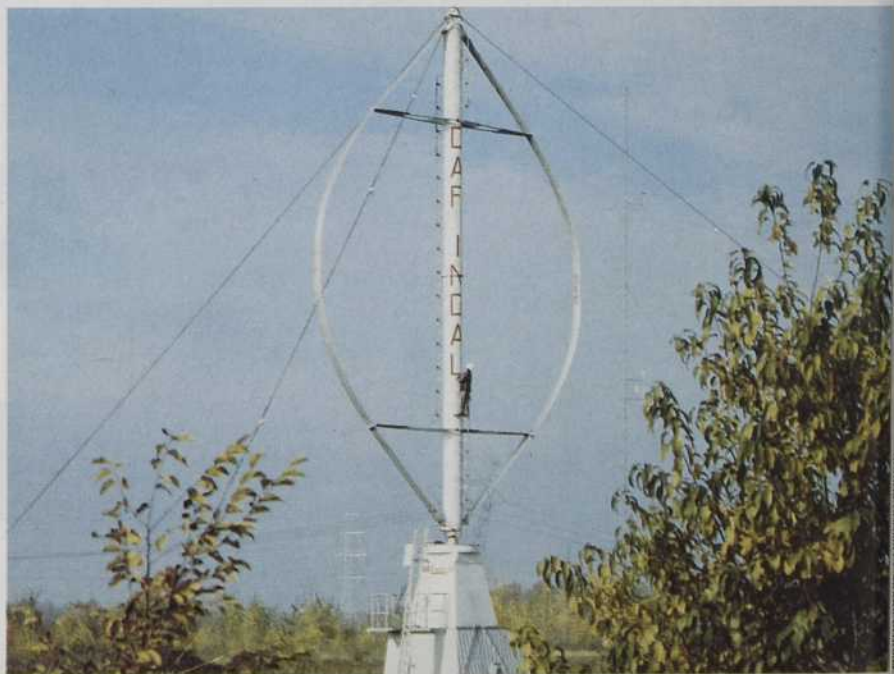
city à Hydro-Québec, la vapeur ne générant qu'une part congrue des revenus... pour ne pas dire symbolique.

D'autres voies sont explorées. De son côté, la compagnie Tembec, par exemple, recycle depuis l'an dernier les déchets de ses scieries à ses installations de Témiscaming pour alimenter une chaudière à biomasse qui produit de la vapeur et 10 MW d'électricité à coût avantageux.

On trouve également, en construction, une centrale thermique d'un genre plus original. Il s'agit du projet Miro, de Désourdy Biothermica, qui brûlera les biogaz de l'ancienne carrière changée en dépotoir pour en tirer 25 MW d'électricité. Tant qu'à vivre avec un problème, aussi bien s'en accommoder !

À retenir aussi, les 350 éoliennes de la firme californienne Kenetech, qui devraient être construites en Gaspésie, d'ici 1996, pour fournir 40 MW.

Il y a également un nouveau développement dans la saga de l'hydrogène et de



son utilisation comme carburant pour les véhicules de transport en commun. Le gouvernement du Québec et la Communauté économique européenne ont décidé d'aller de l'avant en investissant

30 millions de dollars pour trouver comment diminuer le coût de revient de l'hydrogène. De quoi financer la recherche en Europe mais aussi dans les universités québécoises, notamment à Trois-Rivières et à Sherbrooke. D'ici à ce que les forages entrepris dans la plaine du Saint-Laurent pour trouver des réserves viables de gaz naturel donnent enfin les résultats escomptés, c'est ce qui a le plus de chances de devenir un jour l'or noir québécois... ●

Gestion globale

Le principal problème de l'énergie au Québec vient peut-être de la façon dont nous prenons les décisions. Nous prévoyons la demande d'énergie, pour choisir ensuite la meilleure façon de la combler. De plus en plus, aux États-Unis et dans le reste du Canada, on privilégie une autre approche : la planification intégrée des ressources (PIR).

L'objectif de la PIR est de fournir l'énergie la moins chère possible au plus bas coût social. Prenons l'exemple du chauffage des maisons. Dans l'approche classique, on vend de quoi réchauffer l'air : de l'électricité, du mazout, du gaz naturel. Avec la PIR, on vend une température agréable. L'idée consiste à mettre sur un pied d'égalité toutes les façons d'obtenir cette température : réduction des pertes de chaleur de la maison, construction de maisons dont l'orientation augmente la quantité de chaleur fournie par le soleil, chauffage électrique avec délestage séquentiel, chaudière au mazout ou au gaz naturel, etc.

On évalue ensuite les impacts économiques, sociaux et environnementaux de chacune des possibilités. Et on s'assure que la décision n'a pas été prise avant que cette évaluation soit terminée, comme cela arrive trop souvent dans les dossiers politiques.

Dans ses ultimes raffinements, la PIR attribue un coût en dollars à chacun des impacts. Au Massachusetts, par exemple, on estime à 6760 dollars américains par tonne l'impact des oxydes d'azote émis lors de la combustion de combustibles fossiles. On peut ensuite comparer chacune des possibilités en fonction de leur prix de revient et des coûts indirects qui y sont associés.

Aux États-Unis, la loi impose cette méthode de gestion à la grandeur du pays. Mais, au Québec, nous n'avons pas encore l'habitude des débats publics où les avantages et les inconvénients des différentes sources d'énergie sont comparés.

I. M.

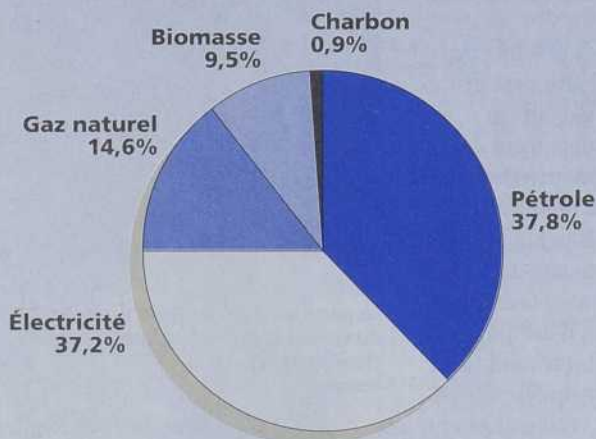
Un bilan

Quand vous entendez parler de consommation d'énergie au Québec, vous pensez probablement à votre dernière facture (salée...) d'Hydro-Québec. Vous imaginez votre compteur d'électricité qui tournait comme une toupie lorsqu'il faisait -30°C, et vous essayez de multiplier par le nombre de logements au Québec. Mais l'énergie, c'est aussi l'essence et le diesel dont on se sert pour le transport, le mazout et le gaz naturel utilisés pour le chauffage et dans les procédés industriels.

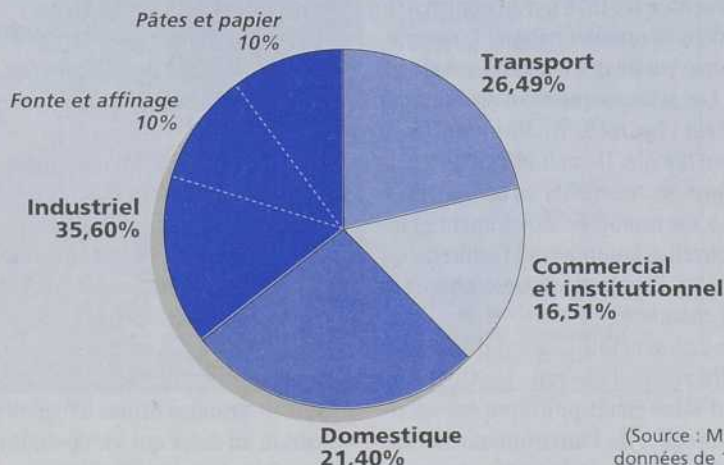
En fait — et on l'oublie souvent —, c'est le secteur industriel qui est le plus vorace, avec plus du tiers de toute l'énergie consommée au Québec. Deux ogres s'accaparent 20 % de toutes les formes d'énergie, presque autant que toutes nos résidences réunies : l'industrie des pâtes et papiers et celle des métaux non ferreux (y compris l'aluminium).

Moins médiatisées que les alumineries, les pâtes et papiers utilisent néanmoins 6 % du pétrole, 12 % de l'électricité et 13 % du gaz naturel consommés au Québec. À elles seules, les industries de l'aluminium et des autres métaux non ferreux englobent plus de 20 % de l'électricité consommée au Québec (elles en produisent elles-mêmes une bonne partie). Nos résidences comptent pour le tiers de l'électricité consommée, et près de la moitié sert au chauffage. Quant au transport des personnes et des marchandises, il utilise plus du quart de toute l'énergie consommée au Québec, essentiellement sous forme de produits pétroliers.

Voici sous quelles formes les Québécois — citoyens, entreprises, institutions... — utilisent l'énergie. Encore aujourd'hui, le pétrole occupe une plus grande place que l'électricité dans notre bilan énergétique.



Qui utilise l'énergie au Québec ? La part du lion va à l'industrie, plus particulièrement au secteur des pâtes et papier et des métaux non ferreux (aluminium, magnésium, etc.).



(Source : MRNQ, données de 1992)

La grande désillusion

par René Vézina

En présentant ses lieutenants ministériels, à la mi-janvier, le nouveau premier ministre Daniel Johnson en a profité pour faire un peu de ménage dans les appellations officielles. Le ministère de l'Énergie a vécu, vive le nouveau ministère des Ressources naturelles ! Le nom a comme un saveur de Révolution tranquille, à l'époque où le Québec accédait au rang de nation moderne en misant notamment sur ses fabuleuses richesses...

Depuis, le rêve a pris un coup dans l'aile et le doute s'est installé. L'énergie est toujours la « force motrice du développement économique », selon l'énoncé de la politique énergétique québécoise, mais le moteur attend la mise au point qui lui permettra de repartir à plein régime. En certains milieux purs et durs, il est maintenant devenu politiquement incorrect de parler d'hydroélectricité. En sommes-nous vraiment rendus au temps de la grande désillusion ?

C'est selon. Si on se reporte à la toute première politique québécoise de l'énergie, présentée en 1978 par le ministre Guy Joron dans le premier cabinet Lévesque, une bonne partie des objectifs ont été atteints. Les sources québécoises d'énergie — surtout l'hydroélectricité — ont pratiquement doublé. De même, la sécurité de nos approvisionnements en énergie importée a été renforcée, notamment grâce à de nouvelles ententes qui facilitent maintenant l'accès aux hydrocarbures de l'Ouest canadien.

Avec une sensibilité accrue à l'utilisation efficace de l'énergie, les Québécois allaient faire rimer politique énergétique et respect de l'environnement. De fait, l'illustration de la page couverture

La politique québécoise de l'énergie
Assurer l'avenir



La page couverture de la première politique énergétique du Québec respirait la bonne volonté. Les choses ont bien changé depuis 1978.

du document de 1978 respirait la bonne volonté : des enfants s'amusaient sous le regard attendri du soleil, alors que la Nature généreuse dispense sans problème ses faveurs énergétiques. Un instantané pris aujourd'hui les montrerait plutôt en train de se chicaner à l'ombre des cheminées des nouvelles centrales thermiques.

Oui, les Québécois ont innové en matière de construction de centrales, de transport de courant sur de longues distances et de gestion de réseau. De grandes firmes internationales, ABB, GE et bien d'autres, ont déménagé leurs pénates ici. L'IREQ s'est fait connaître par l'excellence de ses recherches à Varennes, tandis que de grandes firmes d'ingénieurs ont connu un essor qui se répercute largement au-delà des frontières.

Mais tout n'est pas rose sous le ciel énergétique. La pétrochimie québécoise se cherche. La déchéance de Kemtec a même sonné le glas de la prestigieuse firme Lavalin. Avec la fermeture de quatre raffineries dans l'est de Montréal, le Québec consomme maintenant plus de pétrole raffiné qu'il n'en produit.

Pendant ce temps, le gaz naturel s'est imposé comme troisième source énergétique d'importance au Québec, au-delà des prévisions, et un centre de recherches sur les technologies gazières a été créé à Boucherville.

Par ailleurs, la dimension environnementale est devenu l'autre élément clé du portrait énergétique québécois, un élément qui a bouleversé par sa force les intentions gouvernementales. C'est Hydro-Québec qui a encaissé le choc, au point où l'hydroélectricité a hérité du blâme.

Il faut dire que la société d'État y a goûté dans les années 80 : après la décision de Jacques Parizeau, alors ministre des Finances, de lui imposer le versement de dividendes — réduisant ainsi sa capacité de réinvestir dans l'entretien du réseau —, on lui a imposé sans préavis la desserte de nouvelles industries grandes consommatrices d'énergie, alumineries en tête. Bien quoi ! Le Québec ne disposait-il pas d'un énorme potentiel hydroélectrique qui lui permettait d'offrir discrètement des tarifs privilégiés aux nouveaux arrivants ? L'improvisation est alors devenue stratégie. Il suffit simplement d'activer les chantiers, voyons ! Et de se draper dans une attitude offensée si d'honnêtes citoyens osent remettre en question les prévisions et méthodes des « bâtisseurs » québécois !

On a ainsi banalisé la valeur de l'hydroélectricité. Abondante et peu chère, elle ne valait la peine d'être économisée que pour des raisons idéologiques... jusqu'à ce qu'éclatent les revendications des Amérindiens et des environmentalistes.

Du coup s'est assombrie la grande vision optimiste mais unidimensionnelle de « l'énergie du Nord », si chère à Robert Bourassa. Et le Québec s'est trouvé plongé dans une guerre froide avec comme enjeu l'or blanc, celui-là même qui devait assurer sa fortune.

Pris dans un engrenage qui lui fait craindre le déficit énergétique, le Québec ouvre maintenant la porte aux producteurs indépendants, écartés depuis la Révolution tranquille. Après les minicentrales, ce sera bientôt au tour de la cogénération de fournir des mégawatts privés à Hydro-Québec. L'ennui, c'est que dans un cas comme dans l'autre les impacts environnementaux sont loin d'être inoffensifs. On commence à s'apercevoir que les petits barrages n'ont pas forcément que de petits impacts !

Le dossier de la cogénération est suspect sur plusieurs plans. Fausse représentation, pollution atmosphérique, importation de technologie américaine... pour quelques mégawatts de plus, c'est une aventure qui, curieusement, n'a éveillé la critique que de quelques vigiles, comme le syndicat des ingénieurs d'Hydro-Québec et le groupe écologiste Au Courant. L'effet de serre est-il préférable à l'inondation de territoires ?

Non, répond l'écho, et c'est là toute l'importance d'en arriver à une véritable politique d'efficacité énergétique qui produise, elle, des « négawatts », de l'énergie économisée. Situation bizarre, c'est Hydro-Québec qui a pris en main le programme québécois d'efficacité énergétique, se trouvant dans la curieuse position du vendeur qui cherche à réduire la demande. La société dit vouloir mettre en place l'un des plus ambitieux programmes du genre en Amérique du Nord. Le scepticisme des Québécois est ici devenu un réflexe (voir l'article en page 31). Scepticisme, aussi, des membres de « L'observatoire de l'efficacité énergétique », dernière création ministé-

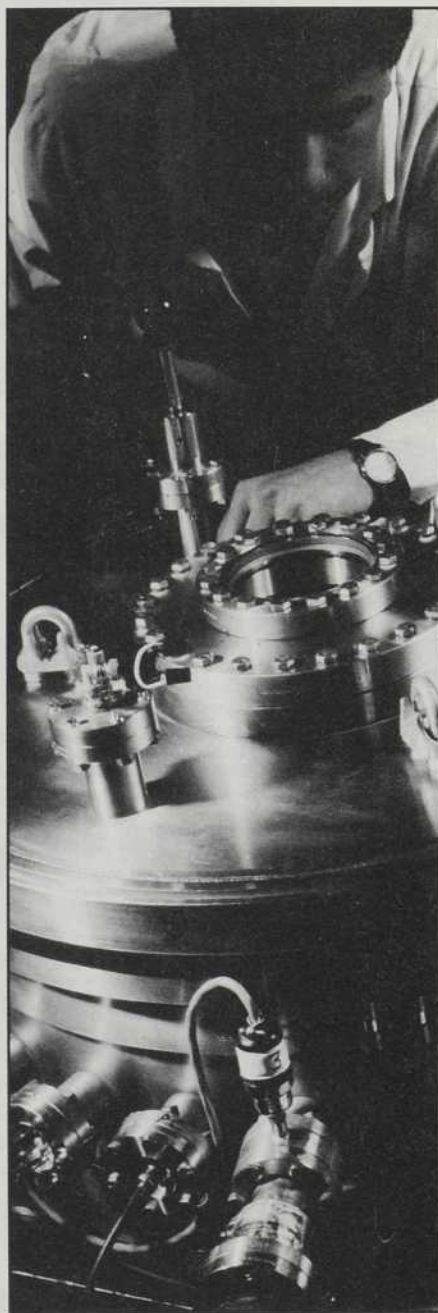


rielle, qui cherche depuis l'été dernier à prendre son élan. Scepticisme, enfin, de tous ceux et celles qui ont vu le projet de loi sur une hypothétique planification intégrée des ressources connaître une fin abrupte au Conseil des ministres, l'automne dernier. Règlement de comptes politiques ou désintérêt total ?

La question qui demeure, finalement, c'est de savoir si le monde de l'énergie n'est pas simplement en train de vivre sa

crise de la trentaine. Les signes d'une forme de maturité, sinon de réalisme, apparaissent. Après avoir englouti des millions en pure perte pour harnacher le vent, voici qu'Hydro s'associe à des professionnels du genre – des Américains – pour construire de véritables parcs éoliennes, fonctionnelles pour une fois.

Au fond, les rédacteurs de la politique de 1978 avaient raison : le Québec peut faire du chemin avec son patrimoine énergétique. Reste maintenant à convaincre le conducteur de garder les yeux sur la route ! ●



INRS

LA FORCE DE LA SCIENCE

ENERGIE ET MATERIAUX

Seule institution implantée en Montérégie, l'INRS-Energie et Matériaux a su, depuis plus de vingt ans, développer ses compétences et son expertise de façon à satisfaire les exigences de la recherche et de la formation universitaires, de même que les exigences d'une société en constante évolution.

En témoigne l'ajout d'un volet à sa programmation de recherche, celui des matériaux. Les travaux de recherche projetés dans ce domaine auront d'importantes répercussions entre autres sur les prochaines générations d'ordinateurs et d'équipements de communications, de même que dans les domaines biomédical et de l'aéronautique.

La recherche à l'INRS-Energie et Matériaux

- Plasma - Matériaux
- Fusion
- Science des interfaces
- Matériaux énergétiques

L'enseignement

- Maîtrise en sciences de l'énergie et des matériaux
- Doctorat en sciences de l'énergie et des matériaux

Renseignements

Varenes : (514) 449-8100
Québec : (418) 654-2500

Université du Québec
Institut national
de la recherche
scientifique

De trop bons résultats

Pour augmenter les chances de survie des malades à qui on a remplacé une valve du coeur, des chercheurs québécois et ontariens ont mis au point une solution toute simple : administrer une petite dose d'aspirine tous les jours, en plus de l'anticoagulant traditionnel, la warfarine.

par Marie-Claude Ducas

Après leur opération, 3 % des patients sont victimes chaque année d'embolies graves, susceptibles de causer la mort. « À la longue, cela peut toucher beaucoup de patients... », dit le docteur Yves Latour, chef du département de cardiologie à l'Hôtel-Dieu de Montréal et responsable du volet québécois de l'étude. Augmenter la dose de warfarine

entraînait de trop grands risques d'hémorragie interne : à forte dose, cette substance sert d'ailleurs de poison à rats...

On sait que l'aspirine seule, à des doses variant entre 80 et 1200 mg (un comprimé régulier fait 325 mg) est efficace pour diminuer la coagulation du sang. La suggestion des chercheurs du département de médecine de l'Université McMaster de

Hamilton, en Ontario : ajouter chaque jour 100 mg d'aspirine à la warfarine. « L'aspirine se révélait déjà efficace en doses de plus en plus petites, dit Yves Latour. Mais personne n'en avait testé l'efficacité en conjonction avec la warfarine, pour des cas aussi sérieux que le remplacement de valve. »

Une telle recherche ne peut être faite

Dans le prochain numéro

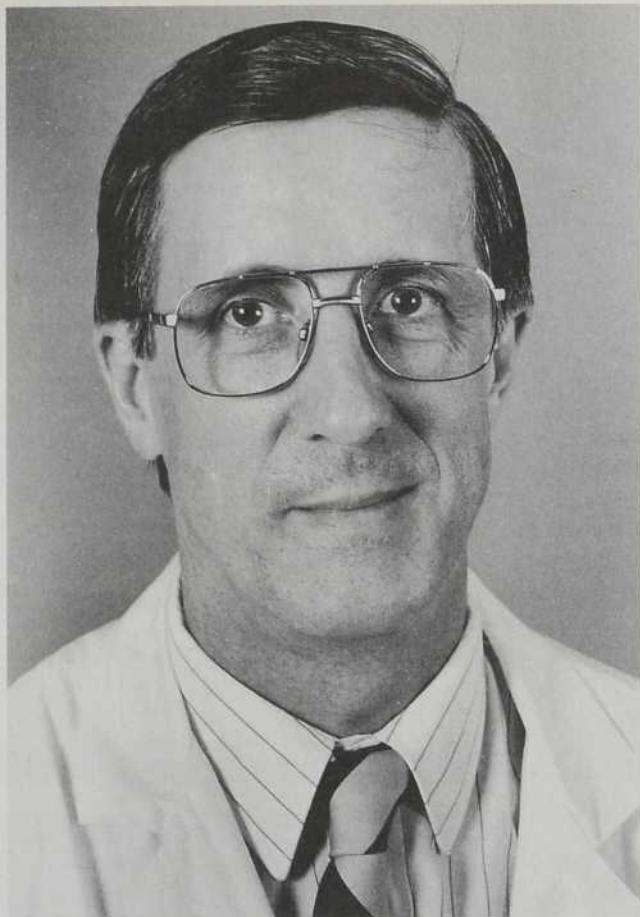
La science québécoise en crise

Les règles du jeu de la science ont changé au Québec. Les fonds pour la recherche fondamentale sont gelés; dans les faits, les chercheurs voient leurs budgets régulièrement coupés. Dorénavant, il n'y aura de l'argent que pour la science créatrice d'emplois. Le mot d'ordre : collaborer avec les entreprises. Le Québec est d'ailleurs devenu un paradis fiscal pour la recherche appliquée. À lire dans le numéro d'avril de *Québec Science*.

Aussi

La conception de nouveaux médicaments
La nouvelle génération de téléphones





Hôtel-Dieu de Montréal

Le docteur Yves Latour, de l'Hôtel-Dieu de Montréal. Ses recherches qui combinaient aspirine et... poison à rats ont été interrompues : les résultats étaient trop bons.

qu'avec le concours de véritables patients, qui acceptent de se prêter à l'expérience. C'est pour obtenir un échantillon assez grand que l'Université McMaster s'est jointe, vers le début de 1987, à l'Hôtel-Dieu de Montréal et à l'Université Western Ontario, de London. Comme le veut l'usage, une partie des sujets ont été « cobayes » pour le nouveau traitement; les autres ont reçu un placebo et servi de groupe témoin. Qui a reçu quoi ? Le hasard a tranché, par l'intermédiaire d'un ordinateur. On a également effectué l'expérience en double aveugle : les médecins eux-mêmes ne savaient pas ce qu'ils administraient, pour ne pas risquer d'influencer les sujets, ne serait-ce que par leur attitude. À Montréal, London ou Hamilton, les patients prenaient des capsules d'apparence identique, sachant qu'elles avaient une chance sur deux de contenir de l'aspirine. Seuls les responsables des statistiques, à l'Université McMaster, avaient les informations complètes.

Les médecins ont revu leurs sujets périodiquement et recensé dans un rapport tous les événements : d'une petite hémor-

ragie du nez à une embolie systémique, ou, évidemment, un décès... « On retrouve une certaine proportion d'accidents graves et de décès chez nos patients, dit le docteur Latour. Seul un cas d'hémorragie importante a été signalé immédiatement aux chercheurs de McMaster, au cas où l'aspirine aurait été responsable. »

La recherche a été interrompue plus tôt que prévu, mais pas à cause de dangers entraînés par l'aspirine. « En mai 1991, bien que nous n'ayons étudié que 370 patients au lieu des 500 prévus, les gens de McMaster nous ont demandé d'arrêter, dit le docteur Latour. L'aspirine était tellement efficace : elle réduisait de 77 % le taux d'embolies ! Tous nos patients prennent, depuis, 100 mg d'aspirine par jour avec leur warfarine. » Après un contrôle rigoureux des méthodes et statistiques du groupe, le prestigieux *New England Journal of Medicine* a publié l'étude en mai dernier.

Les cardiologues ne se sont pas encore rués sur cette nouvelle application de l'aspirine. « Les médecins sont toujours très, très prudents face à une nouvelle méthode... », dit le docteur Latour. ●



LES DÉBROUILLARDS

LE MAGAZINE DRÔLEMENT SCIENTIFIQUE
DES 7 À 14 ANS

vous propose en mars :

L'événement astronomique de la décennie

Une affiche géante pour se préparer à l'éclipse annulaire du 10 mai 1994. Avec des schémas, des idées d'activités, des conseils pour l'observation et plus.

Les années puberté

Des réponses simples aux questions des jeunes adolescent(e)s : Quelle est la longueur normale du pénis ? Pourquoi certaines parties du corps grandissent-elles plus vite ? Etc.

Jean-Louis le solitaire

Depuis l'Antiquité, les dauphins solitaires intriguent les scientifiques. Sont-ils exclus de leur groupe ? Choisisent-ils de vivre près des hommes ?

L'évadé de la zone sombre

Les jumeaux Gêmeaux sont de retour. Premier épisode d'une aventure-fleuve.

L'index 1993

L'article sur l'astrologie, c'était dans quel numéro ? Finies les longues recherches avec l'Index 1993 du magazine *Les Débrouillards*.

En plus :

Des expériences amusantes à faire à la maison, des concours, des jeux, des fiches à collectionner, des bandes dessinées, la rubrique des correspondants et plus. 52 pages de découvertes !



Les Débrouillards est en vente dans tous les dépanneurs des chaînes Proprio et Provi-Soir, ainsi que dans les bonnes librairies, au prix de 2,95 \$.

Pour s'abonner (1 an, 10 numéros, 26 \$)

s'adresser à :

Magazine Les Débrouillards

25, boul. Taschereau, bureau 201

Greenfield Park (Québec) J4V 2G8

Commande téléphonique (carte de crédit indispensable) : (514) 875-4444.



GOLDSTYN

Le magazine

Québec

Science

Fiable et passionnant !

Toute l'actualité

en environnement, santé, énergie, éducation, communications, espace, biotechnologies, transports, innovations technologiques, recherche fondamentale au Québec et dans le monde.

Québec Science présente les faits, explique, met en perspective, avec les nuances nécessaires, pour aider à comprendre les grands enjeux de notre société.

À lire : reportages, entrevues, chroniques, dossiers fouillés, suppléments, illustrations détaillées.

Voulez-vous découvrir, en savoir plus, mieux comprendre ? Québec Science répond à vos questions, vous permet d'aller plus loin, jusque dans le futur.

Abonnez-vous • Réabonnez-vous
Économisez jusqu'à 30 %

Cette offre expire le 31 mars 1994.



**Abonnez-vous,
réabonnez-vous
et recevez**

votre cadeau :



1 reliure pour un abonnement de deux ans
2 reliures pour un abonnement de trois ans

oui

je m'abonne
à Québec Science

je me réabonne

1 an (10 nos) 34,67 \$ TTC

2 ans (20 nos) 59,86 \$ TTC

3 ans (30 nos) 83,20 \$ TTC

(Étranger,
voir les tarifs en page 6)

Je vous demande de me faire parvenir (Allouez 4 semaines pour l'expédition)

La reliure (abonnement de deux ans)

Les deux reliures (abonnement de trois ans)

Nom

Prénom

Adresse

no

rue

app.

ville

province

code postal

téléphone

Profession

Chèque Mandat-poste Visa MasterCard

Chèque ou mandat-poste à l'ordre de Québec Science

N° de carte

Date d'expiration

/

Signature

Numéro
d'enregistrement
de la TPS :
R-1335-97427
Numéro
d'enregistrement
de la TVQ :
1013609086

Détachez et expédiez à
Québec Science
C.P. 250
Sillery (Québec)
G1T 2R1
Tél.: (418) 657-4391
Téléc.: (418) 657-2096

Recycler

L'IRRECYCLABLE

Comment se débarrasser écologiquement des vieilles pièces d'automobile ?

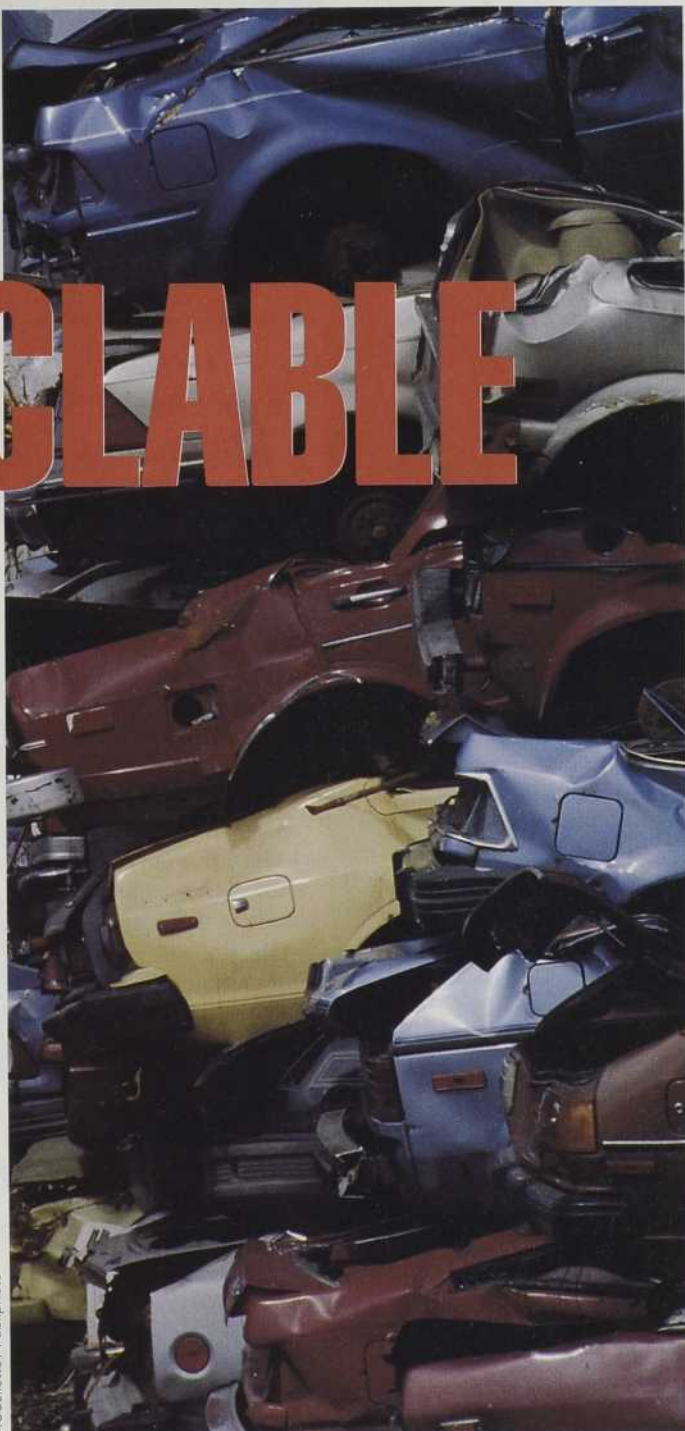
par Marie-Claude Ducas

Lorsqu'une automobile rend l'âme, les sièges, les tapis et les éléments du tableau de bord vont remplir les dépotoirs. Pas pour longtemps, espèrent les ingénieurs et chimistes de l'Institut des matériaux industriels (IMI), à Boucherville, qui tâchent de trouver un emploi pour ces matériaux hétéroclites, trop difficiles à trier pour être recyclés. Dans leur labo, ils réduisent en morceaux quasi microscopiques divers types de mousses et de plastiques, du caoutchouc et même de petites quantités de métal. Les particules seront par la suite soigneusement mélangées, fondues, puis moulées ou façonnées sous diverses formes : piquets de clôture, bancs de parc ou même nouvelles pièces d'auto.

La technique a le mérite de mélanger divers matériaux qui n'étaient jusqu'ici recyclables que séparément. Le premier défi : réduire ces matériaux en particules assez petites et les mélanger de façon homogène. Le secret, encore plus que dans la méthode de broyage elle-même, réside dans le dosage des différentes matières. « En plus des pièces d'auto, des déchets ménagers ou industriels en plastique peuvent être employés », dit Georges Salloum, ingénieur mécanique, chef de la section modélisation et optimisation des procédés à l'IMI.

Les premières expériences ont consisté à essayer des mélanges contenant diverses proportions de polyéthylène. Puis, on a façonné les concoctions qu'on a réussi à mélanger. « Il fallait avoir une idée des propriétés de ces composés, par exemple, leur malléabilité, leur souplesse, leur résistance, dit Georges Salloum. Puisqu'on ne connaît pas la composition chimique de tous les ingrédients, on ne peut avoir recours à la modélisation mathématique ou la simulation par ordinateur. Or, nous voulons intégrer une certaine proportion d'objets sans forcément en connaître la composition. La seule façon de savoir comment se comportera un type de mélange, c'est de l'essayer. »

Les deux tiers des recherches de l'IMI (une division du Conseil national de la recherche du Canada) dépendent de commandes de compagnies de déchetage et de récupération et des fabricants d'automobiles. Mais les travaux de recyclage sont présentement en suspens. « Pour poursuivre, il faut que des entreprises nous donnent des mandats précis et s'engagent financièrement », indique Georges Salloum. ●



D. Ouellette / Publiphoto

La solution aux dépotoirs : réussir à recycler tous les types de matériaux.

La biodiversité mondiale

Une tribune internationale sur la variété des êtres vivants de la Terre.

Ne manquez pas un seul numéro de plus – commandez votre abonnement aujourd'hui!



Canadian
Museum
of Nature

Musée
canadien
de la nature

Tél.: (613)991-0270

par Isabelle Montpetit

Le goût de l'environnement

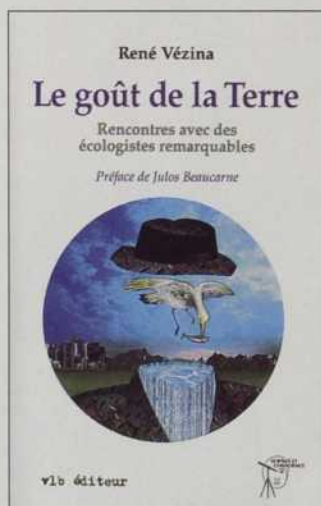
Le goût de la Terre

Rencontres avec des écologistes remarquables
par René Vézina
VLB éditeur, 1993,
275 pages, 19,95 \$

Si le discours écologiste moralisateur vous hérisse, *Le goût de la Terre* vous réconciliera peut-être avec le mot environnement. Le journaliste René Vézina y trace le portrait de 22 personnes pour qui la préservation de l'environnement n'est pas affaire de discours, mais d'action. Peu de chevaliers de la Terre ici, mais surtout des personnes préoccupées de la survie des humains. Peu de discours culpabilisateurs, mais plutôt des tentatives pour comprendre la relation spéciale que nous avons avec notre environnement.

Cette galerie de portraits s'ouvre avec celui de Pierre Dansereau, le précurseur de la pensée écologiste québécoise. On y découvre le docte naturaliste jouant à Tarzan, pendu à une liane au cœur de la forêt amazonienne. Son discours environnementaliste s'accompagne d'une exhortation à se mouiller les pieds, à se frotter à la nature. « Immergez-vous dans la nature, dit-il. Autrement, vous ne comprendrez rien. »

Les autres sont scientifiques, artistes, philosophes, évêque, agriculteur, sociologue... Chacun interprète sa relation avec l'environnement à la lumière de sa pratique. Le géographe Luc Bureau parle par exemple de notre propension à déménager très souvent. « Comment voulez-vous être en relation avec les lieux dans de telles cir-



constances ? », demande-t-il.

Habités à mesurer le temps en millions d'années, les géologues Hillaire-Marcel et Bouchard savent quant à eux que la Terre en a vu d'autres au cours des âges. C'est nous qui sommes en danger, disent-ils, pas la Terre.

Une section du livre est consacrée à l'éthique et à la dimension spirituelle. L'évêque Gérard Drainville et sœur Estelle Lacoursière parlent des interrogations de l'Église face à la question environnementale. L'Église catholique a longtemps prêché le verset de la Genèse qui dit : « Remplissez la Terre et soumettez-la. » Pourtant, plus loin, la Genèse dit aussi : « Dieu prit l'homme et la femme pour les placer dans le jardin de l'Éden pour le cultiver et le garder. » Quant au philosophe amérindien Charles Coooco, il parle de la nécessité du voyage intérieur. « Sinon, ça ne vaut pas la peine de parler de la nature, des relations avec d'autres peuples. La redécouverte de sa propre richesse est indispensable à la cohabitation. »

D'autres sont carrément dans l'action. À Chicoutimi, au cœur de l'hiver, le biologiste Claude Villeneuve anime une émission spéciale à la télévision. On veut montrer aux gens comment réduire leur consommation d'électricité. La station de télévision est reliée au centre d'exploitation régional d'Hydro-Québec et les téléspectateurs peuvent voir en temps réel les résultats spectaculaires de leurs gestes sur la consommation d'électricité.

Le goût de la Terre est un buffet que vous pourrez déguster à petites bouchées, en commençant où ça vous chante. Le mélange est hétéroclite, mais, au bout du compte, vous

auriez un aperçu des nombreuses facettes de la pensée écologiste québécoise d'aujourd'hui. Parsemée d'anecdotes, cette leçon d'écologie nous fait mieux connaître des gens dont les médias ont beaucoup parlé : l'astrophysicien Hubert Reeves, Pierre Bourque, qui a conçu le Biodôme de Montréal, Pierre Béland, qui a animé l'émission *Feu vert* à Radio-Québec...

Mais l'une des principales qualités de ce livre, c'est qu'il évite le désespoir de la plupart des plaidoyers pour l'environnement. Sans oublier les problèmes de notre bonne vieille Terre, il nous rappelle quel point elle est précieuse pour nous. ●

Hymne à l'action

René Vézina — l'auteur de *Goût de la Terre* — aurait aimé sous-titrer son livre « Hymne à l'action ». Pas l'action de poser des bannières, mais l'action qui change le cours des choses. « Ce qui me fascinait, dit-il, c'est la façon dont ces gens avaient intériorisé leur préoccupation pour l'environnement. Cela fait partie de leurs valeurs, de leur façon de vivre. Bien sûr, ils sortent leur bac de recyclage tous les mercredis, mais ils n'ont pas besoin d'en parler. »

C'est un peu le chemin qu'a suivi l'auteur à travers ces rencontres, qui ont débuté au cours de la série radiophonique *La Terre en question* à Radio-Canada. « Je ne peux plus me définir comme un journaliste qui fait de l'environnement, dit-il. Ce serait une étiquette. Être environnementaliste, c'est un état d'être, tout comme être humaniste. Il est ridicule de parler au nom de la Terre. C'est de l'anthropomorphisme. Ce qui est en jeu, c'est notre survie... et aussi notre lien affectif avec la nature. »

Ce lien est important. « On est prêt à agir pour ce qu'on aime, comme le Petit Prince, qui est pris avec la rose qu'il a apprivoisée », dit René Vézina, qui utilise abondamment dans son livre des métaphores tirées du conte de Saint-Exupéry.

« Je n'ai pas vu souvent de harfang des neiges dans ma vie, peut-être trois ou quatre, raconte-t-il. Quand j'en vois un, je suis tout content, ça me rappelle qu'ils sont là. Si on me disait que je n'en verrais plus, je continuerais à vivre, bien sûr, mais mon rapport avec la nature viendrait d'être égratigné. »

Malheureusement, au nom de l'action, on a souvent culpabilisé les citoyens. On a abusé de leur bonne foi, sans leur montrer les résultats. En ce sens, l'expérience de Claude Villeneuve sur la consommation d'électricité est intéressante. « C'est un des seuls endroits où on a pu voir le résultat concret d'une action individuelle, commente René Vézina. Le danger, c'est de conditionner les gens à n'agir que lorsqu'ils voient le résultat. »

I. M.

Profitez de l'hiver, bien au chaud dans un Kanuk



Durable et chaud

Perfectionné en tissu très résistant, le blouson qui "respire" très bien. Chaudement isolé, le Patrouilleur dispose de quatre poches doublées et zippées et un capuchon isolé et escamotable dans le col enveloppant.
Patrouilleur (-28°C)375\$



Nouveau!
Le blouson Alpin, chaud, ultra-léger et super confortable (-25°C)407\$



Le Coyote Kanuk

Résistant à l'usure, très confortable et bien chaud. Comme tous les Kanuk, il offre un capuchon escamotable dans le col et ses coudes sont préformés.
Le Coyote Kanuk (-25°C)354\$



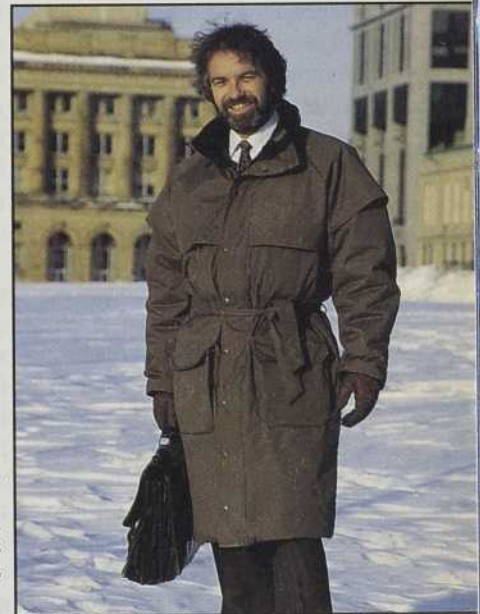
Otarie Kanuk, chaud -35° et super confortable

L'Otarie vous surprendra par sa légèreté et son confort inégalé. Son tissu microporeux coupe le vent à 100%. Il offre quatre poches réchauffantes zippées et un capuchon isolé escamotable. Ses coudes sont préformés pour l'aisance.
Pour homme ou femme.
Couleurs : (bleu typhon), (noir), (rouge), (safran), (néthyste), (bleu royal), (marine), (aubergine)
Otarie Kanuk (-35°C)504\$



Pour la ville : le Condor

Le nouveau manteau long Kanuk très chaud. Chaudement isolé et très léger, la coupe des manches assure votre confort lorsque vous portez un veston. Le Condor Kanuk572\$



Dans le catalogue Kanuk :

85\$

de coupons-rabais plus un coupon pour un foulard GRATUIT!

Recevez le catalogue Kanuk

52 pages en couleurs illustrant les manteaux chauds Kanuk, les imperméables qui "respirent", les sacs à dos, sacs de couchage, tentes et tous les articles Kanuk pour le plein air. Vous y trouverez de plus des coupons-rabais qui vous feront économiser 50\$, 25\$ ou 10\$ lors de votre achat Kanuk. Et grâce à votre coupon cadeau, vous recevrez en plus un foulard polaire (valeur de 25\$) lors d'un achat de 300\$ et plus.

Gratuit!

Postez ce coupon à Kanuk, 752, rue Rachel est, Mtl, H2J 2H5
Télécopiez-le à : 514-527-5255 ou téléphonez-nous à : 514-527-4494

Nom.....

Adresse.....

Ville.....Code postal.....

par Danielle Ouellet

Saga de l'atome L'épisode montréalais

Au tournant du siècle, l'atome commence à livrer ses secrets. Au coeur de l'aventure : l'Université McGill, où le célèbre physicien Ernest Rutherford dirige un laboratoire.

Nous sommes en 1898 et l'atome — plus particulièrement l'atome d'uranium qui émet un rayonnement mystérieux — fait l'objet d'une activité fébrile au sein de la communauté scientifique. En Allemagne, en France, en Angleterre, des chercheurs s'étonnent de leurs découvertes.

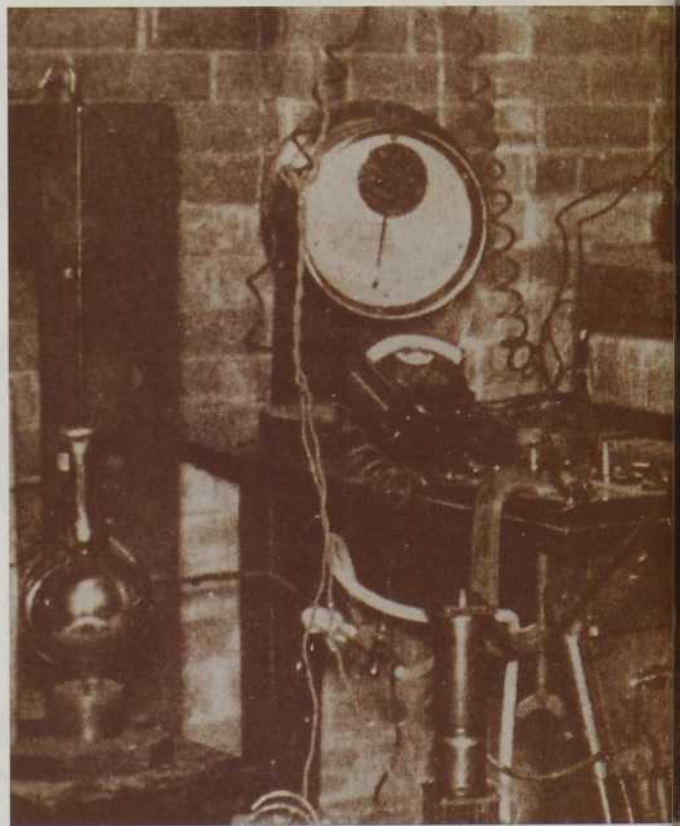
Pour comprendre l'excitation des scientifiques, il faut savoir à quand remonte la quête du constituant fondamental de la matière. L'idée d'un monde constitué d'atomes apparaît au milieu du 5^e siècle avant Jésus-Christ avec le philosophe grec Leucippe. Ses réflexions l'amènent à penser que la matière est composée de particules extrêmement petites, indivisibles. En grec, le mot « indivisible » se dit « *atomos* ». Il appelle donc ses particules des atomes. Son disciple Démocrite reprend cette idée et la développe. Il émet l'hypothèse que les atomes se combinent les uns aux autres, qu'ils sont constamment en mouvement et qu'ils sont séparés par du vide. C'est le premier modèle atomique. Sans laboratoire ni microscope, l'idée ne peut être prouvée.

Ce modèle atomique ne connaîtra pas un grand succès. Pendant des siècles, on préférera croire que la matière est constituée de quatre éléments fondamentaux : l'air, la terre, l'eau et le feu. Ce n'est qu'au 18^e siècle que le savant anglais

John Dalton (1766-1844) réintroduit la notion d'atomes, cette fois avec une base plus scientifique. Ses observations et ses expériences l'amènent à faire une distinction fondamentale entre les éléments, formés d'atomes semblables, et les molécules, formées d'atomes différents. Il se représente les atomes comme des billes juxtaposées. Il en donne les poids relatifs, en décrit quelques caractéristiques, mais ignore toujours la structure de ces mystérieux atomes.

Environ un siècle plus tard, en 1896, les travaux du savant anglais Sir Joseph John Thomson (1856-1940) jettent un éclairage nouveau sur la question. Ce physicien montre que l'atome contient des charges négatives qu'il appelle électrons. Et puisque l'atome lui-même est neutre, il doit aussi contenir des charges positives qui annulent celles de l'électron. Le modèle atomique de Thomson est appelé « gâteau aux raisins » : les raisins sont les électrons, la pâte est chargée positivement et le gâteau est électriquement neutre.

Un an plus tôt, un phénomène étonnant, apparemment sans lien avec la structure de l'atome, s'était produit dans le laboratoire du chercheur allemand Wilhelm Conrad Röntgen (1854-1923). Celui-ci avait découvert par hasard un rayonnement inconnu. Comme il en ignorait la nature, il les avait



appelés rayons X. Grâce à eux, il avait obtenu une photographie de la main de sa femme où on ne voyait que les os et les anneaux qu'elle portait à l'annulaire. La presse s'était emparé rapidement de la nouvelle qui avait fasciné le monde entier. Cet événement est à l'origine d'un bouleversement de la conception de l'atome.

Bientôt, l'attention se porte sur les rayons X et les interprétations affluent. Röntgen lui-même pense qu'il s'agit d'un déplacement de l'éther, ce fluide censé supporter toute ma-

tière. À Paris, Henri Becquerel (1820-1891) se rend compte que les sels d'uranium impressionnent une plaque photographique même à la noirceur. Ce rayonnement ressemble étrangement aux rayons X de Röntgen. En 1898, Marie Curie, une jeune polonaise naturalisée française, s'emploie à mesurer l'intensité du rayonnement pour divers composés d'uranium. Elle convainc son mari Pierre Curie d'abandonner ses recherches sur le magnétisme pour l'assister. Il accepte de mauvaise grâce, mais les résul-

ats sont encourageants : les Curie découvrent de nouveaux éléments émetteurs de rayonnements beaucoup plus puissants que l'uranium, notamment le polonium et le radium.

À Cambridge, un jeune collaborateur de Thomson d'origine néo-zélandaise, Ernest Rutherford, se passionne lui aussi pour les nouveaux rayons. Il découvre que l'uranium émet deux types de radiations, qu'il nomme alpha et bêta. À part le fait que les rayonnements bêta sont plus pénétrants que les

se voit déjà à la tête d'une équipe de chercheurs, à l'image de Thomson en Angleterre.

Rutherford ne chôme pas : à peine un an plus tard, il réussit à montrer que les rayons bêta sont en réalité des électrons, ces mêmes particules découvertes par Thomson. Le rayonnement alpha, lui, demeure toujours mystérieux.

Pour avancer, Rutherford a besoin de l'aide d'un chimiste. Une collaboration étroite commence alors avec Frederick Soddy, un Anglais également

cés — que Rutherford et Soddy se rendent compte au printemps 1902 que les émissions radioactives n'ont rien en commun avec les phénomènes chimiques connus. D'abord, l'énergie émise est environ vingt mille fois plus grande que celle issue des réactions chimiques ordinaires !

Cette libération d'énergie doit venir du noyau de l'atome, pensent-ils. Leur conclusion est révolutionnaire, car elle implique un changement au niveau subatomique, où des atomes d'un élément se transforment spontanément en atomes d'un autre élément. Voilà qui remet en cause l'atome immuable des chimistes ! Le rêve des alchimistes est devenu réalité.

Les travaux progressent à un rythme accéléré. Dès l'automne, Rutherford et Soddy montrent que le rayonnement alpha n'en est pas un : il s'agit plutôt d'une particule. L'année suivante, en 1903, leur théorie se précise : Rutherford prédit que le radium produit continuellement de l'hélium. Il faudra encore quelques années pour montrer que la particule alpha correspond bel et bien à un noyau d'hélium composé de deux protons et de deux neutrons.

Contrairement à ce que pensaient les Curie et d'autres, pour qui les atomes étaient des transformateurs d'une énergie cosmique extérieure, Rutherford montre que la radiation est une propriété interne de l'élément. C'est là l'essentiel de la contribution scientifique de Rutherford réalisée à McGill. Ses résultats sont tellement étonnants que certains collègues l'incitent à la prudence, question de ne pas ternir la réputation de l'université montréalaise...

Une conséquence inattendue de ses travaux permet même de redonner de la crédibilité à la théorie de l'évolution. La théorie de la chaleur du milieu du 19^e siècle avait fait dire à

des physiciens que la Terre ne devait pas avoir plus de 40 à 60 millions d'années. Ces derniers basaient leur estimation sur la rapidité de refroidissement de la croûte terrestre. Mais les géologues et les biologistes croyaient au contraire que la Terre était vieille de plusieurs centaines de millions d'années. Rutherford apporte de l'eau au moulin : puisqu'il y a libération d'énergie lors des émissions radioactives, notre planète se refroidirait beaucoup plus lentement que prévu. Voilà qui lui donne tout un coup de vieux !

Pour évaluer l'âge de la Terre, Rutherford suggère de calculer la quantité d'hélium contenue dans les minerais d'uranium. En 1905, un collaborateur annonce que la terre a au moins 500 millions d'années ! Les évolutionnistes peuvent respirer : les mammifères ont eu le temps de se développer !

En 1907, Rutherford quitte l'Université McGill pour retourner en Angleterre. Il avait espéré s'entourer d'une équipe de physiciens et de chimistes et fonder un genre d'école, mais les étudiants de McGill d'alors préfèrent encore choisir des professions plus concrètes, comme celle d'ingénieur. Le premier doctorat en physique y sera décerné en 1909, et le second seulement en 1926. Peu après son retour en Angleterre, Rutherford reçoit le prix Nobel de chimie pour ses travaux montréalais et assume la direction du laboratoire Cavendish de l'Université Cambridge. Il améliore le modèle atomique de Thomson en montrant que les électrons tournent autour d'un noyau chargé positivement à une très grande distance de celui-ci : c'est le modèle planétaire de l'atome.

Ce modèle a bien sûr beaucoup évolué. Mais, encore aujourd'hui, il explique la plupart des réactions chimiques. ●

Danielle Ouellet est docteure en histoire des sciences.



Ernest Rutherford, à l'Université McGill. Ses travaux nuiront à la réputation de l'université, se fait-il dire. Ils lui permettront au contraire de décrocher un prix Nobel.

rayonnements alpha, on ne connaît rien de leur nature. À l'instar de Röntgen, Rutherford croit lui aussi qu'il s'agit de vibrations de l'éther.

De l'autre côté de l'Atlantique, le principal de McGill, William Peterson, cherche un nouveau professeur de physique. Il connaît déjà Thomson, qui lui recommande Rutherford. Celui-ci, impressionné par la qualité du laboratoire montréalais, accepte le poste avec enthousiasme d'autant plus qu'on l'engage avant tout comme chercheur. À 27 ans, il

professeur à McGill, qui accepte de délaissier ses propres recherches pour travailler avec lui. Les deux hommes concentrent leur attention sur un autre élément émetteur de rayonnement récemment découvert, le thorium. C'est dans les laboratoires de physique Macdonald — nommés d'après le riche magnat du tabac canadien qui les avait finan-

par Raynald Pepin

Du maelström au cyclone

Il est question de bains qui se vident, de cyclones tourbillonnants et d'un raisin lancé qui n'arrive jamais à la bouche qui l'attend. Tout cela à cause d'une mystérieuse force...

La dimension cachée de septembre dernier, « Du bain et des jeux », n'a pas épuisé tous les phénomènes intéressants qu'on peut observer en prenant son bain. Comme me le souligne Paul Lavergne, un lecteur de Shawinigan, il reste une fameuse question. Est-il vrai, demande-t-il, que lorsqu'on vide son bain, dans l'hémisphère nord, le tourbillon créé par l'écoulement de l'eau tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (vu d'en haut) ? Et qu'il tourne dans le sens inverse dans l'hémisphère sud ?

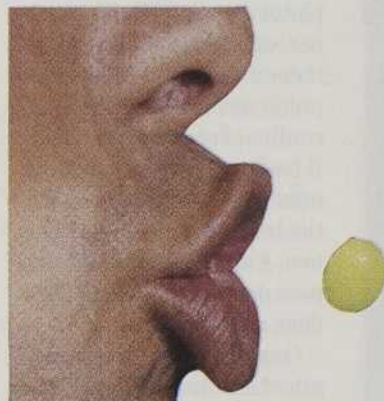
Qui a répandu ce mythe sans apporter les nuances nécessaires ? Disons-le tout de suite : dans des conditions *idéales*, oui, l'eau tourne comme on l'a mentionné ci-dessus. Ce phénomène, dû à ce qu'on appelle l'effet de Coriolis, est lié à la rotation de la Terre.

Mais précisons : dans des conditions *ordinaires*, non, l'eau ne tourne pas toujours dans le sens contraire des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord. Le sens de rotation dépend plutôt de la forme de l'orifice d'évacuation, des courants d'air, de la façon dont le bouchon est tiré et des courants résiduels existant dans l'eau ! Bref, il varie d'une fois à l'autre, comme vous pouvez le vérifier.

L'effet de Coriolis est si faible que, pour l'observer, il faut attendre que l'eau soit complètement immobile avant de tirer le bouchon. Or, des courants résiduels peuvent persister jus-

qu'à 20 heures après le remplissage ! Pour mettre en évidence l'effet de Coriolis dans votre baignoire, il faudrait donc vous passer de bain durant au moins une journée (avec les conséquences sociales qui en découlent).

Sans courants résiduels, chaque molécule d'eau coule directement vers l'orifice d'évacuation. Si l'eau avance à une



vitesse de 1 centimètre par seconde, on peut calculer que la force de Coriolis est environ 10 millions de fois plus faible que la gravité. C'est néanmoins suffisant pour engendrer une rotation lente. N'espérez pas observer le phénomène dans votre baignoire : la moindre asymétrie des parois ou du fond, ou le remous créé en tirant le bouchon, produisent des courants secondaires qui masquent l'effet de Coriolis.

En plus d'être la source de quelques maux de tête, la force de Coriolis provoque la déviation des objets en chute li-

bre ou des projectiles en vol et influence aussi le climat. En physique, on la traite pourtant de force fictive. Faisons donc un peu de science-fiction et essayons de comprendre l'origine de cette fameuse force. Attention : ça demande un peu de concentration. Mais les défis ne nous font pas reculer, n'est-ce pas ?

Vous connaissez sûrement une autre force fictive : la fameuse force centrifuge. Supposons que vous êtes en auto, sur le siège de droite, et que l'auto négocie un virage vers la gauche. Intuitivement, vous considérez qu'une force centrifuge vous projette vers la portière droite.

Mais c'est une question de point de vue. La force centrifuge n'existe pas en réalité : vous l'inventez pour expliquer ce que vous observez dans l'auto, qui constitue ce qu'on appelle en physique votre système de référence.

Une force réelle doit être exercée par un corps sur un autre et s'accompagner d'une réaction. La force centrifuge, fictive, n'obéit pas à ces critères. Elle semble exister parce que vous vous trouvez dans un système de référence, l'auto, qui est accéléré (puisque l'auto tourne).

Ce qui est réel, c'est votre tendance à continuer tout droit. Puisque la portière suit le mouvement de l'auto — elle va donc vers la gauche — elle se rapproche de vous. Dans l'auto, vous avez plutôt l'impression d'être projeté sur la portière.

La force de Coriolis, également fictive, apparaît quand un objet bouge dans un système de référence en rotation (la force centrifuge reste présente). Supposons que vous êtes encore à droite dans l'auto qui suit la courbe. La personne qui conduit a faim : elle ouvre la bouche et vous lui lancez, disons, un raisin. À cause de la force de Coriolis, le raisin va sembler dévier vers l'avant de l'auto !

On peut comprendre ce qui se passe en se plaçant dans un système de référence immobile, par exemple celui d'un auto-stoppeur qui vous regarde passer. Au départ, le raisin est plus éloigné du centre de la courbe que votre partenaire. Sa vitesse tangentielle, dirigée vers l'avant de la voiture, est donc plus grande. C'est comme pour une chaîne de patineurs qui s'amuse à tourner : celui qui se trouve près du centre de rotation ne bouge à peu près pas, mais celui à l'extrémité avance à toute vitesse.

En se déplaçant, le raisin conserve sa vitesse tangentielle initiale. Pour l'auto-stoppeur, au fur et à mesure que le raisin se déplace vers la gauche, il « prend de l'avance » par rapport aux différents

points de l'auto dont la vitesse tangentielle est plus faible.

Pour vous, dans l'auto, le raisin semble dévier de la trajectoire désirée. Vous ratez votre cible et mettez ça sur le dos d'une force fictive, la force de Coriolis, dirigée vers l'avant.

La Terre, comme l'auto, est un système de référence en rotation. On peut détecter une déviation apparente due à la force de Coriolis quand on obs-

ne la retenait pas sur la route, une auto roulant vers le nord à 100 km/h, au Québec, dériverait vers l'est d'environ deux mètres à chaque kilomètre.

Imaginez une route reliant Montréal au pôle Nord, en ligne droite. À cause de la rotation terrestre, tous les points de la route ont une vitesse tangentielle vers l'est, qui diminue à mesure qu'on approche du pôle (comme la vitesse

re initiale dans l'hémisphère nord. Dans l'hémisphère sud, le même raisonnement montre que la déviation se fait vers la gauche.

Les avions, volant à des vitesses supérieures que celle des autos, sont soumis à des forces de Coriolis relativement importantes. « Toutefois, les déviations dues au vent ou aux différences de poussée des moteurs sont encore plus

misphère nord, l'eau qui coule vers le trou dévie vers la droite, ce qui engendre autour de l'orifice d'évacuation un mouvement de rotation dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre (vu d'en haut). Dans l'hémisphère sud, la déviation vers la gauche produit une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre (en passant, savez-vous pourquoi les aiguilles d'une montre tournent dans ce sens-là? C'est que, dans l'hémisphère nord, c'est le sens de mouvement de l'ombre du style d'un cadran solaire).

Dans l'atmosphère, l'air tend à s'écouler vers les zones de basse pression. Si la Terre ne tournait pas, les vents convergents rétabliraient rapidement une pression uniforme. Mais, dans l'hémisphère nord, à cause de l'effet de Coriolis, les vents sont déviés vers la droite, ce qui engendre un tourbillon dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour de la zone de basse pression : en termes techniques, un cyclone. Ce phénomène rend les zones de basse pression (et de haute pression) plus stables et a donc beaucoup d'influence sur notre climat.

Pas simple, hein ? Je ne sais pas si c'est votre cas, mais moi, tous ces tourbillons m'ont donné le tournis ! ●



serve le mouvement d'un objet à la surface terrestre.

La grandeur de la force de Coriolis dépend de la vitesse de l'objet mesurée dans le système en rotation. La force exercée sur une tortue, par exemple, est plutôt faible !

L'intensité de la force dépend aussi de la direction dans laquelle se déplace l'objet. Sur Terre, la plupart de nos mouvements sont horizontaux. Dans ce cas, la force de Coriolis augmente avec la latitude. Une voiture se déplaçant à l'équateur (latitude 0°) ne subira pas de déviation. Mais si le frottement

des patineurs près du centre du cercle). Sur une route en glace vive (sans frottement), une voiture conserve sa vitesse tangentielle initiale, qui est supérieure à celle des points de la route rencontrés en allant vers le nord. Résultat : la voiture va plus vite vers l'est que la route, d'où sa déviation à droite.¹

Si l'auto se dirigeait vers le sud, elle dévierait vers l'ouest, sa vitesse tangentielle vers l'est étant toujours plus faible que celle des points rencontrés. Dans les deux cas, l'auto dévie à droite de sa trajectoi-

grandes, ajoute André Leclerc, physicien à l'Université du Québec à Chicoutimi et instructeur de pilotage dans ses temps libres. Qu'il navigue à vue ou par guidage radio, un pilote corrige continuellement sa trajectoire et ne se rend donc pas compte de l'effet de Coriolis. Ce n'est que pour les missiles et satellites, qui volent hors de l'atmosphère à des vitesses encore plus élevées, qu'il faut tenir compte de l'effet de Coriolis dans le calcul des trajectoires. »

Revenons à notre bain en train de se vider. Dans l'hé-

¹ En plus, la gravité vous maintient sur la route et vous attire vers l'axe de rotation terrestre : votre vitesse tangentielle augmente à cause de la conservation du moment cinétique. Cette loi physique spécifique que pour une rotation autour d'un axe, le produit de la vitesse tangentielle et de la distance par rapport à l'axe est constant. Si vous vous rapprochez de l'axe, votre vitesse tangentielle doit s'accroître. Un peu comme une patineuse qui se met à tourner plus vite sur elle-même quand elle rapproche les bras.

par Albert J. Nantel

Priorités floues

Il suffit de suivre l'actualité internationale pour s'interroger sérieusement sur les sentiments contradictoires que doivent ressentir nos pauvres soldats canadiens postés en Bosnie-Herzégovine lorsqu'ils entendent les déclarations de leurs généraux et les vagues hésitations de nos dirigeants politiques. En bons soldats, ils n'ont d'autres choix que de baisser la tête et d'obéir. Ces mêmes sentiments contradictoires sont certainement partagés par beaucoup d'autres Canadiens qui participent à des programmes d'aide aux pays en voie de développement.

Pour ma part, je collabore depuis plus de cinq ans à un programme international appelé INTOX (sous l'égide de l'OMS et en collaboration avec le CRDI, le CCHST et le CTQ) afin d'aider les pays en voie de développement à mettre sur pied des programmes de lutte contre les poisons. Bien que ce programme ait été entrepris grâce à du financement canadien et à l'engagement scientifique et technique de Canadiens, il est intéressant de noter que le ministère de la Santé et du Bien-être du Canada s'est complètement retiré de ce secteur il y a plus de 10 ans, laissant aux provinces le soin de développer leurs centres anti-poison selon leurs propres modèles et en fonction de leurs priorités et de leurs ressources. Il s'en est suivi un système très hétérogène d'un bout à l'autre du pays, exactement le contraire de ce que prône le projet INTOX pour les pays du tiers-monde. Ce manque de cohérence entre ce que l'on fait et ce que l'on prêche me semble institutionnalisé.



Médecin consultant, Albert J. Nantel est directeur du Centre de toxicologie du Québec et chef du service de pharmacologie et toxicologie au Centre hospitalier de l'Université Laval.

À chacun de mes retours de mission ou de réunions de travail, je me sens envahi par des sentiments ambivalents du style : Est-ce que je joue encore au missionnaire en imposant à d'autres ma technologie, mes priorités et mes façons de faire ? Le transfert des technologies dont on parle tant n'est-il pas dans les faits qu'une maigre compensation pour nos exportations vers le sud de produits interdits chez nous et de procédés industriels dépassés et polluants ? L'accueil toujours chaleureux et enthousiaste de mes collègues de l'Uruguay, du Zimbabwe ou du Sri-Lanka m'incite à croire le contraire, mais ne réussit pas

toujours à me convaincre. La dernière réunion du groupe INTOX que j'ai pu organiser à Québec en septembre dernier m'a permis de mieux percevoir certains éléments de réponse à ces interrogations.

Tout d'abord, contrairement à mes collègues européens, je n'ai pas senti que mon action s'inscrivait dans une politique gouvernementale quelconque. En dehors d'une aide financière appréciée, aucun organisme gouvernemental québécois ou canadien ne m'a indiqué dans quel cadre ou pour quel motif cette aide m'était accordée. Ceci contraste avec, par exemple, l'attitude de la Norvège, principal bailleur de fonds

pour cette réunion, qui nous a clairement indiqué les pays d'origine des délégués qu'elle finançait et les éléments de formation que l'on devait fournir à certains d'entre eux.

Deuxièmement, le CRDI finance en partie ce projet de recherche et de développement depuis le début. Curieusement cependant, alors que les conclusions de la recherche semblent très positives, les fonds nécessaires à l'implantation du programme et à son maintien à moyen et à long termes font dangereusement défaut. On est alors en droit de se demander s'il est bien utile de créer des attentes et de ne pas y donner suite sans justification réelle.

Tout comme dans le domaine du maintien de la paix et de l'aide humanitaire, nos gouvernements auraient intérêt à mieux définir leurs orientations et leurs priorités sur le plan de l'aide internationale dans les domaines de la santé de l'environnement, de la science et de la technologie.

OMS	Organisation mondiale de la santé
CRDI	Centre de recherches en développement international
CCHST	Centre canadien de santé et de sécurité au travail
CTQ	Centre de toxicologie du Québec

50 ANS

ET TOUJOURS BIEN BRANCHÉE



La Société d'énergie de la Baie James est heureuse de rendre hommage à Hydro-Québec qui fête cette année son 50^e anniversaire.

Depuis toujours, l'hydroélectricité constitue un rouage important dans le développement économique du Québec. La Société d'énergie de la Baie James, dont la mission est de mettre en valeur les ressources hydroélectriques du territoire de la Baie James, s'enorgueillit de participer à ce développement.

À l'aube du troisième millénaire, la SEBJ et ses partenaires continuent de répondre aux besoins d'Hydro-Québec, grâce à une expertise unique en gestion de projets.

**L'ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE,
UNE RICHESSE DONT NOUS POUVONS ÊTRE FIERS.**



Société d'énergie de la Baie James

L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE UN PAYS DE CONNAISSANCE

Étoile montante de la recherche au Canada, l'Université de Sherbrooke est différente; elle favorise non seulement le développement intellectuel, mais aussi l'épanouissement personnel. Son dynamisme et son esprit novateur conjugués à l'environnement humain et aux attraits naturels de la région estrienne pour créer le milieu de vie qui a fait de sa renommée, un milieu où les gens se sentent chez eux, un pays de connaissance.

L'originalité des programmes de l'Université de Sherbrooke réside également dans un enseignement de qualité axé sur une formation pratique. Première université au Québec et deuxième au Canada à instaurer un régime coopératif d'enseignement, elle ne cesse d'innover en offrant à plus de 20 000 étudiants et étudiantes, dont 13 000 à temps complet, un éventail de programmes aux trois cycles d'enseignement dans les domaines des sciences de la santé, des sciences humaines, des sciences pures et des sciences appliquées. À la fine pointe du progrès technologique et scientifique, l'Université de Sherbrooke contribue au développement et à la croissance d'entreprises québécoises grâce à ses activités de recherche, dont l'excellence se traduit par une augmentation continue de subventions et de contrats de recherche.



*Au-delà de la passion du savoir
il y a la vie
en pays de connaissance*

L'Université de Sherbrooke offre 18 programmes de doctorat ainsi qu'une quarantaine de programmes de maîtrise, dont la majorité sont orientés vers la recherche. Elle encourage le regroupement de ses chercheurs en équipes et se distingue de façon particulière dans les domaines de la télédétection, de l'acoustique, du béton à haute performance, de la valorisation de la biomasse, de l'éducation au travail, des études littéraires, de la pharmacologie, de la biologie moléculaire, de la médecine nucléaire, de la synthèse organique et de bien d'autres.

Renseignements : 1-800-267-UNES



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE